

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Pengajuan penelitian yang dilakukan oleh penulis mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya, yaitu berdasarkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Uraian Penelitian – Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Tahun	Oleh	Isi Penelitian
Kajian Kualitas Air dan Status Mutu Air di Kota Pontianak.	2017	Marcelina, S.T., M.Sc	Penentuan status mutu sungai Putat dengan metode STORET variable parameter yang menentukan baku buku untuk metode tersebut yaitu pH, COD dan total Posphat, hasil parameter tersebut dihitung status mutu air.
Implementasi Sistem Akuisisi Data Sensor Pertanian Menggunakan Protokol Komunikasi LoRa	2019	Richad Gilang Wisduanto, Adhitya Bhawiguya, Kasyful Amron.	Pengujian pada modul <i>Transceiver HopeRF-RFM9x</i> . Pengujian yang dilakukan terdiri dari 2 pengujian, yaitu pengujian fungsional berdasarkan berhasilnya komunikasi dilakukan dan fungsi kinerja berdasarkan <i>packet loss</i> dan <i>delay</i> .
Implementasi Sistem Gateway Discovery pada Wireless Sensor	2019	Alfian Rizky Susanto, Adhitya	Membuat sistem <i>gateway</i> menggunakan modul <i>Transceiver HopeRF-RFM9x</i> dan melakukan

Network (WSN) Berbasis Modul Komunikasi LoRa		Bhawiguya, Kasyful Amron.	pengujian <i>gateway</i> dengan mengirimkan data dari <i>node</i> ke <i>gateway</i> . Pada pengujian dilakukan berdasarkan pengukuran parameter <i>association time</i> dan <i>broadcast loss</i> .
<i>Study of LoRa (Long Range) communication for monitoring of a ship electrical system</i>	2019	Setiawan B., E.S. Putra., I. Siradjuddin., M. Junus., D. Dewatama., S.Wiyanto	Melakukan studi pada modul <i>Transceiver SX 1278</i> untuk monitor sistem listrik perkapalan. Pada penelitian ini menggunakan 3 <i>Transceiver</i> dengan masing – masing <i>Transceiver</i> memonitor tegangan dan arus pada sistem kelistrikan, tenaga, komunikasi dan navigasi dan dikirimkan ke <i>Transceiver</i> pada bagian <i>server</i> .

2.2 Intrusi Air Laut

Intrusi air laut adalah masuknya air laut kedalam pori-pori batuan dan bercampur dengan air tanah yang terkandung didalamnya, sehingga air laut menggantikan posisi air tawar di dalamnya sehingga jenis air tersebut berubah menjadi air payau bahkan air laut itu sendiri. Tabhita Abid, 2016 berpendapat bahwa terjadinya intrusi air laut diawali dengan adanya pergerakan zona transisi secara dinamis yang disebabkan oleh perubahan akuifer tertekan dan dipengaruhi oleh satuan batas garis pantai, sehingga terjadi desakan antara air laut dan air tawar.



Gambar 2.1 Ilustrasi Denah Air
(Sumber: <http://geoenviron.blogspot.com>)

Intrusi air laut akan terjadi terus menerus apabila proses pengambilan air tanah dengan jumlah yang berlebihan atau eksploitasi air tanah. Namun tidak hanya perbuatan tersebut yang mengakibatkan intrusi air laut terjadi, melainkan ada beberapa faktor yang menjadi penyebab intrusi air laut diantaranya aktivitas manusia, faktor batuan, fluktuasi air tanah, letak dan jarak dekat dengan pantai, dan curah hujan rendah.

Intrusi air laut sangat jadi perhatian bagi pemerintah, akibat dari intrusi air laut terjadi perubahan kualitas dan kuantitas air tanah tersebut. Air tanah yang semulanya layak digunakan untuk air minum dan dasar dari kebutuhan tanaman contohnya perkebunan mengalami perubahan mutu air sehingga tidak layak digunakan untuk dasar kebutuhan sehari-hari manusia.

