

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

“*Absent a Telephone, a Bicyclist Had to Save the World*” (Mitschke, 2009; Mazzenga, Giuliano and Vatalaro, 2019)

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi berbasis realtime dan otomatisasi telah mengalami kemajuan yang pesat. Faktor-faktor seperti pandemi COVID-19 (Setiawan *et al.*, 2022) telah mendorong peningkatan kebutuhan akan sistem yang dapat mengoperasikan dan memantau perangkat secara efisien tanpa adanya interaksi manusia yang berlebihan. Salah satu bidang yang mengalami pertumbuhan signifikan adalah *Internet of Things* (IoT), di mana perangkat-perangkat yang terhubung dapat saling berkomunikasi dan bertindak secara otomatis (Allifah and Zualkernan, 2022).

Dalam konteks penelitian ini, pembatasan area kerja untuk troli barang berbasis IoT menjadi relevan dengan kebutuhan akan efisiensi operasional dan pemantauan yang *real-time*. Perangkat seperti ESP32 yang memiliki kemampuan WiFi dan Bluetooth yang kuat memungkinkan pelacakan dan identifikasi troli dengan akurat. Selain itu, penggunaan MikroTik sebagai perangkat router dan pembagian IP memungkinkan pengaturan jaringan yang optimal dan terhubung dengan server *Firebase*.

Melalui integrasi semua komponen tersebut, sistem dapat memantau dan mengendalikan pergerakan troli barang secara efektif. Informasi yang diperoleh dari troli, seperti lokasi dan identifikasi perangkat, disimpan dalam *database Firebase* untuk analisis lebih lanjut dan tampilan data secara *real-time*. Aplikasi monitoring pusat memberikan antarmuka yang memudahkan pemantauan data troli

dan memberikan notifikasi real-time ketika terjadi perubahan penting (Kane *et al.*, no date).

Perkembangan teknologi dalam bidang IoT dan otomatisasi memberikan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, keamanan, dan pengelolaan troli barang dalam berbagai sektor. Dalam era yang didominasi oleh perkembangan pesat ini, penelitian ini bertujuan untuk menyediakan solusi yang inovatif dan efektif dalam membatasi area kerja untuk troli barang berbasis IoT. Dengan memanfaatkan teknologi seperti ESP32, MikroTik, Firebase, dan aplikasi monitoring pusat, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan sistem yang efisien dan adaptif (Setiawan *et al.*, 2022).

2.1 Internet Of Things

Internet of Things (IOT) adalah struktur di mana objek, orang disediakan dengan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah antara manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke computer. *Internet of Things* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet / intranet (Karie *et al.*, 2021).

Sejak mulai dikenalnya internet pada tahun 1989, mulai banyak hal kegiatan melalui internet, Pada tahun 1990 John Romkey menciptakan 'perangkat', pemanggang roti yang bisa dinyalakan dan dimatikan melalui Internet. WearCam diciptakan pada tahun 1994 oleh Steve Mann. Pada tahun 1997 Paul Saffo memberikan penjelasan singkat pertama tentang sensor dan masa depan. Tahun

1999 Kevin Ashton menciptakan *The Internet of Things*, direktur eksekutif Auto *IDCentre*, MIT. Mereka juga menemukan peralatan berbasis RFID (*Radio Frequency Identification*) global yang sistem identifikasi pada tahun yang sama. Penemuan ini disebut sebagai sebuah lompatan besar dalam *commercialising IoT*. Tahun 2000 LG mengumumkan rencananya menciptakan kulkas pintar yang akan menentukan sendiri apakah bisa atau tidak makanan yang tersimpan di dalamnya diisi ulang. Pada tahun 2003 RFID mulai ditempatkan pada tingkat besar-besaran di militer AS di Program Savi mereka. Pada tahun yang sama melihat raksasa ritel Walmart untuk menyebarkan RFID di semua tokotoko di seluruh dunia untuk lebih besar-besaran. Pada tahun 2005 arus publikasi utama seperti *The Guardian*, Amerika ilmiah dan Boston Globe mengutip banyak artikel tentang IOT. Pada tahun 2008 kelompok perusahaan meluncurkan *IPSO Alliance* untuk mempromosikan penggunaan *Internet Protocol* (IP) dalam jaringan dari "*Smart object*" dan untuk mengaktifkan *Internet of Things*. Pada tahun 2008 FCC menyetujui penggunaan "*white space spectrum*". Akhirnya peluncuran IPv6 di tahun 2011 memicu pertumbuhan besar di bidang *Internet of Things*, perkembangan ini didukung oleh perusahaan raksasa seperti Cisco, IBM, Ericson mengambil inisiatif banyak dari pendidikan dan komersial dengan IOT teknologi dapat hanya dijelaskan sebagai hubungan antara manusia dan computer (Lam *et al.*, 2022).

Perkembangan *Internet of Things*, semua peralatan yang kita gunakan dalam kehidupan kita sehari-hari dapat dikendalikan dan dipantau menggunakan IOT. Mayoritas proses dilakukan dengan bantuan sensor di IOT. Sensor dikerahkan di mana-mana dan sensor ini mengkonversi data fisik mentah menjadi sinyal digital dan mengirimkan mereka ke pusat kontrol. Dengan cara ini kita bisa memonitor

perubahan lingkungan jarak jauh dari setiap bagian dari dunia melalui internet. Arsitektur sistem ini akan didasarkan pada konteks operasi dan proses dalam skenario real-time. Di otomasi rumah setiap kotak saklar listrik akan terhubung dengan ponsel pintar (atau kadang-kadang remote) sehingga itu bisa dioperasikan dari jarak jauh. Tapi skenario seperti itu tidak perlu prosesor dan perangkat penyimpanan dipasang di setiap kotak saklar. Hanya dibutuhkan sensor untuk menangkap sinyal dan proses itu (kebanyakan beralih ON / OFF). Jadi arsitektur sistem ini bervariasi tergantung pada konteks penerapannya.

2.2 ESP32

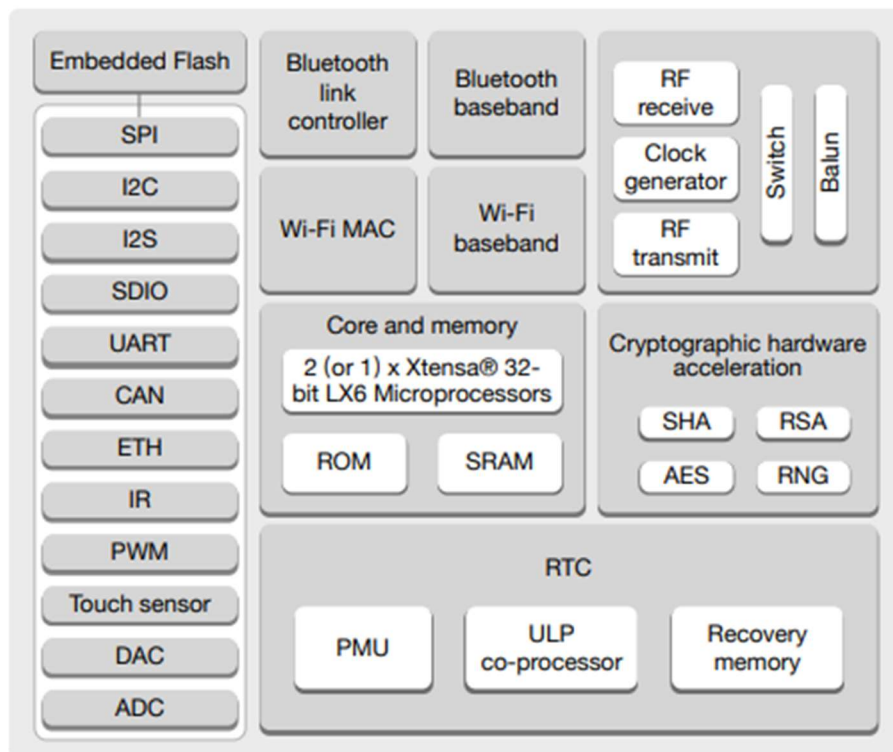
Perangkat ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler berbasis WiFi yang sangat populer dalam pengembangan *Internet of Things* (IoT). Perangkat ini memiliki kemampuan komunikasi nirkabel yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data melalui jaringan WiFi. Berikut ini adalah penjelasan mengenai block diagram perangkat ESP32:

1. Mikrokontroler ESP32: Merupakan inti dari perangkat ESP32. Mikrokontroler ini memiliki CPU (*Central Processing Unit*), RAM (*Random Access Memory*), dan *Flash Memory* yang digunakan untuk menjalankan program dan menyimpan data.
2. WiFi Module: Merupakan modul yang terintegrasi di dalam perangkat ESP32. Modul ini memungkinkan perangkat ESP32 untuk terhubung ke jaringan WiFi dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui protokol nirkabel.

3. Antena WiFi: Antena ini digunakan untuk mengirim dan menerima sinyal WiFi. Antena ini terhubung ke modul WiFi dan memastikan kualitas sinyal yang baik dalam komunikasi nirkabel.
4. Sensor dan Periferal: Perangkat ESP32 dilengkapi dengan berbagai sensor dan periferal yang dapat digunakan untuk mengambil data dari lingkungan sekitar. Sensor-sensor ini dapat berupa sensor suhu, sensor kelembaban, sensor gerak, dan sebagainya. Periferal lainnya seperti LCD display atau LED *indicator* juga dapat ditambahkan untuk memberikan informasi visual kepada pengguna.
5. GPIO (*General Purpose Input Output*): GPIO merupakan pin-pin yang dapat diprogram untuk berfungsi sebagai *input* atau *output* digital. Pin-pin ini dapat digunakan untuk menghubungkan perangkat ESP32 dengan komponen eksternal seperti sensor-sensor tambahan, aktuator, atau komponen elektronik lainnya.
6. USB dan *Power Supply*: Perangkat ESP32 dapat dihubungkan ke komputer atau sumber daya listrik melalui port USB untuk memasok daya atau mengirim data. Perangkat ESP32 juga dapat menggunakan sumber daya listrik eksternal seperti baterai atau adaptor AC/DC.

Dengan menggunakan block diagram perangkat ESP32, pengembang dapat memahami komponen-komponen utama dan fungsionalitas yang dimiliki oleh perangkat ini. Block diagram ini membantu dalam perencanaan dan pengembangan sistem IoT yang melibatkan perangkat ESP32, termasuk dalam penelitian sistem pembatas area kerja untuk perangkat bergerak berbasis *Internet of Things* gambar

2.1 merupakan Blok Diagram yang ada pada perangkat ESP32.



