

BAB II

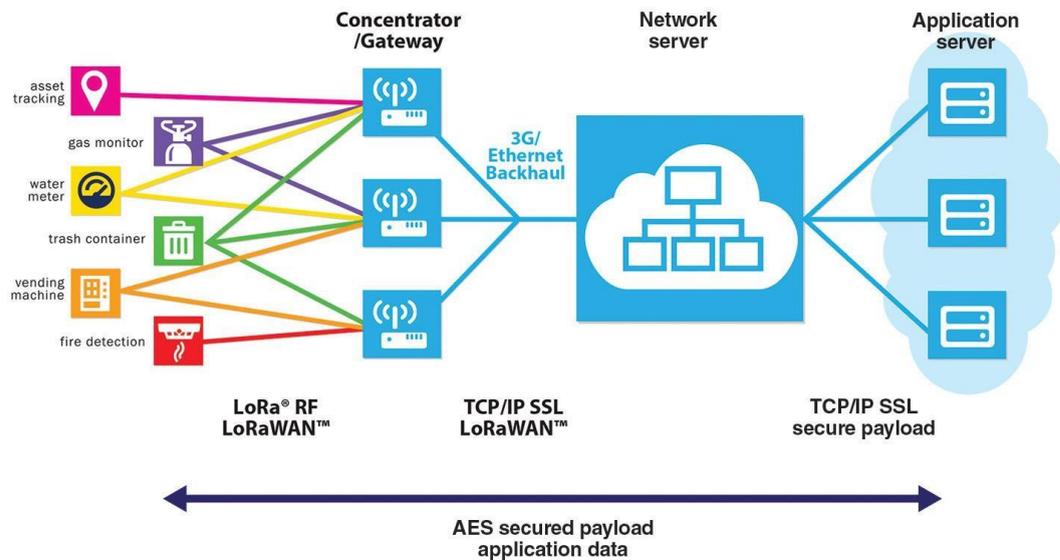
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 LoRa (*Long Range*)

LoRa (*Long Range*) merupakan suatu jenis jaringan untuk area telekomunikasi nirkabel yang dirancang untuk memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan bit rate rendah. LoRa dapat digunakan pada jaringan komunikasi yang memiliki jangkauan luas menggunakan end device. LoRa menawarkan berbagai macam keunggulan yang mampu menjawab tantangan penerapan IoT, tetapi penerapan teknologi LoRa saat ini masih sangat terbatas, sehingga diperlukan simulasi dan analisis kelayakan sejauh mana teknologi LoRa mampu disimulasikan di area perkotaan di Indonesia [15]. Pada penelitian ini dilakukan analisis kinerja dari protokol LoRa untuk transmisi data dengan skenario urban area kondisi Kota Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah mensimulasikan protokol LoRa di aplikasi Network Simulator 3 (NS-3) dengan mengubah parameter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap jumlah end device, jarak radius gateway, dan periode pengiriman data terhadap parameter throughput dan packet loss. Dari hasil simulasi diketahui bahwa untuk pemakaian protokol LoRa di urban area, semakin banyak end device yang dipakai maka semakin besar nilai throughput dan semakin besar nilai packet loss yang didapat [16]. Selain itu, semakin luas area yang dibutuhkan maka throughput dan packet loss yang didapat bernilai konstan. Kemudian, semakin besar periode pengiriman data maka semakin kecil nilai throughput yang didapat dan semakin kecil nilai packet loss yang didapat.

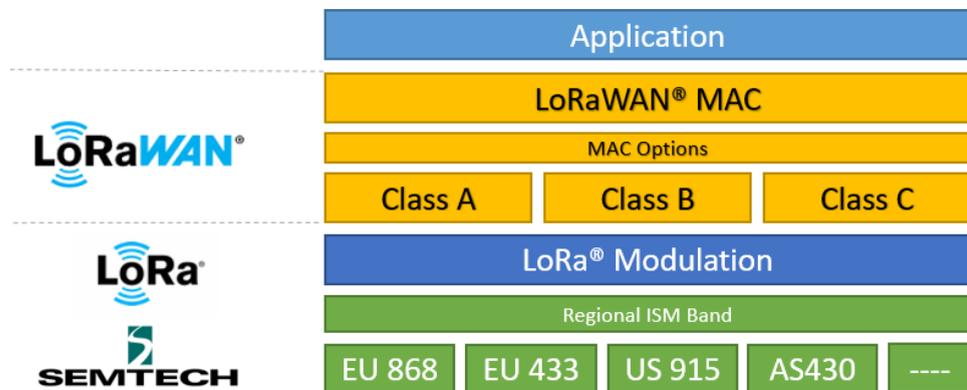
LoRa yang merupakan singkatan dari Long Range adalah teknologi Low Power Wide Area Network (LPWAN) yang dibangun di atas modulasi LoRa. Teknologi ini memungkinkan sejumlah besar perangkat untuk berkomunikasi secara nirkabel jarak jauh (dalam urutan 5-15 km, tergantung pada lingkungan propagasi) pada tingkat data yang rendah. Skenario di mana teknologi ini dapat digunakan adalah jaringan IoT, di mana perangkat perlu berkomunikasi jarang dan

hanya membutuhkan muatan pendek untuk mengirimkan beberapa informasi yang berasal dari sebuah sensor [17].