Tabel 2.2 Klasifikasi Air Berdasarkan Salinitas

No.	Salinitas (mg/L)	Jenis Air
1	< 1.000	Tawar
2	1.000 – 3.000	Payau
3	3.000 – 35.000	Asin
4	> 35.000	Sangat Asin

Berdasarkan pernyataan yang dikutip pada laman *doktersehat.com*, zat padat selalu terdapat dalam air dan kalau jumlahnya terlalu banyak tidak baik sebagai air minum, banyaknya zat padat yang diisyaratkan untuk air minum adalah kurang dari 500 mg/L. Pengaruh yang menyangkut aspek kesehatan dari pada

penyimpangan kualitas air minum dalam hal total solids ini yaitu bahwa air akan memberikan rasa tidak enak pada lidah dan rasa mual.

Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menetapkan bahwa untuk kualitas air pada tanaman kelas 1,2 dan 3 diisyaratkan memiliki nilai TDS/Salinitas sebanyak < 1.000 mg/L dan untuk kelas 4 memiliki nilai < 2.000 mg/L.

2.3 Teori Pendukung

2.3.1 *Real Time Operating System (RTOS)*

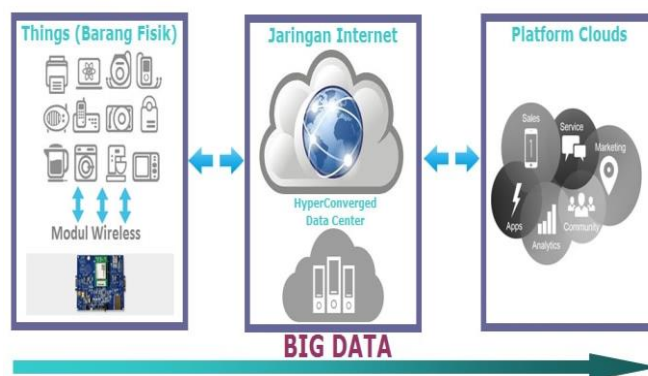
Kondisi pengoperasian dari suatu sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dibatasi oleh rentang waktu dan memiliki tenggat waktu (*deadline*) yang jelas, relatif terhadap waktu suatu peristiwa atau operasi terjadi.

2.3.2 *Gateway*

Gateway diartikan berupa gerbang yang dapat diakses oleh lebih dari satu jaringan, baik kecil maupun besarnya kapasitas jaringan yang diakses. Memiliki fungsi yang sangat banyak seperti *Protocol Converting*, mudah dalam akses informasi, stabilitas performa komputasi terjaga, mudah dalam mengatur data yang masuk.

2.3.3 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things atau dikenal IoT, merupakan suatu cara yang bertujuan untuk memperluas akses dari konektivitas internet yang tersambung dan memungkinkan kita untuk menghubungkan beberapa alat seperti benda elektronik dan benda fisik lainnya yang menggunakan sensor jaringan dan aktuator untuk mendapatkan data dan mengelola data tersebut. Sehingga memungkinkan benda tersebut untuk berkerja sama serta berjalan berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen. Contoh sederhana yaitu sebuah kulkas yang dapat menginformasikan pesan kepada pemiliknya via SMS atau E-mail yang terhubung pada Smartphone tentang minuman atau makanan yang sudah habis dan apa saja yang perlu distok ulang.



Gambar 2.2 Konsep IoT

(Sumber: <https://mobnasesemka.com/internet-of-things/>)

Konsep IoT sebenarnya sangatlah sederhana dan cara kerjanya mengacu pada 3 elemen utama pada arsitektur IoT yaitu barang fisik yang dilengkapi modul IoT, perangkat koneksi ke internet seperti modem dan *Cloud Data Center* tempat untuk menyimpan aplikasi beserta data base. Dasar prinsip kerja IoT adalah benda di dunia nyata diberikan identitas agar dapat dikali di sistem komputer dan dapat diwakilkan dalam bentuk data pada sistem komputer.