Gambar 2. 1 Blok Diagram ESP32

ESP32 adalah modul mikrokontroler yang terkenal dengan kemampuan WiFi dan Bluetooth yang kuat. Berikut adalah penjelasan tentang spesifikasi modul WiFi dan Bluetooth pada ESP32:

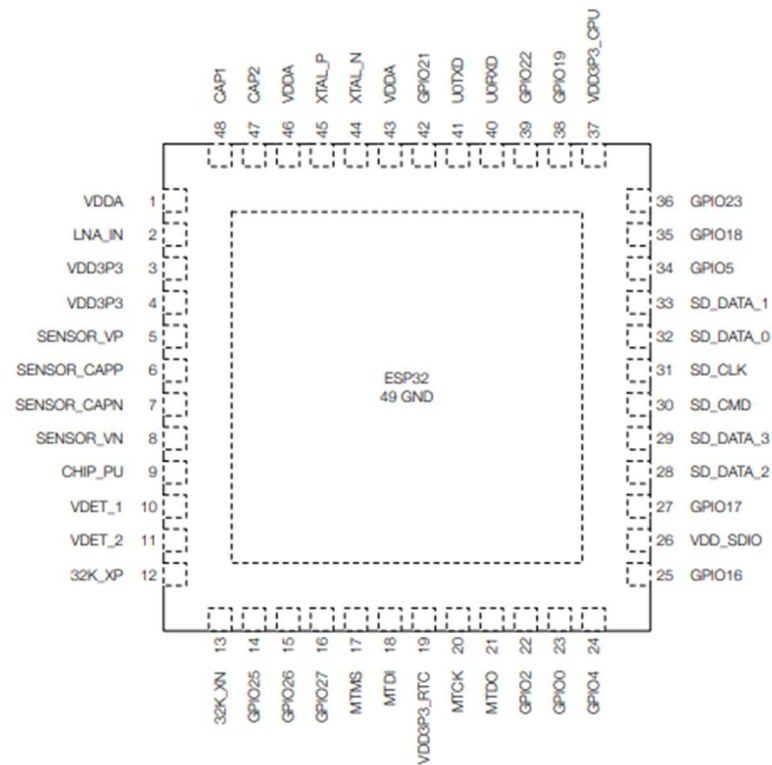
1. Modul WiFi ESP32:
 - a. Standar WiFi: Mendukung standar 802.11 b/g/n, yang mencakup mode infrastruktur (*client/server*) dan mode jaringan ad-hoc.
 - b. Kecepatan Transfer: Mendukung kecepatan transfer hingga 150 Mbps dalam mode 802.11n.
 - c. Mode Operasi: Modul WiFi ESP32 dapat beroperasi dalam mode Station (terhubung ke titik akses WiFi), Access Point (berperan sebagai titik akses WiFi), atau mode gabungan yang memungkinkan

untuk melakukan komunikasi simultan dalam *mode Station* dan *Access Point*.

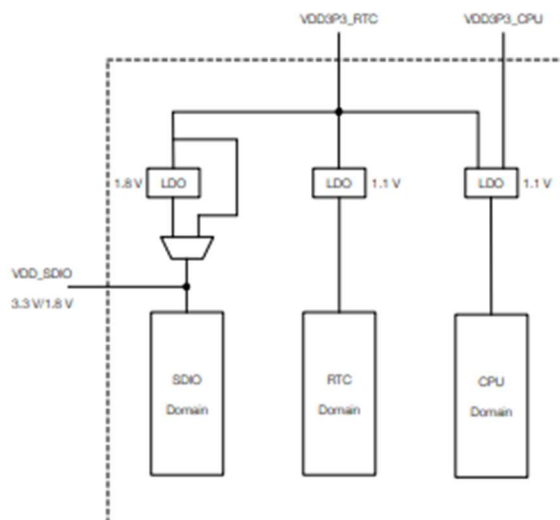
- d. Keamanan: Modul ini mendukung berbagai protokol keamanan WiFi seperti WPA/WPA2 *Personal* dan *Enterprise* untuk melindungi akses data yang dikirim melalui jaringan WiFi.
- e. Antena: Modul ESP32 umumnya dilengkapi dengan antena *onboard* yang dapat mencakup berbagai macam desain, termasuk antena PCB atau antena keramik.

2. Modul Bluetooth ESP32:

- a. Standar Bluetooth: Mendukung standar Bluetooth *Low Energy* (BLE) dan Bluetooth *Classic* (BR/EDR).
- b. Versi Bluetooth: Modul ini mendukung Bluetooth versi 4.2 dan 5.0, yang menawarkan kecepatan transfer data yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah.
- c. Profil Bluetooth: Mendukung berbagai profil Bluetooth, termasuk profil umum seperti *Generic Attribute Profile* (GATT) untuk BLE, serta profil lainnya seperti *Serial Port Profile* (SPP) untuk koneksi serial nirkabel.
- d. Keamanan: Modul ini menyediakan fitur keamanan Bluetooth yang umum, termasuk enkripsi data dan autentikasi perangkat untuk melindungi komunikasi Bluetooth dari ancaman keamanan.
- e. Jangkauan: Modul ESP32 memiliki jangkauan Bluetooth yang dapat mencapai beberapa puluh meter, tergantung pada kondisi lingkungan.



Gambar 2. 2 ESP32 Pin Layout



Gambar 2. 3 ESP32 Power Scheme

Adapun beberapa Pin yang digunakan oleh ESP32 yang terdapat pada gambar 2.2 dan di gambar 2.3 merupakan *Power Scheme* pada ESP32. Dari kedua modul WiFi dan Bluetooth pada ESP32 dapat digunakan secara terpisah atau dalam

kombinasi untuk memungkinkan komunikasi nirkabel yang serbaguna dan fleksibel dalam aplikasi IoT dan proyek elektronik lainnya (By ALLDATASHEET.COM, 2019).

2.3 Router

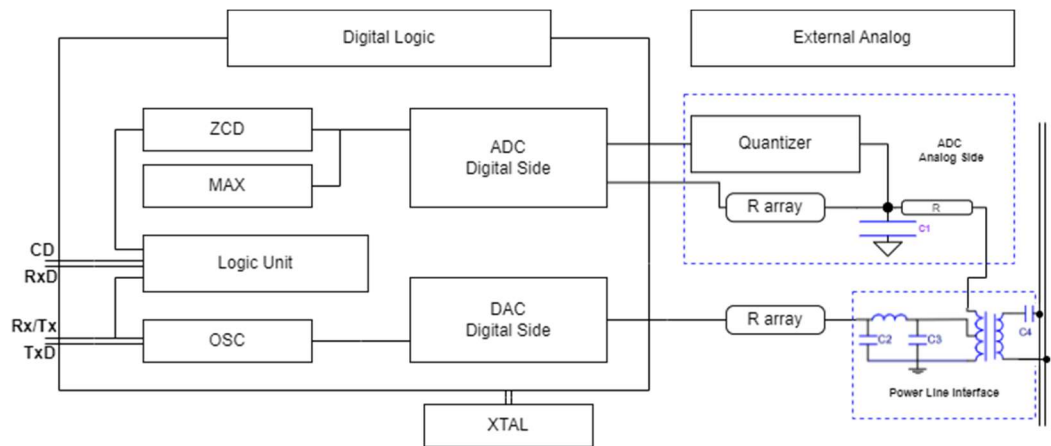
Router adalah perangkat jaringan yang digunakan untuk menghubungkan beberapa jaringan komputer dan mengarahkan paket data antara mereka. Router berfungsi sebagai "penghubung" antara jaringan lokal (misalnya, jaringan rumah atau kantor) dengan jaringan yang lebih besar seperti Internet.

Fungsi utama router adalah mengambil paket data yang dikirimkan melalui jaringan dan memutuskan di mana paket tersebut harus dikirim berdasarkan alamat tujuan. Router menggunakan tabel routing dan protokol jaringan untuk mengambil keputusan ini. Mereka juga dapat melakukan fungsi lain seperti mengontrol lalu lintas jaringan, melakukan penerjemahan alamat jaringan (*Network Address Translation* atau NAT), dan menyediakan tingkat keamanan dengan *firewall*.

Router biasanya memiliki beberapa port yang digunakan untuk menghubungkan komputer atau perangkat lain ke jaringan. Beberapa router juga memiliki fitur nirkabel (Wi-Fi) yang memungkinkan perangkat-perangkat nirkabel terhubung ke jaringan.

Router sering digunakan untuk menghubungkan beberapa perangkat seperti komputer, *smartphone*, tablet, dan printer ke jaringan Internet yang diberikan oleh penyedia layanan Internet (ISP). Dengan menggunakan router, perangkat-perangkat tersebut dapat saling berkomunikasi dan mengakses Internet secara bersama-sama.

Untuk penelitian dengan judul "Sistem Pembatas Area Kerja untuk Perangkat Bergerak Berbasis *Internet of Things*", kebutuhan akan router menjadi penting dalam konteks jaringan yang menghubungkan perangkat bergerak. Router berfungsi sebagai perangkat penghubung yang mengarahkan lalu lintas data antara perangkat-perangkat yang terhubung dalam suatu jaringan.



Gambar 2. 4 Router Block Diagram dan Arsitektur

Pada Gambar 2.4 merupakan implementasi sistem ini, router akan berperan dalam menyediakan konektivitas WiFi yang diperlukan oleh perangkat-perangkat bergerak, seperti troli barang yang dipantau dan dibatasi dalam area kerja. Router WiFi harus memiliki kemampuan untuk menyediakan jaringan WiFi yang stabil dan andal, dengan cakupan yang cukup luas untuk mencakup seluruh area kerja yang ditentukan.

Beberapa kebutuhan router yang relevan untuk penelitian ini meliputi:

1. Konektivitas WiFi: Router harus mendukung standar WiFi yang sesuai, seperti 802.11n, 802.11ac, atau yang lebih baru, untuk memastikan kualitas konektivitas yang baik antara perangkat-perangkat bergerak dan sistem pembatas area kerja.

2. Kecepatan dan Kapasitas: Router harus mampu menyediakan kecepatan dan kapasitas yang memadai untuk menangani lalu lintas data dari perangkat-perangkat bergerak yang terhubung. Hal ini penting agar sistem dapat beroperasi secara responsif dan efisien.
3. Cakupan Jaringan: Router harus memiliki cakupan jaringan yang cukup luas untuk mencakup seluruh area kerja yang dituju. Hal ini akan memastikan bahwa perangkat-perangkat bergerak tetap terhubung dengan jaringan WiFi dan dapat dipantau serta dibatasi dengan tepat.
4. Keamanan Jaringan: Router harus menyediakan fitur keamanan yang memadai, seperti enkripsi data (WPA2 atau yang lebih baru), *firewall*, dan kontrol akses, untuk melindungi sistem dari ancaman keamanan yang potensial.
5. Manajemen Jaringan: Router yang dapat dikelola dengan mudah dan efisien akan memudahkan pengaturan dan pemantauan jaringan, termasuk pengaturan batasan area kerja dan identifikasi perangkat-perangkat bergerak.