Gambar 2.1 Arsitektur Protokol LoRa [18]

Sistem LoRa dibangun menggunakan topologi star to star yang memungkinkan device dapat bekerja menggunakan baterai dalam jangka waktu yang lama dibandingkan topologi mesh network. Pada arsitektur LoRa, device tidak ter-asosiasi dengan gateway tertentu. Data dari device akan di terima oleh beberapa gateway dalam jangkauan network LoRa. Tiap gateway akan meneruskan paket yang diterima dari device ke network server yang ada di cloud melalui backhaul seperti ethernet, wifi, satelit ataupun seluler. Pemrosesan dilakukan di level network server yang mengatur jaringan, memfilter paket yang di terima, security check, penjadwalan ACK (acknowledgments), dan mengatur adaptive data rate (ADR). Ketika device bergerak tidak di perlukan handover antar gateway, ini merupakan feature utama untuk menjamin aplikasi LoRa seperti asset tracking yang memang menjadi salah satu target utama vertikal IoT LoRa.



Gambar 2.2 Tumpukan Teknologi LoRa [19]

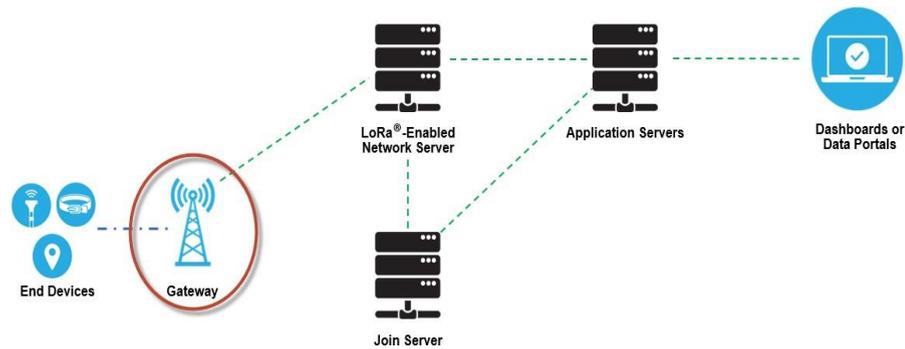
LoRaWAN dibangun di atas Modulasi RF LoRa. Ini menyediakan Media Access Control (MAC), parameter regional, kelas perangkat dan keamanan aplikasi end-to-end untuk muatan data.

Ini adalah tampilan tumpukan teknologi untuk LoRaWAN. Ini menunjukkan aspek regional yang didefinisikan untuk modulasi RF, dan jenis perangkat LoRaWAN yang berbeda. Perintah LoRa MAC digunakan untuk mengontrol saluran RF, daya transmisi, dan faktor penyebaran (kecepatan data).

2.2 Gateway

Singkatnya, gateway adalah node jaringan yang membentuk jalur koneksi antara dua atau beberapa jaringan yang beroperasi dengan protokol transmisi yang berbeda. Setiap perangkat di internet memang mempunyai mempunyai protokol komunikasi yang berbeda. Nah tugas gateway adalah memfasilitasi hubungan antar kedua perangkat tersebut. Salah satu contoh perangkat dan jaringan gateway adalah komputer server utama pada sebuah perusahaan yang mengarahkan trafik dari workstation ke jaringan luar [20]. Contoh lainnya adalah router dan ISP (penyedia layanan internet) pada koneksi internet rumah yang memberi Anda akses ke seluruh world wide web. Gateway bisa berupa perangkat lunak, perangkat keras, atau kombinasi keduanya. Gateway umumnya digunakan pada jaringan LAN (Local Area Network) dan WAN (Wide Area Network). Saat sebuah komputer server bertindak sebagai gateway, perangkat itu juga akan beroperasi sebagai firewall dan

server proxy pada jaringan tersebut. Firewall mencegah lalu lintas yang tidak diinginkan pada jaringan tersebut. Sedangkan, proxy memastikan server dapat menangani semua permintaan Anda.



Gambar 2.3 Gateway dalam penyebaran jaringan LoRa [21]

2.2.1 Tipe-tipe Gateway

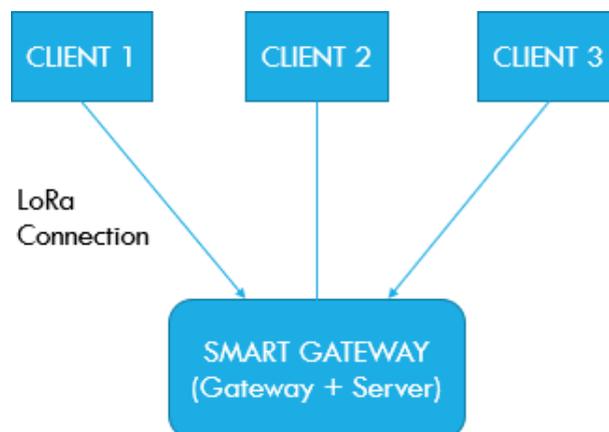
Sebenarnya gateway juga mempunyai banyak tipe yang berbeda, Berikut adalah beberapa diantaranya:

1. *Network gateway*, jenis gateway paling umum yang menyediakan interface antara dua jaringan yang beroperasi dengan protokol berbeda. Setiap kali istilah gateway disebutkan tanpa menentukan jenisnya, itu biasanya merujuk ke network.
2. *Cloud storage gateway*, gateway ini adalah node jaringan atau server yang menerjemahkan permintaan penyimpanan dengan panggilan API layanan penyimpanan cloud yang berbeda, seperti SOAP (Simple Object Access Protocol) dan REST.
3. *IoT Gateway*, IoT (internet of things) gateway mengasimilasi data sensor dari perangkat IoT dan menerjemahkan antar protokol sensor sebelum menghubungkan dan mengirimkannya ke jaringan cloud.
4. *VoIP Trunk gateway*, jenis gateway yang satu ini bertugas untuk memfasilitasi transmisi data antara perangkat layanan telepon lama biasa (POTS) seperti telepon rumah dan mesin faks, dengan jaringan VoIP (voice over Internet Protocol).