2.3.4 Arduino Uno

Arduino Uno dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.3 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328P, *board* ini memiliki 14 *digital input / output* pin. dalam pengoperasiannya arduino uno dapat dihubungkan ke komputer dengan kabel USB, dari adaptor AC-DC, dan juga baterai (Heriyanto Ebiet Van TA, 2014). Arduino Uno memiliki spesifikasi seperti di bawah ini :

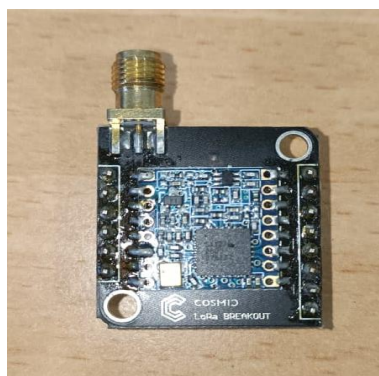
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino ATmega328P

<i>Name</i>	ATmega328P
<i>Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (Recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (Limit)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	14
<i>PWM Digital I/O Pins</i>	6
<i>Analog Input Pins</i>	6
<i>DC Current per I/O Pin</i>	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
<i>Flash Memory</i>	32 KB, 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
LED_BuiltIn	13

(Sumber: www.arduino.cc)

2.3.5 Modul Transceiver SX1276

Modul *Transceiver* dapat dilihat pada gambar berikut.

**Gambar 2.4** Modul *Transceiver* SX1276

Modul *transceiver* SX1276 dalam menyampaikan informasi memiliki fitur modem jarak jauh, sehingga modul *transceiver* SX1276 sangat cocok digunakan untuk sistem monitoring. Modul *transceiver* SX1276 juga mudah digunakan, berukuran kecil, dan berdaya rendah untuk transmisi data nirkabel jarak

jauh. Menurut Setiawan (2019), fitur *Long Range* pada modul *Transceiver SX1276* dapat menjadikan komunikasi *wireless* bisa mencapai jarak jauh dengan mengurangi kecepatan transfer data, menggunakan frekuensi rendah, dan pembatasan banyaknya perangkat yang dapat berkomunikasi. Fitur tersebut memiliki keuntungan yang melibatkan konsumsi energi, jarak transmisi, dan area cakupan jika dibandingkan dengan komunikasi *wireless* lainnya seperti Wi-Fi, *Bluetooth*, dan *Zigbee*. Spesifikasi *Transceiver SX1276* pada Tabel 2.4.

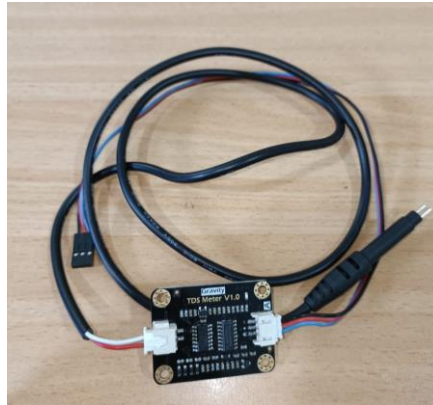
Tabel 2.4 Spesifikasi *Transceiver SX1276*

<i>Name</i>	SX1276
<i>Frequency Range</i>	137 – 1020 MHz
<i>Spread Spectrum Factor</i>	6 - 12
<i>Bandwidth</i>	125 – 500 KHz
<i>Effective Bit Rate</i>	0.0018 – 40Kbps
<i>Estimated Sensitivity</i>	-111 to -148dBm

(Sumber: *Semtech Corporation, 2020*)

2.3.6 Sensor *Total Dissolve Solid (TDS)*

Sensor TDS adalah sensor yang menentukan nilai kadar air. TDS meter dapat diterapkan untuk air domestik, hidroponik dan bidang pengujian kualitas air lainnya. Sensor ini menggunakan metode *Electrical Conductivity*, di mana dua *probe* (elektroda) yang dihubungkan untuk mendapatkan nilai larutan yang diukur. *Probe* tersebut diberi beda potensial listrik (sinusoida) akan mengalir arus listrik. TDS suatu larutan akan sebanding dengan ion- ion dalam larutan tersebut. Kemudian rangkaian pemroses sinyal yang memberikan sumber tegangan AC konstan pada *probe* akan mengkonversi nilai yang didapat menjadi tegangan.