Dalam pemilihan router, penting untuk mempertimbangkan kebutuhan spesifik penelitian dan memilih router yang sesuai dengan kebutuhan tersebut. Dalam hal ini, digunakan Tipe Router yang biasa digunakan oleh beberapa ISP, seperti ZTE, Huawei, atau bahkan Ubnt (UbNT and Ubiquiti Networks, 2022).

2.4 MikroTik

MikroTik adalah merek perangkat jaringan yang dikenal dengan sistem operasi RouterOS yang kuat. RouterOS merupakan sistem operasi berbasis Linux yang dikembangkan khusus untuk perangkat jaringan MikroTik. MikroTik

RouterOS memiliki berbagai fitur dan fungsi yang berguna dalam pengaturan dan manajemen jaringan.

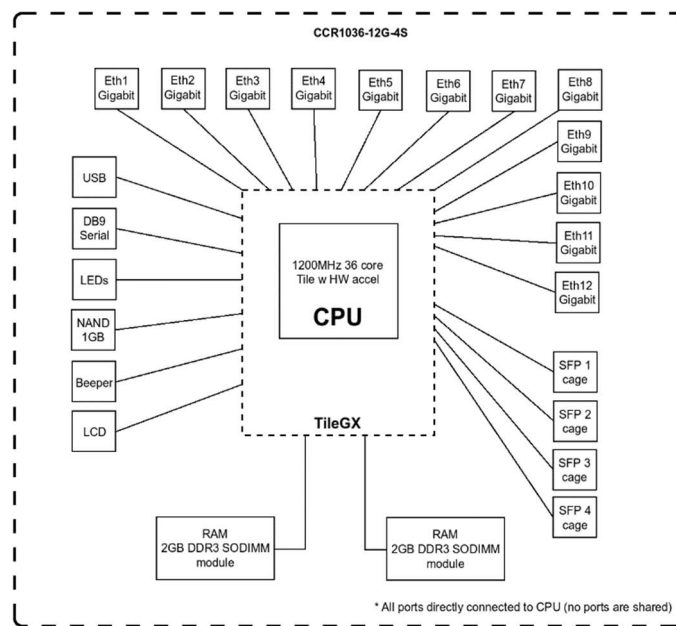
Dalam konteks penelitian "Sistem Pembatas Area Kerja untuk Perangkat Bergerak Berbasis *Internet of Things*", MikroTik dapat berperan sebagai salah satu komponen penting dalam implementasi sistem tersebut. Beberapa fungsi MikroTik yang relevan dalam penelitian ini antara lain:

1. Router: MikroTik RouterOS mendukung semua fitur dan fungsi yang umumnya terdapat pada router, seperti routing antara jaringan, NAT (*Network Address Translation*), *firewall*, dan manajemen lalu lintas jaringan. Dalam penelitian ini, MikroTik dapat digunakan sebagai router utama yang mengarahkan lalu lintas data antara perangkat-perangkat bergerak dan infrastruktur jaringan lainnya.
2. Access Point: MikroTik dapat diatur sebagai *access point* WiFi yang menyediakan konektivitas WiFi bagi perangkat-perangkat bergerak, seperti troli barang. Dengan menggunakan fitur ini, MikroTik dapat menjadi sumber konektivitas WiFi yang terintegrasi dengan sistem pembatas area kerja.
3. Manajemen Jaringan: Melalui antarmuka pengguna yang lengkap dan intuitif, MikroTik RouterOS memungkinkan pengaturan dan manajemen jaringan yang efisien. Dalam penelitian ini, MikroTik dapat digunakan untuk mengkonfigurasi dan mengelola jaringan, mengatur parameter WiFi, melakukan pengaturan keamanan, serta memantau dan mengelola perangkat-perangkat yang terhubung.
4. Fitur Keamanan: MikroTik RouterOS menyediakan berbagai fitur keamanan yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Misalnya, MikroTik dapat

mengimplementasikan *firewall* untuk melindungi jaringan dari serangan luar, mengatur akses dan otorisasi perangkat-perangkat bergerak, serta menerapkan protokol keamanan seperti enkripsi WiFi (WPA2 atau yang lebih baru).

5. *Monitoring* dan *Logging*: MikroTik menyediakan fitur pemantauan dan pencatatan (logging) yang dapat digunakan untuk melacak dan memeriksa aktivitas jaringan. Dalam penelitian ini, fitur ini dapat membantu dalam pemantauan pergerakan troli, analisis lalu lintas jaringan, serta deteksi dini jika ada pelanggaran batasan area kerja.

MikroTik dapat berperan sebagai salah satu komponen kunci dalam implementasi sistem pembatas area kerja berbasis IoT. Namun, penting untuk mencatat bahwa penggunaan MikroTik atau perangkat jaringan lainnya harus disesuaikan dengan kebutuhan dan persyaratan penelitian yang dilakukan.

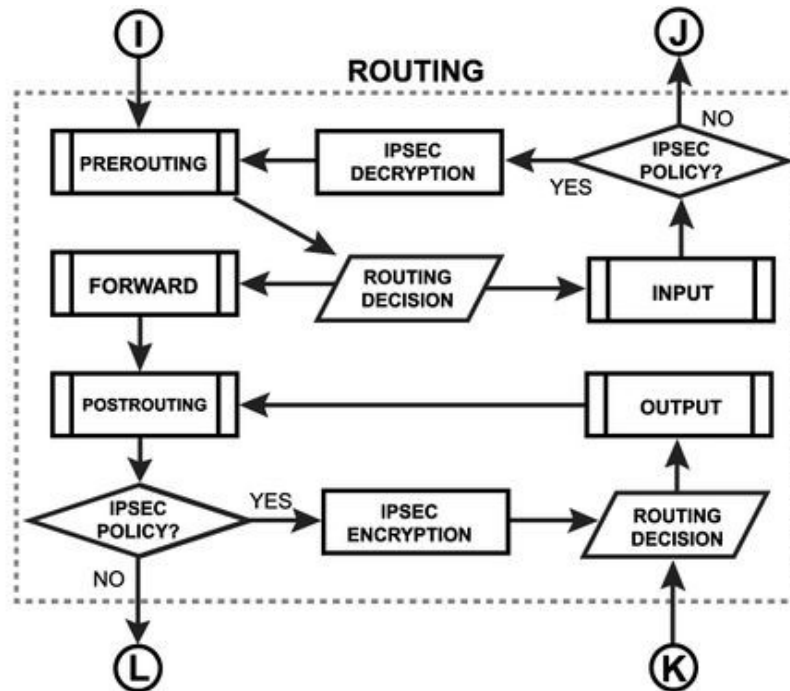


Gambar 2. 5 Block Diagram MikroTik CCR 1036

Dalam penelitian ini, MikroTik RouterOS versi 6 dengan lisensi Level 4 (LV 4) digunakan untuk melakukan pembagian IP yang penting dalam identifikasi ruangan dan perangkat dalam sistem pembatas area kerja spesifikasi terlihat pada

gambar 2.5 di atas. Melalui MikroTik RouterOS, kami dapat mengatur dan mengalokasikan alamat IP secara efisien untuk setiap ruangan dan perangkat yang terlibat (Mikrotik RouterOSTM, no date).

Pembagian IP ini memungkinkan kami untuk mengidentifikasi secara unik setiap ruangan dan perangkat dalam jaringan, sehingga memudahkan pelacakan dan pengendalian pergerakan troli. Dengan menetapkan IP yang sesuai, kami dapat mengontrol akses dan batasan area kerja untuk troli berdasarkan ruangan tempat mereka berada. Selain itu, penggunaan MikroTik RouterOS memungkinkan kami untuk mengatur jaringan secara terpusat, memastikan penggunaan IP yang efisien, dan mengelola lalu lintas data secara optimal. Dengan demikian, pembagian IP yang dilakukan melalui MikroTik RouterOS menjadi bagian integral dalam menjaga keamanan, mengoptimalkan identifikasi ruangan dan perangkat, serta meningkatkan efisiensi operasional sistem pembatas area kerja dalam penelitian ini (Book, 2016).



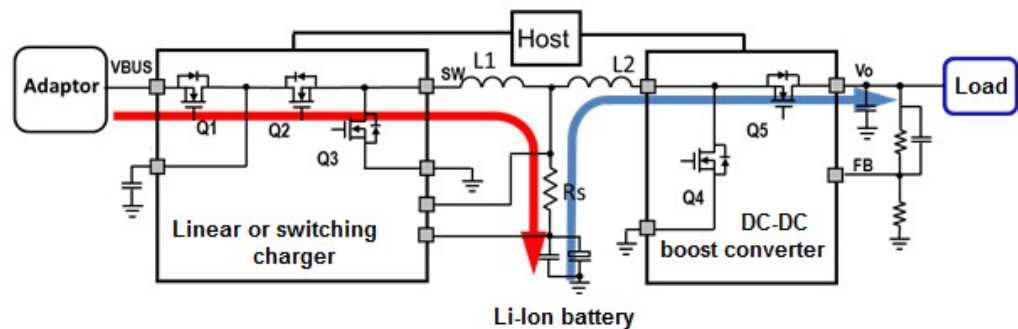
Gambar 2. 6 Flowchart Routing Mikrotik

Pada Gambar 2.6 di atas Flowchart Routing Mikrotik dibutuhkan agar pemahaman tentang bagaimana data dan informasi mengalir dalam jaringan dapat lebih jelas dan terstruktur. Dengan adanya flowchart routing Mikrotik, dapat memudahkan dalam merencanakan, mengkonfigurasi, dan memonitor rute data, serta membantu dalam mengidentifikasi potensi titik-titik masalah atau *bottlenecks* dalam jaringan. Hal ini juga memungkinkan para administrator jaringan untuk mengoptimalkan kinerja jaringan, mengatur aliran lalu lintas data, dan mengelola pengalihan rute dengan lebih efektif.

2.5 Power Bank

Power bank digunakan sebagai sumber daya listrik portabel yang dapat menyediakan pasokan energi untuk perangkat elektronik secara mobile. Dalam penelitian ini, power bank memiliki peran penting sebagai sumber daya listrik yang dapat diandalkan untuk mengoperasikan perangkat-perangkat yang terlibat dalam

sistem pembatas area kerja untuk troli barang berbasis IoT. *Power bank* memungkinkan penelitian ini untuk melakukan pengujian dan implementasi sistem di lingkungan yang lebih fleksibel, di mana sumber daya listrik tetap tersedia bahkan ketika tidak ada akses langsung ke sumber daya listrik utama. Dengan menggunakan power bank, penelitian ini dapat menguji dan memvalidasi performa sistem pembatas area kerja secara mobile dan memastikan bahwa sistem tersebut dapat beroperasi secara optimal dalam berbagai kondisi dan lingkungan (Palczynska, 2017).