Sedangkan, berdasarkan arah aliran data, gateway secara luas dibagi menjadi dua kategori:

1. *Unidirectional gateway*, jenis aliran ini memungkinkan semua data mengalir hanya dalam satu arah. Perubahan yang dibuat di node sumber direplikasi di node tujuan, tetapi tidak sebaliknya. Unidirectional gateway digunakan sebagai alat pengarsipan.
2. *Bidirectional gateway*, sesuai dengan namanya, aliran bidirectional memungkinkan data mengalir ke kedua arah. Jenis aliran ini dapat digunakan sebagai alat sinkronisasi.

2.2.2 Fungsi Gateway



Gambar 2.4 Arsitektur Jaringan Gateway [22]

Pada dasarnya, gateway memiliki berbagai macam fungsi seperti sebagai konversi protokol dan lain sebagainya. Nah berikut adalah penjelasan singkat tentang beberapa fungsi gateway.

1. Sebagai Kovensi Protokol

Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, salah satu fungsi utama dari gateway adalah untuk menghubungkan beberapa jaringan dengan protokol yang berbeda. Tugas gateway disini adalah untuk memastikan bahwa semua jaringan dan perangkat dengan protokol yang berbeda-beda ini dapat terhubung dengan baik. Jaringan gateway bahkan juga bisa

diimplementasikan pada tiap tingkat berbeda di model jaringan OSI (open system interconnection).

2. Memudahkan Akses Informasi

Tanpa adanya gateway, Anda tidak akan bisa mengakses dan membuka informasi yang ada di internet dengan mudah. Gateway memudahkan pertukaran data dan informasi secara online. Contohnya ketika Anda ingin mengetahui pengertian dari suatu hal, pastinya Anda akan menuju Google untuk membaca artikel-artikel yang ada pada halaman pencarian Google bukan?. Saat Anda melakukan itu, perangkat Anda terhubung ke jaringan internet dan Google melalui beberapa gateway mulai dari network, internet, dan lain-lain.

3. Memudahkan Pengaturan Data

Dalam sebuah lingkup perusahaan atau organisasi yang bergantung pada sistem komputer, penggunaan gateway sangat penting untuk memastikan proses bisnis yang lancar. Gateway membantu administrator untuk mengelola dan mengatur data-data antar jaringan komputer dengan lebih mudah karena semua perangkat di dalamnya akan saling terhubung.

4. Meningkatkan Kerja Komputasi

Gateway bisa digunakan untuk meningkatkan performa dan stabilitas komputasi sebuah perusahaan dan organisasi. Di sini tugas gateway adalah memberikan dan membagi tugas komputasi berlebih pada suatu perangkat ke komputer lain yang ada pada sistem jaringan tersebut.

2.2.3 Cara Kerja Gateway

Cara kerja gateway sendiri juga sebenarnya sangat sederhana. Sesuai dengan namanya, gateway bekerja layaknya gerbang pintu masuk yang melakukan koneksi. Setiap jaringan komputer mempunyai paling tidak dua jenis gateway interface yang nantinya akan menghubungkan kedua jaringan tersebut untuk melakukan proses transfer data. Sebagai contoh ketika kita membuka sebuah alamat website, web browser kita akan melewati gateway yang nantinya akan memberikan arahan paket itu sampai ke tujuan.

2.3 Helical Antenna

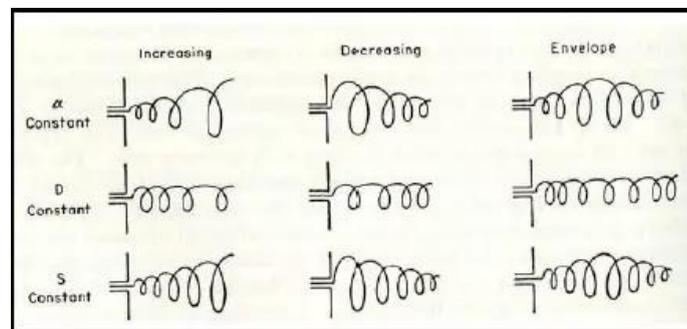
Antena *Heliks* didefinisikan sebagai saluran transmisi dengan pancaran sinyal ke segala arah dengan daya sama. Saluran transmisi tersebut digunakan untuk mengubah gelombang elektromagnetik di udara menjadi gelombang listrik. Antena *Heliks* adalah salah satu elemen penting yang harus ada pada sebuah radio, radar dan semua alat komunikasi nirkabel lainnya.



Gambar 2.5 Helical Antenna [23]

Antena *Heliks* mempunyai sifat umum radiasi atau pancaran sinyal 360-derajat yang tegak lurus ke atas. Antena tersebut secara normal mempunyai gain sekitar 3-12 dBi dengan jarak jangkauan tertentu. Dimana digunakan untuk hubungan P2MP (Point-To-Multi-Point) atau satu titik ke banyak titik di sekitar daerah pancaran. Antena *Heliks* mempunyai keistimewaan yaitu pancaran antenna lebih terfokus. Hal ini menjadikannya sebagai salah satu antenna paling populer untuk memancarkan dan menerima gelombang wifi.