Gambar 2.5 Sensor TDS

Sensor TDS yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

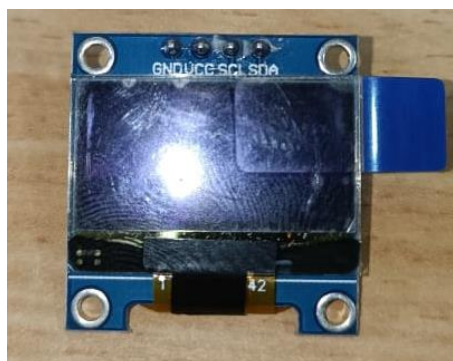
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor TDS

<i>Name</i>	<i>Total Dissolve Solid</i>
<i>Input Voltage</i>	3.3 – 5.5 V
<i>Output Voltage</i>	0 – 2.3 V
<i>Working Current</i>	3 – 6 mA
<i>TDS Measurement Range</i>	0 – 1000ppm
<i>TDS Measurement Accuracy</i>	± 10% F.S. (25 °C)
<i>Size</i>	42 x 32mm
<i>Interface</i>	PH2.0 – 3P
<i>Electrode Interface</i>	XH2.54 – 2P

(Sumber: <https://www.dfrobot.com>)

2.3.6 OLED Display I2C 0.96”

OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) I2C 0.96 Inch dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2.6 OLED Display

Teknologi OLED dikembangkan untuk memperoleh tampilan yang luas, fleksibel, murah dan dapat digunakan sebagai layar yang efisien untuk berbagai keperluan layar tampilan atau *display*. Jumlah warna dari cahaya yang dipancarkan oleh peranti OLED berkembang dari satu warna menjadi multi-warna. Fenomena ini diperoleh dengan membuat variasi tegangan listrik yang diberikan kepada peranti OLED sehingga peranti tersebut memiliki prospek untuk menjadi peranti alternatif seperti teknologi tampilan layar datar berdasarkan kristal cair. (Imam, 2021).

OLED *Display* yang dipakai memiliki spesifikasi sebagai berikut.

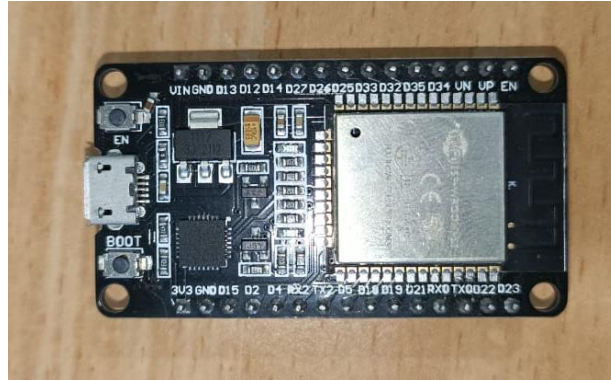
Tabel 2.6 Spesifikasi OLED

<i>Name</i>	<i>Organic Light-Emitting Diode</i>
<i>Size</i>	0.96 inch / 24 mm
<i>Resolution</i>	128 x 64
<i>Input Voltage</i>	3 – 5 V
<i>Angle of View</i>	>160°
<i>Interface</i>	I2C

(Sumber: CNC Store Bandung)

2.3.7 Node MCU ESP32

Node MCU ESP32 adalah sebuah *Board Development Kit* untuk aplikasi *Internet of Things* (IoT). *Board* ini terdiri dari modul IoT ESP32 yang sangat kaya fitur, dan chip CP2102 USB-to-serial yang memudahkan kita dalam memprogram modul ini. Cukup hubungkan Node MCU ke PC menggunakan kabel USB, dan kita sudah bisa memprogramnya. Modul ESP32 merupakan seri yang sangat luar biasa dibanding pendahulunya yaitu ESP8266. Perbedaan utamanya, ESP32 ini terdiri dari *dual-core* sedangkan ESP8266 hanya *single-core*. Node MCU ESP32 dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.7 Node MCU ESP32

Pada ESP32, satu *core* didedikasikan untuk koneksi WiFi+Bluetooth. *Core* lainnya untuk aplikasi user. Jadi ESP32 lebih mumpuni mengatur aplikasi-aplikasi yang intensif. Selain itu, ESP32 memiliki fitur WiFi dan *Bluetooth* sekaligus. ESP32 ini memiliki 6 Pin *analog* dimana kebanyakan pendahulunya hanya memiliki 1 buah pin analog saja. Node MCU ESP32 yang digunakan memiliki spesifikasi pada Tabel 2.7.