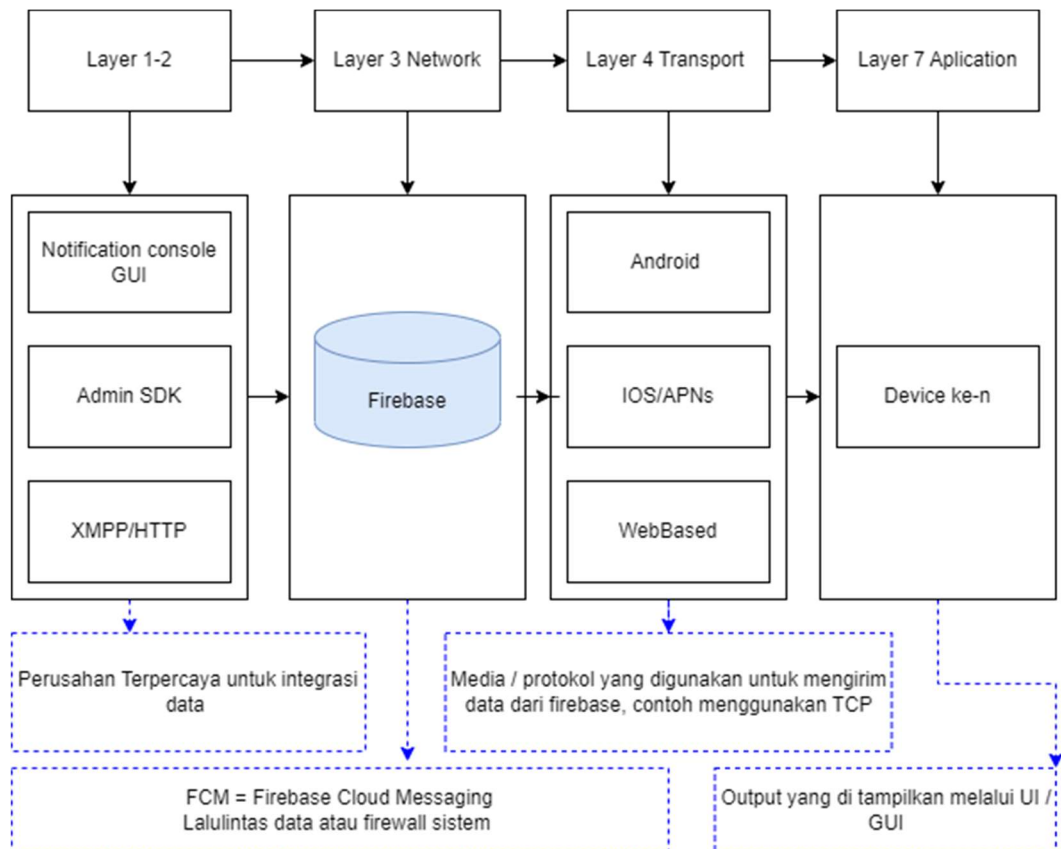
Gambar 2. 7 Block Diagram Power Bank

Pada Gambar 2.7 Blok diagram ini menggambarkan elemen-elemen utama yang dibutuhkan dalam desain power bank untuk perangkat bergerak. Setiap blok dapat memiliki subkomponen dan kompleksitas yang lebih dalam tergantung pada spesifikasi dan fitur yang diinginkan.

2.6 Firebase

Firestore adalah *Backend as a Service* (BaaS) yang saat ini dimiliki oleh Google. *Firestore* merupakan solusi yang ditawarkan oleh Google untuk mempermudah pengembangan aplikasi mobile. Dua fitur menarik dari *Firestore* adalah *Firestore Remote Config* dan *Firestore Real Time Database*. Selain itu juga

terdapat fitur pendukung untuk aplikasi yang memerlukan push *notification* yaitu *Firestore Notification Console*. *Firestore Database* merupakan penyimpanan basis data nonSQL yang memungkinkan untuk menyimpan beberapa tipe data. Tipe data itu antara lain String, Long, dan Boolean. Data pada *Firestore Database* disimpan sebagai objek JSON tree. Tidak seperti basis data SQL, tidak ada tabel dan baris pada basis data non-SQL. Ketika ada penambahan data, data tersebut akan menjadi node pada struktur JSON. Node merupakan simpul yang berisi data dan bisa memiliki cabang-cabang berupa node lainnya yang berisi data pula. Proses pengisian suatu data ke *Firestore Database* dikenal dengan istilah push.



Gambar 2. 8 Arsitektur Firebase pada *smart security* IoT

Pada gambar 2.8 selain *Firestore Database*, *Firestore* menyediakan beberapa layanan lainnya yang juga dimanfaatkan dalam pengembangan aplikasi

ini. Layanan tersebut antara lain *Firestore Authentication*, *Storage*, dan *Cloud Messaging*. Pada pengembangan aplikasi, layanan lainnya yang digunakan pada pengembangan aplikasi adalah *Firestore Storage*. Layaknya sebuah penyimpanan awan, *Firestore Storage* memungkinkan pengembang untuk mengunggah atau mengunduh sebuah berkas (Allifah and Zualkernan, 2022).

Pada gambar 2.8. yang terjadi adalah ketika data dilewatkan dari layer 1 – 7 Osi layer. Standar yang digunakan tetap sama menggunakan OSI, dimulai dari :

7. Layer 1 – 2 : Pemrosesan berupa fisik – data link, menggunakan fasilitas google / media terpercaya lainnya, yang nanti akan di panggil menggunakan API atau kode interkoneksi antara perangkat elektronik. Notifi GUI yang berarti data yang dilewatkan sudah berupa data jadi, yang berwujud, seperti audio, image, dan lainnya. Admin SDK adalah salah satu referensi untuk penyedia layanan virtual computer yang akan digunakan, yang kemudian akan di lewatkan melalui HTTP / XMPP.
8. Layer 3 Network : Tentun syarat terhubung adalah dengan cara antara alat dapat saling berkomunikasi, baik itu melalui internet / intranet sebagai media / topologi yang digunakan. Pada layer ini akan dibagi berdasarkan koneksi yang digunakan, berikut juga soal keamanan data yang akan terdistribusi nantinya yang sudah di olah oleh fitur yang Bernama *firebase*.
9. Layer 4 Transport : Sebagaimana Transport itu di artikan dalam Bahasa Indonesia, ya betul. Layer ini berfungsi untuk mendistribusikan data ke tujuan berikutnya layer 5. Pada bagian ini Program akan di buat berdasarkan Bahasa atau platform yang digunakan, baik itu Android, IOS, dan webased. Kemudian akan di kirim / di terima menggunakan protocol Transport seperti. Data dipecah

ke dalam paket-paket data serta memberikan nomor urut ke paket-paket tersebut sehingga dapat disusun kembali pada sisi tujuan setelah diterima. Selain itu, pada level ini juga membuat sebuah tanda paket diterima dengan sukses (*acknowledgement*), dan mentransmisikan ulang terhadap paket-paket yang hilang di tengah jalan. Melanjutkan dari layer 3 Protokol TCP/IP akan di terima dan di kirim Kembali ke layer berikutnya melewati layer 4.

10. Layer 5-7 : Terjadi di bagian perjalanan dan pemrosesan pada bagian gambar raspi. Yang kemudian akan muncul notifikasi ke HP atau tentang keberadaan alat, titik kordina, atau bahkan berupa pesan data yang berbasis GUI. Data audio, foto, video, dll akan di tampilkan pada bagian ini.

Firebase Cloud Messaging merupakan proses pengerjaan atau pengembangan aplikasi, baik itu web, Android, iOS, juga Unity, dan lain sebagainya. *Firebase Cloud Messaging* merupakan sebuah layanan dari *Firebase* yang berguna untuk melakukan pengiriman dan penerimaan pesan. Biasanya FCM digunakan untuk mengirim push notifikasi, artinya *Firebase Cloud Messaging* juga menyertakan notifikasi di setiap pengiriman dan penerimaan pesan yang membuat FCM menjadi lebih mudah. *Firebase* sendiri merupakan platform Google yang menyediakan *service* dalam pengembangan aplikasi web, Android, iOS juga Unity. *Firebase Cloud Messaging* atau FCM juga merupakan suatu layanan gratis. Jadi tidak perlu khawatir untuk segera menggunakannya.

Kelebihan dari *Firebase Cloud Messaging*:

1. Koneksi yang bagus
2. Penghematan baterai
3. *Realtime Database*

Firestore Cloud Messaging bisa ditujukan pada:

1. *Single device*
2. *Group*
3. Topics atau multi

Pendaftaran aplikasi ke *server Firestore Cloud Messaging*, kemudian menulis code di server, dimana kita bisa mengirimkannya ke perangkat sesuai ID, *Group* atau bahkan *Topics* yang memberitahu server FCM untuk mengirim pesan ke client. *Firestore* menjadi layanan yang andal untuk mengirimkan ratusan milyar pesan dengan 95% pesan terkirim hanya dalam waktu 250ms dengan koneksi dari berbagai platform berbeda.

2.7 React.js (React)

React.js adalah sebuah pustaka JavaScript yang digunakan untuk membangun antarmuka pengguna (UI) interaktif pada aplikasi web. Fungsinya dalam penelitian ini adalah sebagai *framework* pengembangan frontend yang memungkinkan pembuatan antarmuka pengguna yang responsif dan dinamis. Dengan menggunakan React.js, Anda dapat dengan mudah mengatur dan memanipulasi komponen-komponen UI yang ada, memperbarui tampilan secara *real-time* berdasarkan perubahan data, dan membuat interaksi antara pengguna dan aplikasi menjadi lebih lancar.