Antena helix atau antena helical merupakan antena yang mempunyai bentuk tiga dimensi. Bentuk dari antena helix menyerupai per atau pegas dengan diameter lilitan serta jarak antar lilitan berukuran tertentu. Helix dapat dimodifikasi dengan memvariasikan parameter geometris tertentu dalam upaya untuk meningkatkan karakteristik dari antena, seperti pada Gambar 2.6 Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara termasuk variasi diameter (D), sudut kemiringan lilitan (α) atau jarak antar lilitan (S).



Gambar 2.6 Ringkasan Modifikasi geometris antena heliks [24]

2.3.1 Jenis – Jenis Antena

1. Antena Directional

Antena jenis ini merupakan jenis antena dengan narrow beamwidth, yaitu punya sudut pemancaran yang kecil dengan daya lebih terarah, jaraknya jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, antena directional mengirim dan menerima sinyal radio hanya pada satu arah, umumnya pada fokus yang sangat sempit, dan biasanya digunakan untuk koneksi point to point, atau multiple point, macam antena direksional seperti antena grid, dish "parabolic", yagi, dan antena sectoral.

2. Antena Omni Directional

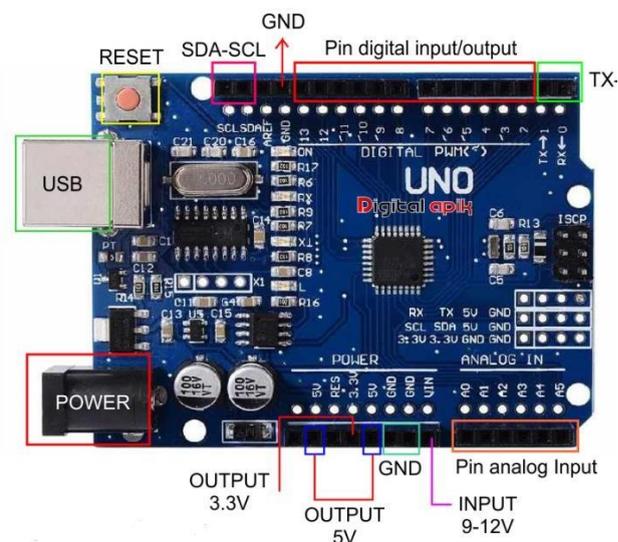
Antena ini mempunyai sudut pancaran yang besar (wide beamwidth) yaitu 360°; dengan daya lebih meluas, jarak yang lebih pendek tetapi dapat melayani area yang luas. Omni antena tidak dianjurkan pemakaiannya, karena sifatnya yang terlalu luas sehingga ada kemungkinan mengumpulkan sinyal lain yang akan menyebabkan interferensi. antena omnidirectional mengirim atau menerima sinyal

radio dari semua arah secara sama, biasanya digunakan untuk koneksi multiple point atau hotspot.

2.4 Arduino UNO

Arduino merupakan sebuah minimum sistem mikrokontroler mempunyai sifat open-source yang tidak sedikit digunakan guna membangun suatu project elektronika. Platform Arduino mengandung dua yakni hardware berupa board dan suatu software atau IDE (Integrated Development Environment) yang berlangsung pada komputer, dipakai untuk mencatat dan mengisikan program ke board Arduino.

Platform Arduino menjadi paling populer untuk orang-orang yang hendak memulai belajar elektronika terutama mikrokontroler, sebab dengan menggunakan Arduino tidak lagi membutuhkan hardware ekstra (sering dinamakan downloader) guna mengisikan program kedalam board mikrokontroler, tapi melulu perlu kabel USB saja yang disambungkan dari komputer ke board Arduino [25].



Gambar 2.7 Arduino UNO [26]

2.4.1 Fungsi Arduino

Secara umum, arduino dengan suatu mikrokontroller ini dapat menciptakan sebuah program yang dapat dipakai untuk mengendalikan sekian banyak komponen elektronika. Sehingga lumayan jelas, bila faedah yang dipunyai arduino uno yaitu untuk mempermudah pemakai dalam mengerjakan prototyping, memprogram mikrokontroller serta menciptakan sekian banyak alat modern berbasis mikrokontroler. Beberapa alat yang biasa diciptakan dengan arduino uno ialah sebagai berikut:

1. Lampu Flip Flop, Lampu Lalu Lintas
2. Robotic : Line Follower, Maze Solver, Pencari Api
3. Pengontrol motor Stepper
4. Detector Suhu dan Mengatur suhu ruangan
5. Jam digital
6. Timer Alarm

2.4.2 Hardware Arduino

Arduino berwujud suatu papan elektronik dengan susunan sistem minimum mikrokontroller di dalamnya. Mikrokontroller yang digunakan ialah AVR produk dari Intel. Beberapa mikrokontroller yang tidak jarang digunakan ialah ATmega168, ATmega328 dan ATmega2560, tergantung dari tipe papan elektronik yang digunakan.