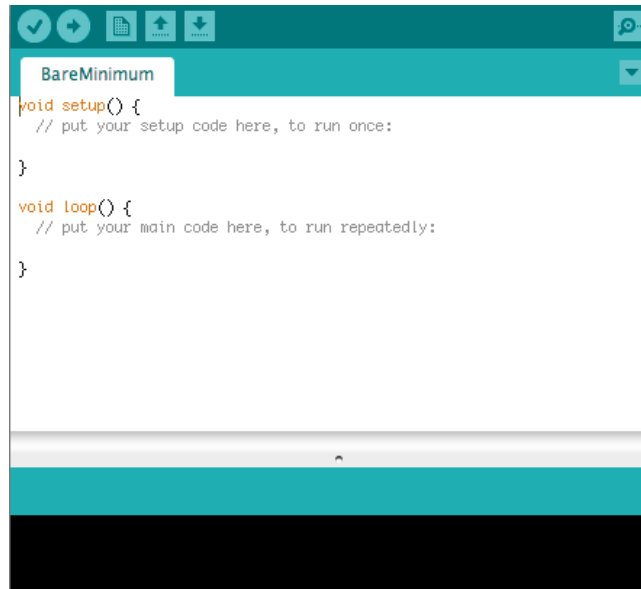
Tabel 2.7 Spesifikasi ESP32

<i>Name</i>	<i>ESP32 DEV-Kit</i>
<i>Operating Voltage</i>	3.3 V
<i>Input Voltage</i>	7 – 12 V
<i>Digital IO Pin</i>	25
<i>Analog Input Pin</i>	6
<i>Analog Output Pin</i>	2
<i>Flash Memory</i>	4 MB
<i>SRAM</i>	520 KB
<i>Clock Speed</i>	240 MHz

(Sumber: CNC Store Bandung)

2.3.8 Arduino IDE

Pada Arduino IDE dapat digunakan untuk pemrograman pada jenis Arduino lain seperti Arduino Due, Arduino Zero, Edison, Galileo, dan lain-lain.



Gambar 2.8 Tampilan Arduino IDE Menurut Nurlette (2018),

Arduino IDE terdiri dari:

1. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memory di dalam papan Arduino.
2. Editor Program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
3. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa processing) menjadi kode biner dikarenakan mikrokontroler tidak memahami bahasa processing.

2.3.9 Blynk

Blynk adalah aplikasi yang digunakan untuk mendukung pengaplikasian *Internet of Things*. Aplikasi ini dapat digunakan oleh *mobile user* baik Android maupun iOS. Blynk dapat diunduh melalui *Playstore* untuk android dan *iStore* untuk pengguna iOS. Blynk mendukung berbagai macam hardware yang dapat digunakan untuk *Internet of Things*. Blynk juga memfasilitasi antarmuka grafis dalam pembuatan projectnya. Penambahan komponen pada Blynk dengan cara *Drag and Drop* dapat memudahkan kita dalam penambahan komponen *input/output*.



Gambar 2.9 Tampilan Blynk

(Sumber: <https://dribbble.com/tags/blynk>)

Penggunaan Blynk bertujuan untuk mengontrol dan memonitoring *hardware*/perangkat kita secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet tanpa kabel ataupun jaringan kabel. Kemampuan untuk menyimpan data dan menampilkan data secara visual 10 baik menggunakan angka, warna ataupun grafis semakin memudahkan kita dibidang *Internet of Things*.

2.4 Parameter-parameter Pengirim

2.4.1 *Bandwidth* (BW)

Bandwidth merupakan lebar frekuensi yang digunakan untuk memodulasi sinyal informasi dan sebagai representasi *chip rate* dari modulasi sinyal. Dalam komunikasi RF, besaran *bandwidth* dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan mulai 125 kHz, 250 kHz, hingga 500 kHz. (Setiawan, 2020).