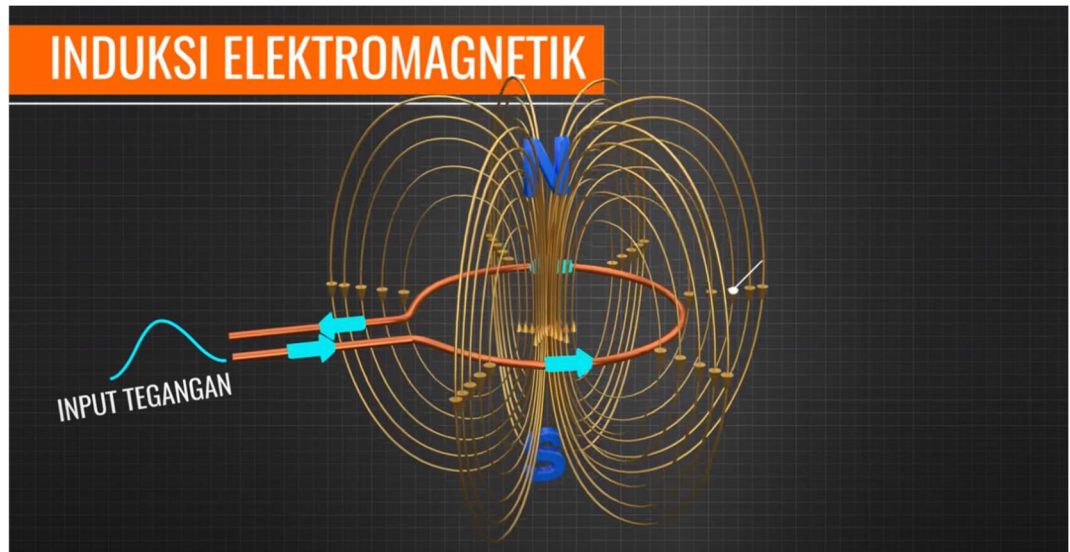
Dalam penelitian Anda, React.js dapat digunakan untuk membangun antarmuka pengguna yang akan berinteraksi dengan sistem pembatas area kerja untuk troli barang berbasis IoT. Anda dapat membuat komponen-komponen UI seperti tombol, form, tabel, atau grafik yang memungkinkan pengguna berinteraksi

dengan sistem, mengatur batasan area kerja, melihat status troli, dan menerima notifikasi atau peringatan jika ada pelanggaran batasan. Dengan menggunakan konsep-konsep seperti virtual DOM, state management, dan reusable components, React.js membantu mempercepat pengembangan UI yang efisien dan terstruktur. Selain itu, React.js juga dapat berintegrasi dengan berbagai library dan teknologi lainnya yang relevan dengan penelitian Anda, seperti penggunaan API untuk mendapatkan data troli atau interaksi dengan sistem mikrokontroler seperti ESP32.

Dengan demikian, React.js memiliki peran penting dalam memfasilitasi pengembangan antarmuka pengguna yang responsif, interaktif, dan efisien dalam penelitian Anda mengenai sistem pembatas area kerja untuk troli barang berbasis IoT.

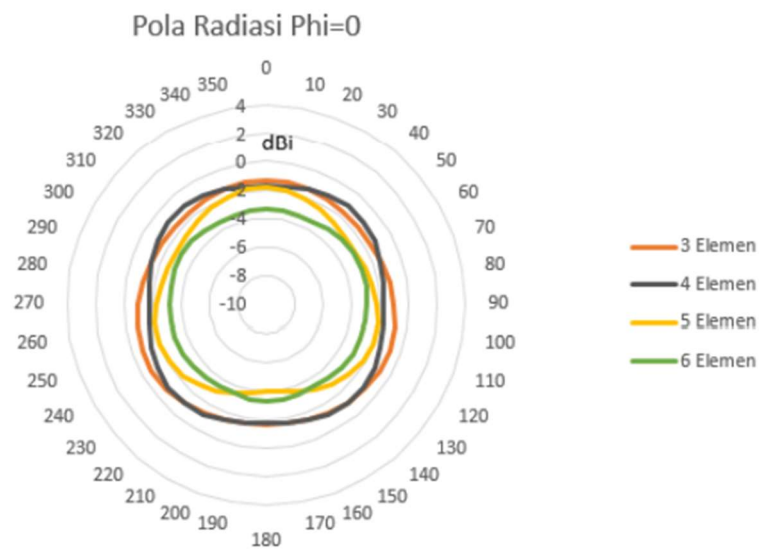
2.8 Pola Radiasi

Pola radiasi merujuk pada distribusi intensitas gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh sebuah antena atau sumber radiasi. Dalam konteks penelitian Anda, pola radiasi memiliki fungsi penting dalam memahami dan menganalisis bagaimana sinyal WiFi atau Bluetooth yang dipancarkan oleh modul ESP32 atau perangkat lain menyebar ke lingkungan sekitarnya. Pola radiasi digunakan untuk menggambarkan arah, kekuatan, dan distribusi sinyal radiasi dalam ruang 3D. Penjelasan pola radiasi melibatkan parameter seperti gain, arah maksimum, pola azimuthal (horizontal) dan pola elevasi (vertikal) (Lestari and Hasanah, no date).



Gambar 2. 9 Induksi Elektromagnetik Terhadap RF

Gambar 2.9 merupakan bagaimana Induksi Elektromagnetik bekerja, dengan memahami pola radiasi ini anda dapat mempelajari karakteristik propagasi sinyal dan memprediksi bagaimana sinyal akan berperilaku dalam ruang. Informasi ini penting dalam perencanaan dan pemetaan jaringan WiFi atau Bluetooth, pemilihan lokasi perangkat, pemilihan antena yang tepat, dan pemilihan strategi pemosisian untuk mencapai cakupan sinyal yang diinginkan. Dengan demikian, penjelasan pola radiasi akan memberikan wawasan tentang bagaimana sinyal WiFi atau Bluetooth terdistribusi dalam lingkungan penelitian Anda, membantu Anda mengoptimalkan desain sistem pembatas area kerja untuk troli barang berbasis IoT dan meningkatkan performa komunikasi nirkabel secara keseluruhan.



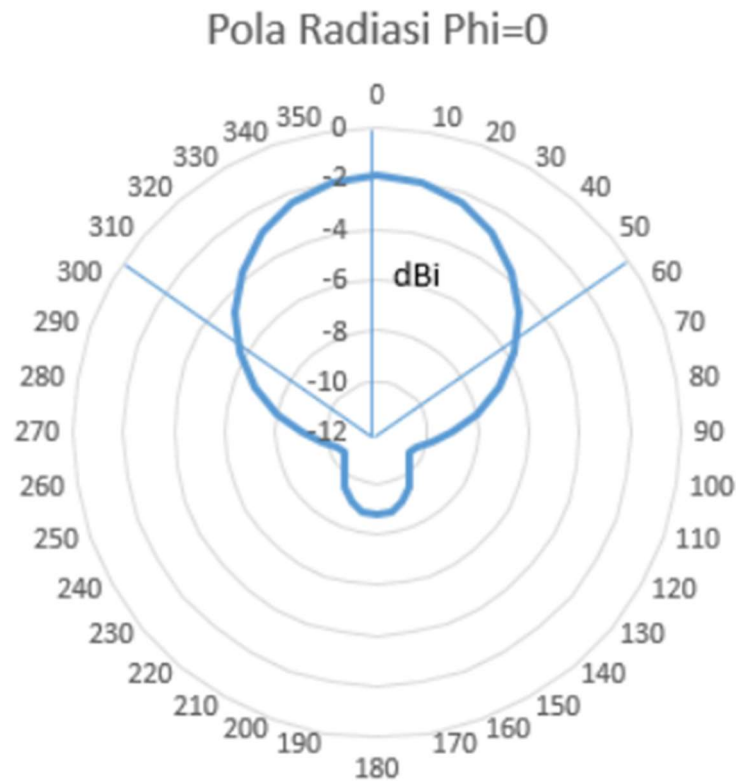
Gambar 2. 10 Pola Radiasi pada beberapa RF antenna Omni

Terlihat pada gambar 2.10 Pola radiasi pada antenna omni adalah pola distribusi sinyal elektromagnetik yang dipancarkan oleh antenna tersebut. Antenna omni adalah antenna dengan pola radiasi yang merata ke segala arah, seperti lingkaran atau bola. Dalam pola radiasi antenna omni, kekuatan sinyal yang dipancarkan relatif seragam di semua arah pada tingkat yang sama.

Pola radiasi antenna omni biasanya digunakan untuk mendistribusikan sinyal secara merata ke segala arah, tanpa mempertimbangkan arah atau keberadaan perangkat penerima. Hal ini berguna dalam situasi di mana perangkat penerima atau pengguna dapat berada di berbagai arah atau posisi relatif terhadap antenna.

Pola radiasi antenna omni dapat digambarkan sebagai pola setengah bola dengan antenna berada di pusatnya. Garis-garis kontur dalam pola radiasi ini menunjukkan tingkat kekuatan sinyal yang dipancarkan pada jarak tertentu dari antenna. Semakin jauh dari antenna, kekuatan sinyal umumnya akan menurun sesuai dengan hukum propagasi gelombang elektromagnetik.

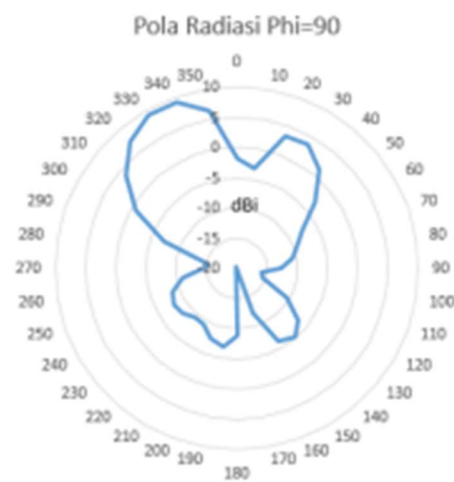
Pola radiasi antenna omni memiliki keunggulan dalam memberikan cakupan yang luas dan merata dalam suatu area tertentu, seperti dalam jaringan Wi-Fi yang digunakan untuk menyediakan konektivitas nirkabel di ruangan atau area publik. Namun, pola radiasi antenna omni juga memiliki kelemahan yaitu dapat mengalami interferensi dan redaman sinyal pada jarak yang lebih jauh dari antenna. Oleh karena itu, perencanaan penempatan dan penggunaan antenna omni harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti jarak, interferensi, dan perubahan lingkungan untuk memastikan kinerja optimal dalam jaringan komunikasi nirkabel.



Gambar 2. 11 Pola Radiasi RF pada Bidang Azimuth

Pola azimuth adalah pola radiasi antenna yang menggambarkan distribusi kekuatan sinyal elektromagnetik dalam bidang horizontal terlihat pada gambar 2.11. Pola azimuth menunjukkan bagaimana kekuatan sinyal antenna berubah seiring dengan perubahan sudut azimuth, yaitu sudut horizontal yang diukur dari titik

referensi tertentu. Dalam pola azimuth, garis kontur menunjukkan kekuatan sinyal yang dipancarkan dalam berbagai arah azimuth. Pola azimuth membantu dalam pemetaan dan pemahaman tentang arah dan distribusi sinyal antenna dalam bidang horizontal. Informasi ini sangat penting dalam perencanaan dan penempatan antenna untuk memastikan cakupan dan kualitas sinyal yang optimal dalam aplikasi komunikasi nirkabel, seperti jaringan seluler, komunikasi satelit, atau jaringan Wi-Fi.