Berikutnya, kita akan mempelajari bagian-bagian dari papan Arduino. Berhubung terdapat begitu tidak sedikit macam papan Arduino, saya bakal contohkan papan Arduino yang tidak jarang digunakan, yakni Arduino Uno. Berikut ialah bagian-bagian dari papan Arduino Uno, yaitu:

1. Pin digital
2. Pin analog
3. Pin power (5V, 3,3V, Ground, Vin, VREF/tegangan referensi)
4. Port ICSP
5. Port USB

6. Soke power
7. Tombol reset

Berikut ini adalah tabel spesifikasi Arduino UNO.

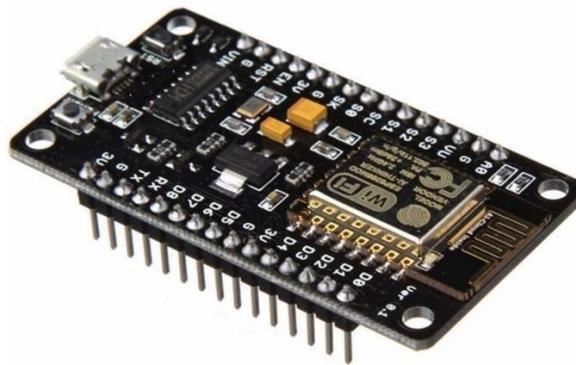
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO

| | |
|-----------------------------|---------------------------|
| Mikrokontroler | ATmega328 |
| Operating Voltage | 5V |
| Input Voltage (recommended) | 7 – 12V |
| Input Voltage (batas) | 6 - 20 V |
| Digital I/O Pins | 14 (6 sebagai output PWM) |
| Analog Input Pins | 6 |
| DC Current per I/O pin | 40 mA |
| DC Current untuk 3.3 V pin | 50 mA |
| Flash Memory | 32 Kb (ATmega328) |
| SRAM | 2 KB (ATmega328) |
| EEPROM | 1 KB (ATmega328) |
| Clock Speed | 16 MHz |
| Panjang | 68.6 mm |
| Lebar | 53.4 mm |
| Berat | 25 g |

2.5 NodeMCU ESP8266

NodeMCU merupakan sebuah *board* elektronik yang berbasis *chip* ESP8266 dengan kemampuan menjalankan fungsi mikrokontroler dan juga koneksi internet (WiFi). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi *monitoring* maupun *controlling* pada proyek IoT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan compiler-nya Arduino, menggunakan Arduino IDE.

Bentuk fisik dari NodeMCU ESP8266, terdapat *port* USB (*mini* USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya. NodeMCU ESP8266 merupakan modul turunan pengembangan dari modul *platform* IoT (*Internet of Things*) keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Secara fungsi modul ini hampir menyerupai dengan *platform* modul arduino, tetapi yang membedakan yaitu dikhususkan untuk “*Connected to Internet*”.



Gambar 2.8 NodeMCU ESP 8266 [27]

NodeMCU pada dasarnya adalah perpanjangan dari ESP8266 dengan *firmware* berbasis e-Lua. NodeMCU dilengkapi dengan konektor micro USB yang digunakan untuk pemrograman dan catu daya. Selain itu, NodeMCU juga dilengkapi dengan *push button* yaitu tombol reset dan *flash*. NodeMCU menggunakan bahasa pemrograman Lua, yang merupakan paket dari ESP8266, Bahasa Lua memiliki logika dan struktur pemrograman yang sama dengan C, kecuali untuk sintaksnya. Jika menggunakan Lua, dapat digunakan alat LuaLoader dan LuaUploader. Selain bahasa Lua, NodeMCU juga mendukung *software* Arduino IDE dengan melakukan beberapa perubahan pada *Board Manager* Arduino IDE. Sebelum menggunakan papan ini, terlebih dahulu harus dibilas untuk menopang alat yang digunakan [28]. Jika menggunakan Arduino IDE, gunakan *firmware* yang sesuai, yaitu rilis *firmware* AiThinker yang mendukung perintah AT. *Firmware* NodeMCU digunakan untuk menggunakan alat pemuat *firmware*.

Berikut ini adalah tabel spesifikasi NodeMCU ESP8266.

Tabel 2.2 Spesifikasi NodeMCU ESP8266

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| Mikrokontroller | Tensilica 32-bit RISC |
| CPU | Xtensa LX106 |
| Tegangan Operasi | 3.3V |
| Tegangan Masukan | 7-12V |
| <i>Pin Digital I/O (DIO)</i> | 16 |
| <i>Pin Analog Input (ADC)</i> | 1 |
| UARTs | 2 |
| SPIs | <i>Yes</i> |
| I2Cs | <i>Yes</i> |
| <i>Flash Memory</i> | 4 MB |
| SRAM | 64 KB |
| <i>Clock Speed</i> | 80 MHz |
| PCB Antenna | <i>Ready</i> |