2.4.2 *Spreading Factor* (SF)

Spreading Factor (SF) merupakan banyaknya *chip* atau banyaknya bit yang dapat di-*encode* untuk mewakili satu simbol. Besaran *spreading factor* diatur bermacam – macam mulai 7, 8, 9, 10, 11, hingga 12 (Setiawan, 2020).

2.4.3 *Coding Rate* (CR)

Coding Rate (CR) merupakan implementasi suatu modulasi untuk meningkatkan *Forward Error Correction* (FEC). Implementasi ini digunakan dengan melaksanakan *encode* 4bit informasi dengan redundansi menjadi 5bit, 6bit, 7bit, hingga 8bit, sehingga lebih tahan interferensi singkat dan terjadi peningkatan waktu transmisi. Besaran *coding rate* dapat diatur pada arduino mulai 4/5, 4/6, 4/7, hingga 4/8 (Setiawan, 2020).

2.5 Parameter-parameter Penerima

2.5.1 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

RSSI adalah parameter untuk mengukur indikator kekuatan sinyal yang diterima. Nilai RSSI sangat bergantung pada kondisi lingkungan yaitu jarak dan penghalang. Semakin jauh dan semakin banyak penghalangnya maka nilai RSSI akan menurun. Hal ini dapat mempengaruhi kinerja dari LoRa (Roni, 2020).

$$\overline{RSSI}(\text{dBm}) = \frac{\sum_{i=1}^N \text{RSSI}_i}{N} \dots\dots\dots (2.1)$$

Pengukuran dilakukan berdasarkan *Signal Strength* yang diterima pada *display*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keakurasian pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan *Wireless* atau koneksi jaringan internet. RSSI digunakan sebagai indeks yang menunjukkan kekuatan sinyal yang diterima oleh *receiver* dari *Access point*, satuan kekuatan *signal wireless* ditunjukkan dengan satuan dBm dengan rentang *Signal Strength* yaitu -10 dBm sampai -100 dBm. Semakin mendekati angka positif maka kualitas signal semakin bagus.

Tabel 2.8 Standarisasi *Signal Strength* menurut TIPHON

Kategori	<i>Signal Strength</i> (dBm)
Sangat Bagus	> -70
Bagus	-70 s/d -85
Sedang	-85 s/d -100
Jelek	> -100

2.5.2 Parameter Signal To Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio yang disingkat dengan SNR adalah ukuran yang digunakan untuk membandingkan kekuatan sinyal yang diinginkan dengan tingkat kebisingan atau *noise* yang tidak diinginkan. Dengan kata lain, *Signal to Noise Ratio* dapat didefinisikan sebagai rasio daya sinyal terhadap daya *noise* yang dinyatakan dalam satuan *decibel* (dB).

$$\overline{SNR} \text{ (dB)} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{SNR}_i}{N} \dots\dots\dots (2.2)$$

Nilai SNR ini dihitung dengan mengambil nilai sinyal yang diinginkan dan mengurangi nilai sinyal *noise* yang tidak diinginkan. Jadi semakin tinggi nilai SNR maka semakin tinggi pula kualitasnya. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar sinyal yang dikirimkan dan semakin sedikit *noise* yang ditangkap. Efek dari

rendahnya nilai SNR dapat mengakibatkan koneksi yang lambat, sering terputusnya komunikasi. Nilai dari SNR berupa angka positif, adapun kategori SNR ditunjukkan pada Tabel 2.9

Tabel 2.9 Kategori *Signal to Ratio*

<i>Signal to Ratio</i> (dB)	Kategori
29 – ke atas	Bagus Sekali
20 – 28,9	Bagus
11 – 19,9	Baik
7 – 10,9	Cukup
0 – 6,9	Buruk

2.5.3 Parameter *Delay/Time on Air (ToA)*

Delay / Time on Air merupakan selisih waktu yang dibutuhkan data saat proses pengiriman paket data dari asal hingga ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik atau NLOS dan waktu proses pembacaan data yang memakan beberapa waktu dengan rumus menghitung ToA sebagai berikut.