Gambar 2. 12 Pola Radiasi RF pada Bidang Elevasi

Pada gambar 2.12 Pola radiasi dalam bidang elevasi menggambarkan distribusi kekuatan sinyal elektromagnetik pada sudut elevasi dari sebuah antenna. Pola radiasi ini menunjukkan bagaimana kekuatan sinyal berubah seiring dengan perubahan sudut elevasi, yaitu sudut vertikal yang diukur dari titik referensi tertentu. Dalam pola radiasi bidang elevasi, garis kontur menunjukkan tingkat kekuatan sinyal yang dipancarkan dalam berbagai sudut elevasi. Pola radiasi bidang elevasi sangat penting dalam perencanaan dan penempatan antenna, karena dapat mempengaruhi cakupan vertikal dan arah sinyal yang dihasilkan oleh antenna. Pemahaman pola radiasi dalam bidang elevasi membantu dalam memilih antenna

yang sesuai untuk mencapai kinerja optimal dalam aplikasi komunikasi nirkabel, seperti jaringan seluler, komunikasi satelit, atau jaringan WLAN.

2.9 Visual Studio Code

VScode, atau *Visual Studio Code*, adalah sebuah editor kode sumber yang populer dan serbaguna yang digunakan dalam penelitian ini. Fungsi utama VScode adalah menyediakan lingkungan pengembangan yang intuitif dan kuat untuk menulis, mengedit, dan mengelola kode program. Dalam konteks penelitian, VScode digunakan sebagai alat pengembangan perangkat lunak untuk menulis dan menguji skrip, program, atau kode terkait dengan implementasi sistem pembatas area kerja untuk troli barang berbasis IoT.

VScode menawarkan berbagai fitur yang berguna, seperti penyorotan sintaksis, saran kode, *debugging*, integrasi dengan Git, dan ekstensibilitas melalui berbagai plugin dan ekstensi. Kelebihan utama VScode adalah antarmuka pengguna yang intuitif, kinerja yang cepat, serta dukungan yang luas untuk berbagai bahasa pemrograman dan platform. Dengan menggunakan VScode, peneliti dapat dengan mudah mengembangkan dan mengelola kode program yang terkait dengan implementasi sistem pembatas area kerja untuk troli barang berbasis IoT dengan lebih efisien dan produktif.

2.10 Flowchart

Flowchart merupakan gambaran berbentuk suatu grafik yang disertai langkah-langkah dan urutan suatu prosedur dari suatu program. Flowchart dapat membantu proses analisis, perancangan dan pengkodean untuk memecahkan

masalah kedalam bagian-bagian yang lebih kecil untuk pengoperasiannya. Flowchart biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah pada evaluasi lebih lanjut.

Pengertian lain Flowchart dapat dikatakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran proses yang menampilkan beberapa langkah-langkah yang disimbolkan atau dapat diartikan sebagai penggambaran secara grafik dari langkah-langkah atau urutanurutan dari suatu prosedur program yang mempunyai fungsi tertentu. Fungsi Flowchart digunakan untuk memberikan gambaran suatu proses produksi agar mudah dipahami dan mudah dilihat berdasarkan urutan langkahnya dari proses yang satu ke proses yang lainnya. Selanjutnya memberikan kesederhanaan pada rangkaian proses untuk memudahkan pemahaman pengguna terhadap informasi yang dibutuhkan. Adapun petunjuk pembuatan Flowchart adalah sebagai berikut:

1. Flowchart digunakan atau digambarkan dengan halaman atas ke bawah dan dari kiri ke kanan.
2. Kegiatan yang digambarkan harus dapat dimengerti oleh penggunanya.
3. Harus ada kejelasan untuk awal dan akhirnya.
4. Tahapan dari aktivitas harus diuraikan dengan menggunakan deskripsi kata kerja.
5. Tahapan langkah dari kegiatannya harus berada pada urutan yang tepat.
6. Ruang lingkup kegiatan yang berjalan harus ditelusuri dengan seksama.
7. Disarankan penggunaan simbol-simbol Flowchart yang baku.

Flowchart dapat dibagi kebeberapa jenis diantaranya :

1. Flowchart Sistem (*System Flowchart*), Merupakan diagram yang menggambarkan alur kerja atau kegiatan sedang dikerjakan suatu sistem secara keseluruhan. Flowchart ini merupakan deskripsi secara grafik dari tahapan beberapa prosedur yang terkombinasi dan membentuk suatu sistem. Flowchart Sistem dapat terdiri atas data yang mengalir pada sistem dan terdapat proses transformasi data. Data dan proses pada Flowchart sistem dapat digambarkan secara *online* atau *offline*.
2. Flowchart Program dihasilkan dari Flowchart Sistem. Flowchart Program merupakan keterangan yang terinci tentang bagaimana setiap tahapan program atau prosedur sesungguhnya akan atau telah dilaksanakan dan sekaligus menunjukkan setiap tahapan kegiatan pada urutan yang tepat. Seorang programmer menggunakan Flowchart program untuk mendeskripsikan urutan instruksi dari program komputer. Sementara seorang analis sistem menggunakan Flowchart program untuk menggambarkan urutan tugas-tugas suatu job pada suatu prosedur.
3. Flowchart Skematik (*Schematic Flowchart*) Flowchart Skematik hampir sesuai dengan Flowchart Sistem yang mendeskripsikan suatu sistem. Flowchart Skematik ini tidak sekedar menggunakan simbol-simbol Flowchart yang standar, melainkan menggunakan gambar-gambar komputer, perlengkapan lain yang digunakan pada sistem. Flowchart Skematik ditujukan untuk digunakan sebagai komunikasi antara seorang analis sistem dengan seseorang yang tidak familiar dengan Flowchart konvensional.

4. Flowchart Dokumen (*Document Flowchart*). Flowchart dokumen menelusuri alur dari data yang ditulis dari sistem. Flowchart dokumen mempunyai kegunaan utamanya adalah menelusuri alur sistem dari satu bagian ke bagian lainnya yaitu bagaimana alur diproses, dicatat dan disimpan.
5. Flowchart Proses (*Process Flowchart*). Flowchart Proses merupakan suatu teknik deskripsi rekayasa yang memecahkan masalah dengan langkah-langkah sesuai pada suatu prosedur atau sistem. Flowchart Proses digunakan oleh perancang untuk mempelajari dan mengembangkan proses-proses pembentukan deskripsi. Pada analisis sistem, Flowchart proses sangat efektif untuk digunakan menelusuri alur suatu laporan atau form.

Simbol-simbol Flowchart yang biasanya dipakai adalah simbol-simbol Flowchart standar seperti gambar 2.13 dibawah ini :

Gambar	Fungsi	Gambar	Fungsi
	Proses		Card
	Proses pilihan		Punched tape
	Keputusan		Summing Junction
	Input Data dan Output Informasi		Or
	Predefine Proses		Collate
	Internal Storage		Sort
	Dokumen		Extract
	MultiDokumen		Merge
	Terminator (mulai dan Akhir)		Storage Data
	Preparasi		Delay
	Manual Input		Sequential Access Storage
	Manual Operasi		Magnetic Disk
	Penghubung		Direct Access Storage
	Off Page Penghubung		Display

Gambar 2. 13 Flowchart

2.11 Modul WiFi ESP32

Modul WiFi ESP32 merupakan modul mikrokontroler yang dilengkapi dengan kemampuan WiFi yang kuat. Modul ini mendukung standar WiFi 802.11 b/g/n, termasuk mode *Access Point* (AP) dan *mode Station* (STA), yang memungkinkan perangkat untuk berfungsi sebagai hotspot atau terhubung ke jaringan WiFi yang ada. Selain itu, modul WiFi ESP32 juga memiliki fitur keamanan yang lengkap, seperti enkripsi WPA/WPA2, dan mendukung berbagai protokol jaringan seperti TCP/IP, UDP, HTTP, dan MQTT. Modul ini juga memiliki antena onboard yang memberikan kinerja sinyal WiFi yang baik.

Dalam penelitian ini, penggunaan modul WiFi ESP32 sangat penting karena memungkinkan troli barang untuk terhubung dengan jaringan WiFi yang ada di lingkungan kerja. Modul ini dapat digunakan untuk mentransmisikan data dan informasi troli, seperti lokasi, status, dan identifikasi perangkat. Dengan dukungan WiFi yang kuat, troli dapat berkomunikasi secara real-time dengan sistem pengawasan dan pemantauan, serta melakukan interaksi dengan perangkat lain dalam jaringan .

Selain itu, modul WiFi ESP32 juga mendukung mode *promiscuous* yang memungkinkan troli untuk mendeteksi dan memantau lalu lintas WiFi di sekitarnya. Fitur ini dapat digunakan untuk melacak dan mengidentifikasi perangkat WiFi lain yang berada dalam jangkauan troli, sehingga memungkinkan implementasi sistem pembatas area kerja yang lebih efektif.

Dengan kombinasi modul WiFi ESP32 dan modul Bluetooth ESP32, penelitian ini dapat mengoptimalkan konektivitas dan komunikasi troli barang dengan perangkat lain dalam jaringan, serta memungkinkan pengembangan solusi

IoT yang efektif dan adaptif untuk pengawasan, pengendalian, dan pemantauan troli. Modul WiFi ESP32 memiliki spesifikasi yang cukup mengesankan. Berikut adalah beberapa spesifikasi utama dari modul WiFi ESP32:

1. Konektivitas WiFi: Modul ini mendukung standar WiFi 802.11 b/g/n, yang memungkinkan koneksi ke jaringan WiFi yang ada. Modul ini dapat berfungsi baik sebagai *Access Point* (AP) maupun *Station* (STA).
2. Antarmuka: Modul WiFi ESP32 dilengkapi dengan antarmuka serial UART, SPI, I2C, dan GPIO yang memudahkan integrasinya dengan perangkat lain.
3. Kinerja: Modul ini memiliki kecepatan transfer data yang tinggi dengan dukungan untuk *mode multi-threading*, memungkinkan pemrosesan data yang lebih cepat dan efisien.
4. Keamanan: Modul WiFi ESP32 mendukung berbagai protokol keamanan, termasuk enkripsi WPA/WPA2, sehingga data yang dikirimkan melalui jaringan WiFi aman.