2.6 Protokol Komunikasi MAC Layer

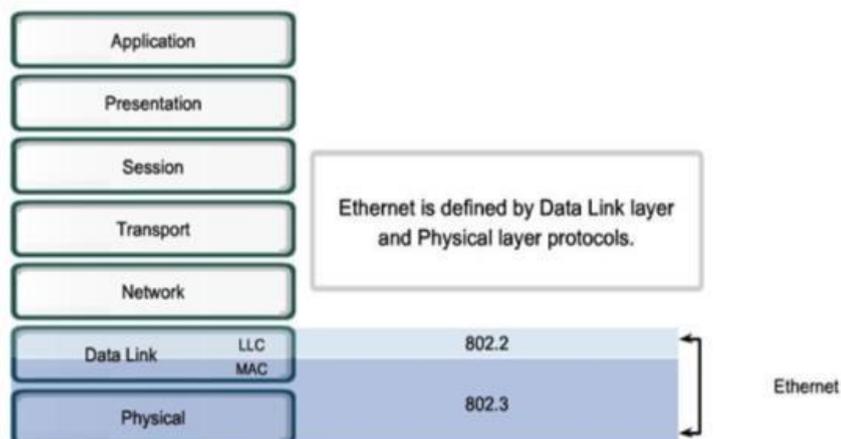
Mac Layer atau (*Media Access Control*) Address adalah sebuah alamat jaringan yang berada pada lapisan data link layer pada lapisan model OSI. Alamat ini berisi kode unik yang diberikan untuk tiap bagian dari perangkat keras jaringan komputer yang terhubung pada jaringan internet. Mac Layer biasanya terletak pada perangkat seperti LAN Card, Router, Wireless Card dan perangkat lain yang menjadi bisa terhubung dengan jaringan internet [29]. Dalam sebuah komputer MAC sublayer pertama atau layer terendah dari datalink layer yang memecah data menjadi frame sebelum melakukan transmisi, dan memegang address fisikal (MAC address) untuk menuju alamat sebuah jaringan. Kemudian dalam pengimplementasiannya dilakukan oleh perangkat keras, biasanya dalam NIC komputer. Lalu, MAC itu sendiri juga memiliki tugas utama, yaitu melakukan Enkapsulasi data dan Media akses kontrol.

2.6.1 Fungsi MAC Layer

MAC Layer berfungsi untuk mengidentifikasi perangkat keras jaringan komputer sehingga perangkat bisa berkomunikasi. Karena keunikan MAC Layer tersebut maka jaringan komputer dapat diidentifikasi siapa yang mengakses sebuah jaringan.

2.6.2 Cara Kerja MAC Layer

MAC Layer mengizinkan perangkat-perangkat dalam jaringan supaya bisa berkomunikasi antara satu dengan perangkat lainnya. Kita ambil contoh, dalam sebuah jaringan berbasis Ethernet, setiap header dalam frame Ethernet mengandung informasi mengenai MAC Layer dari komputer sumber (source) dan MAC Layer dari komputer tujuan (destination). Beberapa perangkat, seperti bridge dan switch Layer-2 akan melihat pada informasi MAC Layer dari komputer sumber (Source) dari setiap frame yang ia terima selanjutnya menggunakan informasi MAC Layer tersebut untuk membuat "tabel routing" internal secara dinamis. Perangkat-perangkat tersebut juga kemudian menggunakan tabel yang baru dibuat tersebut untuk meneruskan frame yang ia terima ke sebuah port atau segmen jaringan tertentu di mana komputer atau node yang memiliki MAC Layer tujuan berada.



Gambar 2.9 Pengalamatan MAC Layer [30]

Dalam perangkat komputer, *MAC Layer* ditetapkan ke satu buah kartu jaringan (*network interface card/NIC*) yang digunakan untuk menghubungkan komputer tersebut ke jaringan. *MAC Layer* biasanya tidak dapat diubah karena telah dimasukkan ke dalam ROM. Namun, ada juga kartu jaringan menyediakan utilitas yang mengizinkan anda untuk mengganti *MAC Layer*, meskipun mengganti *MAC Layer* kurang disarankan. Apabila dalam sebuah jaringan terdapat dua *network card* yang memiliki *MAC Layer* yang sama, ini akan mengakibatkan terjadinya konflik alamat, sehingga komputer tidak dapat saling berkomunikasi antara satu dengan lainnya. Beberapa kartu jaringan, seperti halnya kartu *Token Ring* mengharuskan pengguna untuk mengatur *MAC Layer* (tidak dimasukkan ke dalam ROM), sebelum dapat digunakan.

2.7 CSMA CA (*Carrier Sense Multiple Access - Collision Avoidance*)

Merupakan suatu device yang bertugas untuk mendeteksi media tentang keberadaan sinyal data, jika media bebas maka perangkat akan mengirim pemberitahuan pada media, bahwa perangkat tersebut akan melakukan pengiriman data. Setelah pemberitahuan dilakukan, maka perangkat kemudian mengirimkan data. Biasanya hal ini digunakan oleh 802.11 jaringan nirkabel teknologi.

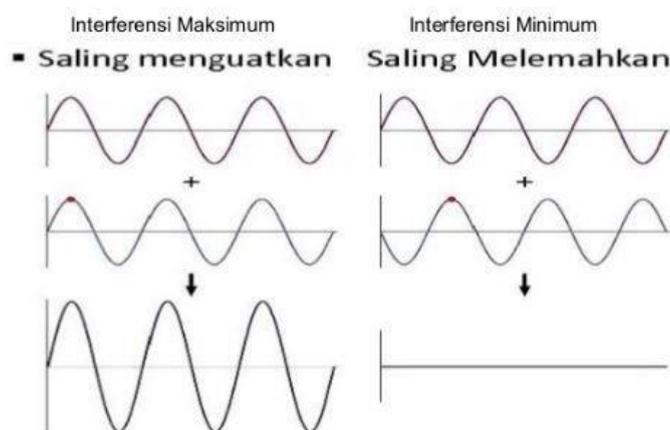
Ini adalah skema akses jamak yang digunakan dalam metode akses lapisan 2 di mana metode berikut digunakan ketika node mencoba untuk mengirimkan secara bersamaan dalam jaringan bersama. Di sini node yang ingin mengirim pertama harus mendengarkan media untuk periode yang ditentukan sebelumnya untuk menilai status saluran. Jika saluran idle maka node mampu melakukan transmisi. Jika tidak, saluran dikatakan sibuk dan node harus menunggu hingga saluran masuk ke mode siaga. Ini diterapkan di LAN nirkabel IEEE 802.11 dan jaringan nirkabel lainnya dan ini lebih disukai karena jaringan nirkabel tidak dapat mendeteksi tabrakan saat melakukan transmisi seperti jaringan kabel. Jadi implementasi CSMA CA akan meningkatkan *packet dropping* di jaringan nirkabel.