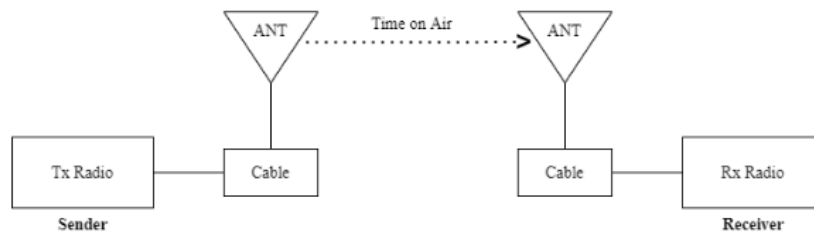
$$ToA = t_{wt} - t_{wk} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

ToA = Time on Air / Waktu di Udara

T_{wk} = Waktu Kirim

T_{wt} = Waktu Terima



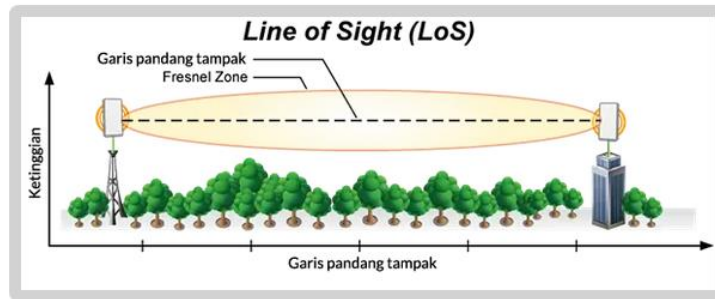
Gambar 2.10 Diagram blok *Time on Air (ToA) / Delay*

(Sumber: Mochamad Sya Roni Firmansyah, 2020).

2.6 Kanal Komunikasi

2.6.1 Line Of Sight (LOS)

Line of Sight merupakan garis pandang yang berada diantara pengirim dan penerima tanpa adanya gangguan yang berada di garis tersebut. LoS dapat saja terganggu oleh beberapa faktor yang berada pada area *Fresnel Zone* seperti jarak *Fresnel Zone* di area tanah, kendaraan tinggi yang lewat, atau benda yang ketinggiannya mencapai area *Fresnel Zone* dan lain-lain. Jika hal itu terjadi, solusi terbaik adalah dengan meninggikan antenna pengirim dan penerima.



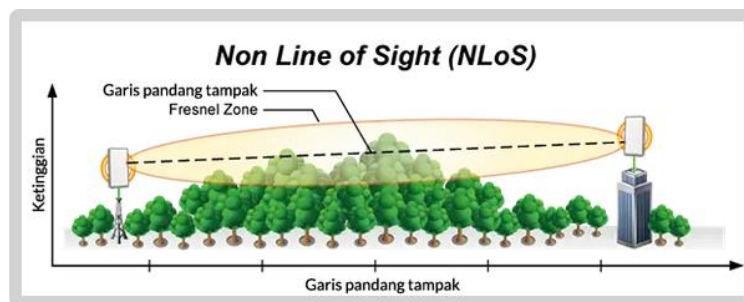
Gambar 2.11 Kondisi *Line of Sight*

(Sumber: <https://www.semangkablog.com>)

Fresnel Zone merupakan wilayah ruang antara pemancar dan penerima. Dalam proses transmisi, perambatan gelombang antara pemancar dan penerima akan merambatkan sebagian gelombang bukan pada garis pandang melainkan di luar garis tersebut. Sehingga jika terjadi penghalangan pada luaran garis pandang, maka hal yang terjadi dapat berupa lambatnya proses transmisi bahkan terputusnya koneksi.

2.6.2 *Non-Line of Sight (NLoS)*

NLOS merupakan kondisi dimana pada garis pandangan tidak nampak karena terhalang oleh beberapa faktor seperti yang disebutkan pada bagian 2.6.1.



Gambar 2.12 Kondisi *Non-Line of Sight*