Bandingkan dengan Raspberry Pi 3, berikut adalah perbandingan spesifikasi utama:

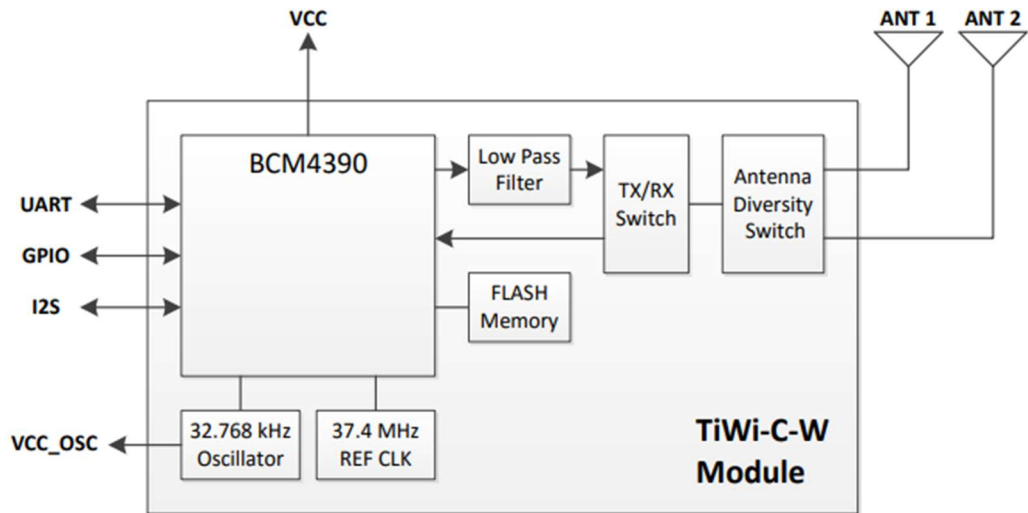
1. Konektivitas WiFi: Raspberry Pi 3 juga mendukung standar WiFi 802.11 b/g/n, memungkinkan koneksi ke jaringan WiFi yang ada. Namun, ESP32 memiliki keunggulan dalam hal kekuatan sinyal WiFi dan jangkauan, yang dapat memberikan konektivitas yang lebih stabil dan lebih luas.
2. Antarmuka: Raspberry Pi 3 dilengkapi dengan berbagai antarmuka yang lebih lengkap, termasuk HDMI, USB, Ethernet, dan slot kartu microSD. Hal ini memungkinkan Raspberry Pi 3 untuk berfungsi sebagai komputer lengkap dengan kemampuan multimedia yang lebih baik.

3. Kinerja: Raspberry Pi 3 memiliki prosesor *quad-core* yang lebih kuat dan RAM yang lebih besar dibandingkan dengan ESP32. Ini membuat Raspberry Pi 3 lebih cocok untuk tugas-tugas yang membutuhkan pemrosesan yang lebih intensif, seperti menjalankan aplikasi berat atau multimedia.
4. Keamanan: Baik ESP32 maupun Raspberry Pi 3 mendukung berbagai protokol keamanan yang sama, seperti WPA/WPA2.

Secara keseluruhan, modul WiFi ESP32 memiliki spesifikasi yang cukup kompetitif dan kuat dalam hal konektivitas WiFi. Namun, Raspberry Pi 3 menonjol dalam hal kemampuan komputasi umum dan ketersediaan antarmuka yang lebih lengkap. Pilihan antara keduanya tergantung pada kebutuhan spesifik penelitian atau proyek yang sedang dilakukan.

Modul WiFi pada ESP32 lebih dipilih daripada Raspberry Pi 3 karena faktor-faktor seperti ukuran dan portabilitas yang lebih kecil, efisiensi energi yang lebih baik, serta harga yang lebih terjangkau. ESP32 dengan ukuran yang kompak dan kemampuan yang efisien secara energi cocok untuk aplikasi dengan batasan ruang fisik dan membutuhkan daya tahan baterai yang lebih lama. Selain itu, harganya yang lebih murah juga membuatnya menjadi pilihan yang menarik untuk proyek dengan anggaran terbatas. Namun, Raspberry Pi 3 tetap menjadi pilihan yang lebih baik jika proyek membutuhkan kemampuan komputasi yang lebih tinggi dan antarmuka yang lebih luas. Keputusan antara keduanya tergantung pada kebutuhan spesifik proyek dan ketersediaan fitur yang diperlukan.

BLOCK DIAGRAM



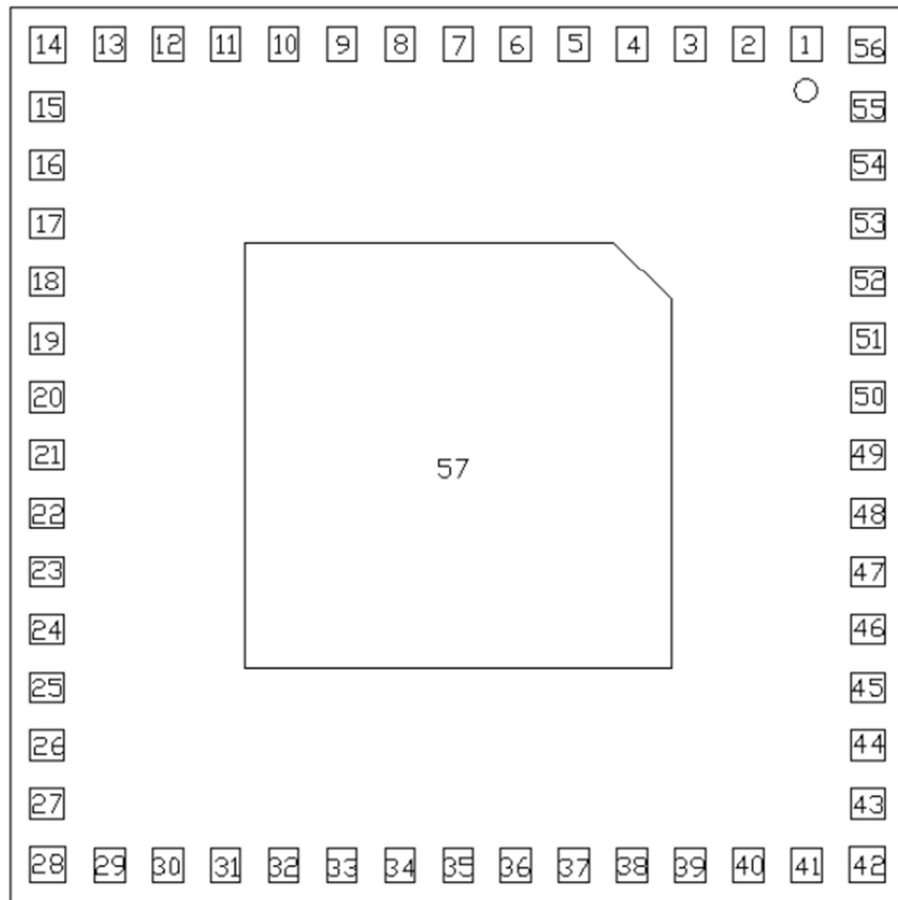
Gambar 2. 14 Block Diagram model wifi 802.11 b/g/n

Pada gambar 2.14 802.11 b/g/n adalah standar jaringan nirkabel yang lebih lama dibandingkan dengan versi AC (802.11ac). Berikut adalah kelebihan dan kekurangan 802.11 b/g/n dibandingkan dengan versi AC:

1. Kecepatan Transfer: Kelebihan 802.11 AC adalah memiliki kecepatan transfer data yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan 802.11 b/g/n. Standar AC mampu menyediakan kecepatan transfer yang lebih tinggi hingga beberapa gigabit per detik, sedangkan 802.11 b/g/n memiliki kecepatan transfer yang lebih rendah, kisaran beberapa ratus megabit per detik.
2. Jangkauan dan Penetrasi Sinyal: 802.11 b/g/n memiliki keunggulan dalam jangkauan sinyal yang lebih luas dan kemampuan penetrasi yang lebih baik. Sinyal 802.11 b/g/n mampu menjangkau area yang lebih besar dan dapat melewati hambatan fisik, seperti dinding, dengan lebih baik daripada 802.11 AC yang memiliki jangkauan yang lebih terbatas.
3. Ketersediaan dan Kompatibilitas: Kelebihan 802.11 b/g/n adalah telah ada secara luas dan kompatibel dengan banyak perangkat nirkabel yang ada di

pasaran. Hal ini membuatnya lebih mudah untuk diimplementasikan dalam jaringan yang sudah ada atau digunakan dengan perangkat yang tidak mendukung standar yang lebih baru seperti 802.11 AC.

4. Kinerja dalam Lingkungan Padat: 802.11 AC memiliki kelebihan dalam kinerja di lingkungan yang padat dan memiliki banyak perangkat yang terhubung. Standar AC menggunakan teknologi yang lebih canggih, seperti *multiple input multiple output* (MIMO) dan *beamforming*, yang memungkinkan peningkatan kinerja dan throughput dalam lingkungan dengan banyak perangkat yang terhubung secara bersamaan.
5. Konsumsi Daya: Kelemahan 802.11 AC adalah konsumsi daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan 802.11 b/g/n. Standar AC menggunakan teknologi yang lebih canggih yang membutuhkan daya lebih banyak, sehingga perangkat yang menggunakan 802.11 AC biasanya memiliki konsumsi daya yang lebih tinggi daripada perangkat yang menggunakan 802.11 b/g/n.



Gambar 2. 15 Pin out 802.11 b/g/n WLAN

Pemilihan antara 802.11 b/g/n dan 802.11 AC harus mempertimbangkan kebutuhan khusus, seperti kecepatan transfer yang diperlukan, jangkauan sinyal yang diinginkan, dan ketersediaan perangkat yang kompatibel terlihat.

Pada gambar 2.15 Secara keseluruhan, pin-out 802.11 b/g/n WLAN memungkinkan Anda menghubungkan dan mengontrol modul Wi-Fi dengan perangkat yang lebih besar, memungkinkan komunikasi nirkabel dan akses ke jaringan Wi-Fi.

2.12 Modul Bluetooth ESP32

Modul Bluetooth ESP32 adalah bagian dari modul mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan komunikasi Bluetooth. Berikut adalah spesifikasi umum dari modul Bluetooth ESP32:

5. Bluetooth Versi: Modul ini mendukung Bluetooth versi 4.2 dan *Bluetooth Low Energy* (BLE). Versi ini memberikan kompatibilitas dengan perangkat Bluetooth lainnya dan kemampuan komunikasi energi rendah.
6. Mode Operasi: Modul Bluetooth ESP32 dapat beroperasi dalam dua mode, yaitu mode klasik dan mode BLE. Mode klasik memungkinkan komunikasi dengan perangkat Bluetooth konvensional, seperti *headphone* atau speaker. Mode BLE memberikan konektivitas dengan perangkat Bluetooth yang menggunakan teknologi energi rendah, seperti sensor atau perangkat wearable.
7. Jangkauan: Modul ini memiliki jangkauan komunikasi Bluetooth yang cukup luas, dapat mencapai hingga beberapa puluh meter tergantung pada kondisi lingkungan.
8. Kecepatan Transfer Data: Modul Bluetooth ESP32 dapat mencapai kecepatan transfer data hingga 3 Mbps dalam mode klasik dan hingga 1 Mbps dalam mode BLE. Kecepatan transfer data yang tinggi memungkinkan transfer file dan streaming audio yang cepat.
9. Antena: Modul ini dilengkapi dengan antena yang terintegrasi untuk memperkuat sinyal Bluetooth dan meningkatkan jangkauan komunikasi.
10. Profil Bluetooth: Modul Bluetooth ESP32 mendukung berbagai profil Bluetooth, termasuk profil *Hands-Free* (HF), *Audio/Video Remote Control*

(AVRCP), dan *Generic Attribute Profile* (GATT), yang memungkinkan komunikasi dengan berbagai perangkat Bluetooth.