2.7.1 Perbedaan CSMA CA DAN CSMA CD

1. CSMA-CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance):
Protokol ini bekerja dengan prinsip mendeteksi pembawa (carrier sense) sebelum mengirimkan data untuk menghindari terjadinya tabrakan data. Jika saluran terdeteksi sedang digunakan (carrier busy), perangkat akan menunda transmisi data sampai saluran kosong (carrier idle).
2. CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection):
Protokol ini juga menggunakan prinsip mendeteksi pembawa sebelum mengirim data. Namun, jika terjadi tabrakan data, perangkat yang mengalami tabrakan akan mendeteksi tabrakan tersebut dan mengirimkan sinyal khusus untuk memberitahu semua perangkat di jaringan bahwa terjadi tabrakan, sehingga perangkat-perangkat tersebut dapat menunda transmisi data dan mencoba lagi kemudian.

2.8 Interferensi

Interferensi adalah interaksi antar gelombang di dalam suatu daerah. Interferensi dapat bersifat membangun dan merusak. Bersifat membangun jika beda fase kedua gelombang sama dengan nol, sehingga gelombang baru yang terbentuk adalah penjumlahan dari kedua gelombang tersebut. Bersifat merusak jika beda fasenya adalah 180 derajat, sehingga kedua gelombang saling menghilangkan. Interferensi yang bersifat membangun disebut interferensi konstruktif sedangkan yang bersifat merusak disebut interferensi destruktif [31].



Gambar 2.10 Gelombang Interferensi [32]

2.9 Sensor MQ-7

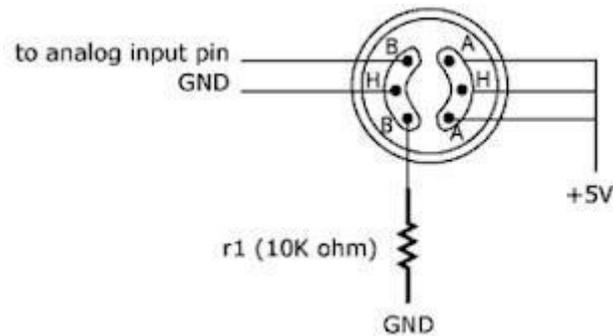
Sensor MQ-7 merupakan sensor gas yang digunakan dalam peralatan untuk mendeteksi gas karbon monoksida (CO) dalam kehidupan sehari-hari seperti dari paparan, polusi industri, asap rokok ataupun asap kendaraan mobil dan motor. Fitur dari sensor gas MQ-7 ini adalah mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap karbon monoksida (CO), stabil, dan berumur panjang. Sensor ini menggunakan catu daya heater : 5V AC/DC dan menggunakan catu daya rangkaian : 5 VDC, jarak pengukuran : 20 - 2000 ppm untuk ampuh mengukur gas karbon monoksida [33].



Gambar 2.11 Sensor MQ-7 [34]

Sensor gas MQ-7 disusun oleh mikro AL₂O₃ tabung keramik, Tin Dioksida (SnO₂) lapisan sensitif, elektroda pengukuran dan pemanas adalah tetap menjadi kerak yang dibuat oleh plastik dan stainless steel bersih. Pemanas menyediakan kondisi kerja yang diperlukan untuk pekerjaan komponen sensitif. Sensor Gas MQ-7 dibuat dengan 6 pin, 4 dari mereka yang digunakan untuk mengambil sinyal, dan 2 lainnya digunakan untuk menyediakan arus pemanasan.

2.9.1 Prinsip Kerja Sensor MQ-7



Gambar 2.12 Rangkaian Dasar Sensor MQ-7 [35]

Sinyal ketika sensor digeser dari udara bersih untuk karbon monoksida (CO), pengukuran sinyal dilakukan dalam waktu satu atau dua periode pemanasan lengkap (2,5 menit dari tegangan tinggi ke tegangan rendah). Lapisan sensitif dari MQ-7 komponen gas sensitif terbuat dari SnO₂ dengan stabilitas. Jadi, MQ-7 memiliki stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Masa servis bisa mencapai 5 tahun di bawah kondisi penggunaan. Penyesuaian sensitivitas nilai resistansi MQ7 adalah perbedaan untuk berbagai jenis dan berbagai gas konsentrasi. Ketika secara akurat mengukur, titik alarm yang tepat untuk detektor gas harus ditentukan setelah mempertimbangkan pengaruh suhu dan kelembaban.

2.9.2 Karakteristik Sensor MQ-7

Karakteristik sensitivitas sensor Gas MQ-7 adalah sebagai berikut:

1. R_s /tahanan permukaan terhadap tubuh = 2-20k pada 100ppm Carbon Monoxide(CO).
2. $a(300/100\text{ppm})/\text{tingkat konsentrasi kemiringan} = \text{Kurang dari } 0.5 R_s(300\text{ppm})/R_s(100\text{ppm})$.
3. Standar kondisi bekerja = temperature $-20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ kelembapan $65\% \pm 5\%$, $R_L: 10\text{K}\Omega \pm 5\%$, $V_c: 5\text{V} \pm 0.1\text{V}$ $V_H: 5\text{V} \pm 0.1\text{V}$, $V_H: 1.4\text{V} \pm 0.1\text{V}$.
4. Waktu panaskan tidak kurang dari 48 jam
5. Jarak deteksi: 20ppm-2000ppm carbon monoxide

2.10 Tabel Perbandingan Penelitian

Berikut Tabel Perbandingan Penelitian yang dilakukan untuk menjadi referensi pembuatan tugas akhir.

Tabel 2.3 Tabel Perbandingan Penelitian Sebelumnya

| No | Penulis | Judul | Tahun Jurnal | Kelebihan | Kekurangan |
|----|--|---|--------------|---|---|
| 1. | Mahmoud Gamal, Nayera Sadek, Mohamed R.M, Rizk. | CSMA-CA MAC Layer Data Analysis for Predicting Kebakaran and Komunikasi Taktis. | 2020 | 1. Biaya murah. 2. Menggunakan NodeMCU ESP8266. | 1. Pengambilan data terbatas. 2. Antena yang digunakan tidak memancarkan lebih jauh. |
| 2. | Kiyoshy Nakamura, Pietro Manzoni, Alexander Redondi.all | Protokol berbasis LoRa untuk menghubungkan node komputasi tepi IoT untuk menyediakan layanan berbasis data kecil. | 2019 | 1. Menggunakan antena GPS rx (1575,42 MHz). | 1. Masih menggunakan koneksi internet. 2. Tidak ada penambahan data sensor. |
| 3. | Raymond J. Jayabal, Chiew Tong Lau.dll | Sistem Pemantau Suhu dan Kelembaban Pada Gudang Penyimpanan, dengan LoRa, Metode CSMA/CA, dan Aplikasi Telegram. | 2019 | 1. Dijelaskan cara pembuatan antena. 2. Lebih sederhana dalam pengoperasiannya. | 1. Dalam penampilan hasil data informasi kurang jelas. 2. Tidak menggunakan software tambahan. |
| 4. | Baher Mawlawi, Jean-Baptiste Dore, Nikolai Lebedev, Jean-Marie Gorce | Evaluasi Kinerja Multiband LoRa Dengan Multinode Untuk komunikasi M2M dengan strategi transmisi ulang terbatas. | 2019 | 1. Terdapat perhitungan antara pengukuran dan pengujian antena. 2. Terdapat tampilan data yang di transmit tabrakan. | 1. Tidak menggunakan antena omnidirectional. 2. Pengambilan data yang terbatas. |
| 5. | Shi Longlong, Qiu Chunling, Gao Peng.dll | Penelitian dan Simulasi Mekanisme CSMA/CA Protokol ZigBee. | 2018 | 1. Menggunakan Antena dipole 2. Menggunakan NodeMCU 8266. | 1. Memerlukan biaya yang cukup mahal. |

| | | | | | |
|-----|--|--|------|--|--|
| 6. | Marie Duflo, Laurent Fribourg, Thomas Herault.dll | Pemeriksaan Model Probabilistik Protokol MAC Layer Menggunakan PRISM dan APMC. | 2018 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Penangkapan data yang dikirim sangat baik. 2. Menggunakan hardware dan software lebih sedikit. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan data yang terbatas. |
| 7. | Tamer M.S.Khattab, Mahmoud T.El-Hadidi, Hebat-Allah M.Mourid | Analisis Jaringan CSMA/CA Nirkabel Menggunakan Superposisi Stasiun Tunggal. | 2016 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Biaya murah. Menggunakan antena omnidirectional. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengambilan data yang terbatas. |
| 8. | BethainaTouijer, YannBen Maissa, SalmaMouline | Akses LoRa untuk WBANs: Evaluasi kinerja dan prosedur pemilihan counter backoff baru. | 2016 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemasangan LoRa sebanyak banyaknya unit teintegrasi ATM System. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Belum dilakukan Instalasi, Standarisasi dan sertifikasi peralatan. 2. Belum ada prosedur, penyusunan konsep dan peraturan. |
| 9. | D.Mahmood, Z.A.Khan, U.Qasim.dll | Menganalisis dan Mengevaluasi Periode Akses Perselisihan CSMA / CA Berlubang untuk IEEE802.15.4. | 2014 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Terdapat perbandingan perhitungan antara pengukuran dan pengujian antena. 2. Dijelaskan nilai return loss adalah -31,16 dB dan VSWR adalah 1,04. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak melakukan pengujian hasil dari transmisi Gateway yang diperoleh oleh antena. |
| 10. | Mohamed Saban, Otman Aghzout, Leandro D. Medus, dan Aghzout | Analisis Eksperimental Jaringan IoT Berdasarkan LoRa/LoRaWAN di bawah Indoor dan Lingkungan Luar Ruangan: Performa dan Keterbatasan. | 2013 | <ol style="list-style-type: none"> 1. Dijelaskan Penggunaan LoRa secara realtime. 2. Menggunakan IoT. | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak dijelaskan penggunaan dalam menerima sinyal. |