Spesifikasi ini memberikan gambaran umum tentang kemampuan modul Bluetooth ESP32 dalam mendukung komunikasi Bluetooth dalam berbagai aplikasi. Namun, penting untuk mencermati spesifikasi yang lebih rinci dan dokumentasi resmi dari produsen untuk informasi yang lebih lengkap dan terperinci.

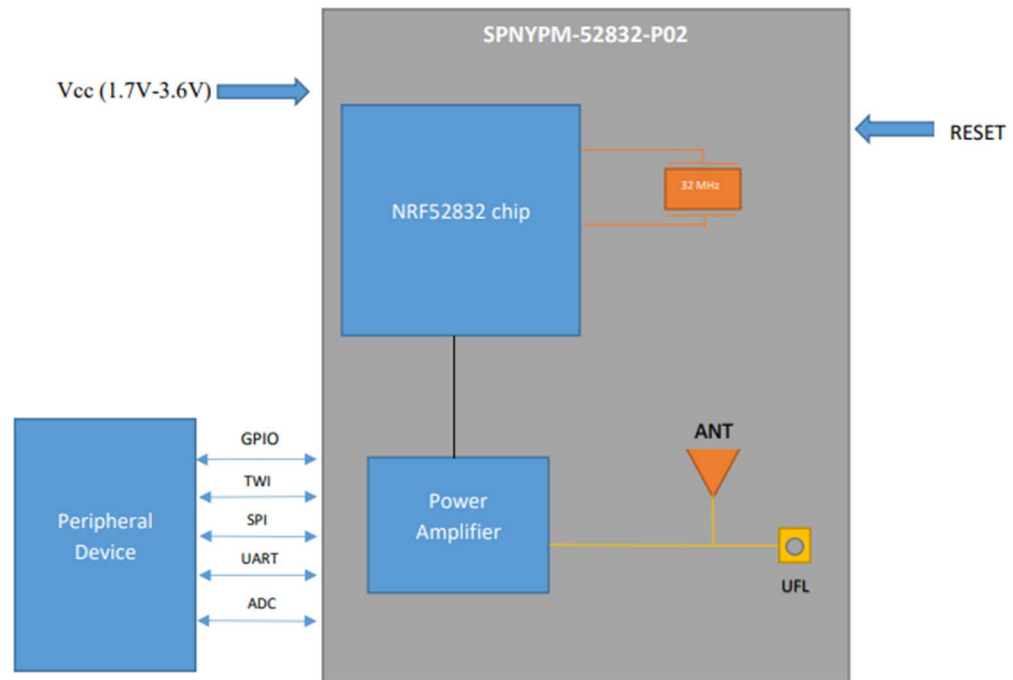
Modul Bluetooth ESP32 dan Modul Bluetooth yang ada di Raspberry Pi 3 adalah dua opsi yang umum digunakan dalam pengembangan aplikasi yang membutuhkan konektivitas Bluetooth. Berikut adalah perbandingan spesifik antara kedua modul tersebut:

1. Versi Bluetooth: Modul Bluetooth ESP32 mendukung Bluetooth versi 4.2, sementara Modul Bluetooth Raspberry Pi 3 mendukung Bluetooth versi 4.1. Dalam hal versi Bluetooth, modul ESP32 memiliki keunggulan karena mendukung versi yang lebih baru, yang dapat memberikan fitur dan kinerja yang lebih baik.
2. Mode Operasi: Kedua modul mendukung mode klasik dan mode *Bluetooth Low Energy* (BLE). Namun, modul ESP32 terkenal dengan kemampuannya dalam mode BLE dan memiliki dukungan yang lebih kuat untuk aplikasi IoT yang menggunakan teknologi energi rendah.
3. Kecepatan Transfer Data: Modul Bluetooth ESP32 dapat mencapai kecepatan transfer data hingga 3 Mbps dalam mode klasik dan hingga 1 Mbps dalam mode BLE. Raspberry Pi 3 juga memiliki kemampuan transfer data yang serupa.

4. Antena: Kedua modul dilengkapi dengan antena terintegrasi untuk memperkuat sinyal Bluetooth. Namun, efektivitas antena dapat bervariasi tergantung pada desain modul dan faktor lingkungan.
5. Kompatibilitas: Modul Bluetooth Raspberry Pi 3 terintegrasi dengan Raspberry Pi dan dapat langsung digunakan dengan sistem tersebut. Sementara itu, modul Bluetooth ESP32 dapat digunakan secara independen atau dengan menghubungkannya ke mikrokontroler lain.

Pilihan antara Modul Bluetooth ESP32 dan Modul Bluetooth Raspberry Pi 3 tergantung pada kebutuhan dan persyaratan spesifik aplikasi yang akan dikembangkan. Jika Anda menggunakan Raspberry Pi sebagai platform utama untuk proyek Anda, menggunakan modul Bluetooth Raspberry Pi 3 dapat memberikan keterpaduan yang lebih baik.

Namun, jika membutuhkan kemampuan BLE yang lebih kuat dan fleksibilitas dalam pengembangan IoT, maka modul Bluetooth ESP32 dapat menjadi pilihan yang lebih unggul. Penting untuk mengevaluasi spesifikasi, dokumentasi, dan dukungan yang disediakan oleh kedua modul ini sebelum membuat keputusan akhir. Modul Bluetooth pada ESP32 dipilih karena memiliki dukungan yang lebih kuat untuk teknologi energi rendah (BLE) dan kemampuan yang lebih baik dalam aplikasi *Internet of Things* (IoT), yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan penelitian ini. Berikut gambaran block diagram yang pada gambar 2.16 di bawah.

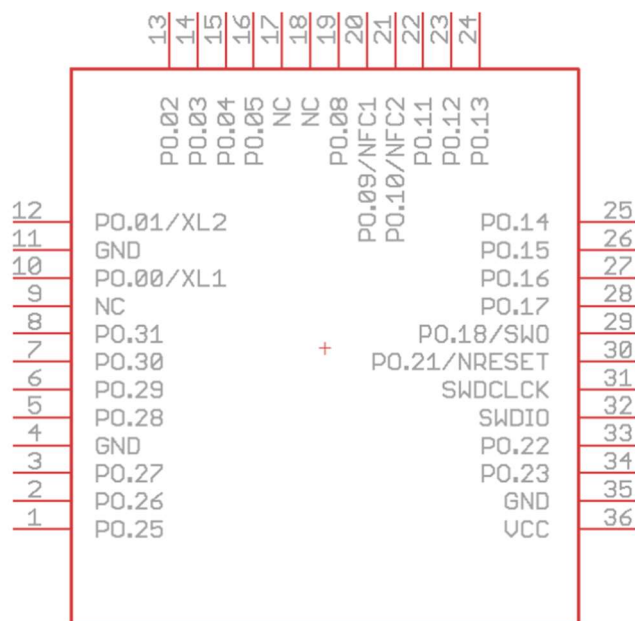


Gambar 2. 16 Block Diagram *Bluetooth* 4.2

Bluetooth versi 4.2 memiliki beberapa kendala ketika dijalankan bersamaan dengan modul WiFi pada ESP32. Berikut adalah lima alasan kenapa keduanya tidak dapat berjalan secara bersamaan:

1. Konflik Frekuensi: Bluetooth versi 4.2 menggunakan frekuensi 2.4 GHz, yang juga digunakan oleh WiFi pada ESP32. Ketika keduanya berjalan bersamaan, terjadi konflik frekuensi yang dapat mengakibatkan gangguan dan interferensi pada sinyal, mengurangi kinerja dan jangkauan keduanya.
2. Penyediaan Kanal: Bluetooth dan WiFi pada ESP32 menggunakan kanal yang tumpang tindih dalam rentang frekuensi 2.4 GHz. Kanal tumpang tindih ini dapat menyebabkan interferensi dan gangguan komunikasi antara perangkat yang menggunakan Bluetooth dan WiFi secara bersamaan.

3. Interferensi Elektromagnetik: Sinyal WiFi dan Bluetooth memiliki karakteristik interferensi elektromagnetik yang dapat saling mempengaruhi. Interferensi ini dapat merusak kualitas sinyal dan mengganggu komunikasi antara perangkat.
4. Konflik Penggunaan Antena: Perangkat ESP32 memiliki satu antena yang digunakan untuk transmisi dan penerimaan sinyal WiFi. Penggunaan Bluetooth secara bersamaan dengan WiFi pada ESP32 membutuhkan pengaturan khusus untuk mengalokasikan antena secara bergantian antara kedua protokol tersebut. Namun, pengaturan ini dapat mempengaruhi kualitas dan kestabilan komunikasi pada keduanya.
5. Penggunaan Sumber Daya: Menjalankan Bluetooth dan WiFi secara bersamaan pada ESP32 dapat meningkatkan konsumsi daya perangkat. Hal ini dapat berdampak negatif pada masa pakai baterai atau daya yang tersedia pada perangkat.



Gambar 2. 17 Pinout Bluetooth versi 4.2

Mengingat kendala tersebut, disarankan untuk tidak menjalankan Bluetooth versi 4.2 secara bersamaan dengan WiFi pada ESP32 jika ingin menghindari masalah interferensi, gangguan, dan penurunan kinerja. Jika memungkinkan, menggunakan versi Bluetooth yang lebih baru atau mempertimbangkan solusi alternatif seperti penggunaan modul eksternal yang mendukung kedua protokol secara independen dapat menjadi pilihan yang lebih baik.

Pada gambar 2.17 inout Bluetooth versi 4.2 diperlukan agar Anda dapat menghubungkan dan mengontrol perangkat yang mendukung teknologi Bluetooth 4.2. Pinout ini memungkinkan koneksi fisik dan komunikasi antara perangkat Bluetooth dengan perangkat lainnya, seperti *mikrokontroler*, *mikroprosesor*, atau sistem lainnya.

Secara keseluruhan, pinout Bluetooth versi 4.2 sangat penting untuk menghubungkan dan mengintegrasikan perangkat dengan teknologi Bluetooth ke dalam berbagai jenis aplikasi dan sistem. Pinout ini memungkinkan komunikasi nirkabel dan akses ke berbagai layanan dan fitur yang ditawarkan oleh teknologi Bluetooth.