

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Pada penelitian [3] membahas tentang sistem kontrol dan *monitoring* yang diterapkan pada sistem hidroponik khususnya sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) untuk menjaga agar pertumbuhan tanaman optimal. Metode yang digunakan yaitu dengan merancang sistem *monitoring* tanaman hidroponik menggunakan beberapa sensor yaitu: sensor jarak (*Ultrasonic* HC-SR04) sebagai pendeteksi tingkat ketinggian larutan nutrisi, sensor *switch on off* dan LDR digunakan untuk mematikan dan menghidupkan *growlight*, sensor pH digunakan untuk mengukur kadar pH, sensor TDS digunakan untuk mengukur kepekatan larutan nutrisi dalam satuan ppm dan menggunakan koneksi WiFi sebagai jaringannya. Hasil penelitian ini menunjukkan tercapainya *controlling* dan *monitoring* tanaman hidroponik secara otomatis melalui smartphone android. Rata-rata *error* pada sensor ppm adalah 3,181818182, untuk sensor suhu memiliki rata-rata *error* sebesar 23,571428, dan untuk sensor pH memiliki rata-rata *error* sebesar 0,102666667.

Pada penelitian [4] membahas perancangan suatu sistem otomasi pemberian nutrisi hidroponik dengan sistem NFT. Metode yang digunakan yaitu dengan membuat suatu sistem yang dapat menjaga nilai kepekatan larutan nutrisi tidak kurang dari 800 ppm. Dengan menggunakan Arduino Uno R3 yang dilengkapi dengan sensor jarak SHARP GP2Y0A21, sensor TDS dan motor servo. Dari hasil penelitian ini didapatkan bahwa sistem mampu melakukan penyaluran air secara otomatis saat ketinggian air kurang dari batas minimum dan menambahkan nutrisi secara otomatis saat konsentrasi larutan nutrisi dibawah 800 ppm. Keakuratan sensor TDS berdasarkan rumus konversi satuan tegangan ke ppm adalah 97.8%.

Pada penelitian [5] membahas kinerja komunikasi LoRa yang ditunjukkan dengan parameter RSSI, SNR dan *throughput*. Pengujian komunikasi lora dilakukan dengan dua skenario pengujian yaitu LOS (*Line of Sight*) dan non-LOS. Kondisi LOS dilakukan pada area FTE hingga asrama putri Universitas Telkom dengan jarak maksimal 300 m, sedangkan untuk kondisi non-LOS dilakukan di Gedung Deli. Dari hasil penelitian ini didapatkan komunikasi LoRa memiliki kinerja yang baik, dimana pada kondisi LOS dapat mencapai jarak 300 m dengan

RSSI paling rendah -107,625 dBm pada jarak 300 m, SNR -13,063 dBm pada jarak 300 m, dan *throughput* 1208,148 bps pada jarak 250 m. Untuk kondisi non-LOS dapat diaplikasikan di dalam Gedung Deli dengan RSSI paling rendah -103,338 dBm, SNR -8,897 dBm, dan *throughput* 831,49 bps.

Pada penelitian [6] dilakukan pengukuran *link* untuk mengetahui layak tidaknya LoRa digunakan pada sistem *monitoring* di Politeknik Negeri Samarinda. Kelayakan dinilai berdasarkan parameter RSSI, SNR, dan *Packet Loss*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua jenis frekuensi operasi LoRa yaitu 433 MHz dan 915 MHz. Dari hasil penelitian ini, teknologi LoRa baik menggunakan frekuensi 433 MHz maupun 915 MHz layak untuk digunakan. Penggunaan frekuensi 433 MHz untuk LoRa pada umumnya memberikan hasil yang lebih baik dengan 70% hasil pengukuran RSSI menunjukkan lebih rendah dibanding dengan nilai RSSI pada frekuensi 915 MHz dan 70% hasil pengukuran *packet loss* menunjukkan kehilangan paket yang lebih rendah dibanding dengan *packet loss* pada frekuensi 915 MHz.

Pada Penelitian [7] membahas tentang meningkatkan akurasi sensor suhu DHT11 yang ada pada IoT Trainer KIT menggunakan persamaan regresi linier. Metode yang digunakan yaitu diawali dengan menghitung error pada sensor DHT11 dibandingkan dengan nilai referensi suhu pada termometer. Kemudian dilanjutkan dengan analisa statistik dengan menghitung standar deviasi. Terakhir yaitu implementasi regresi linier yang dimasukkan pada program arduino. Dari hasil penelitian ini didapatkan tingkat *error* menurun sebesar 80,9% dari 7,3 menjadi 1,39 dan standar deviasi turun 20% dari 0,88 menjadi 0,704.

2.2 DASAR TEORI

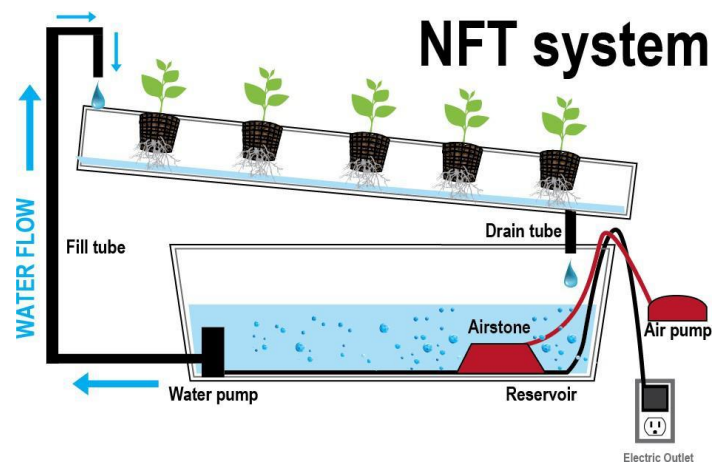
Pada dasar teori ini membahas tentang materi yang berkaitan dengan hidroponik, LoRa, sensor TDS, sensor pH, mikrokontroler ESP32, Antares, MIT App Inventor, regresi linier, RSSI, SNR dan *delay*.

2.2.1 Hidroponik

Hidroponik berasal dari kata Yunani yaitu *hydro* yang berarti air dan *ponos* yang berarti mengerjakan. Hidroponik merupakan cara budidaya tanaman tanpa

menggunakan media tanah melainkan menggunakan air. Hidroponik digunakan untuk menumbuhkan tanaman menggunakan larutan hara dan mineral untuk memberi makan tanaman dalam air. Dengan sistem hidroponik hampir setiap tanaman dapat tumbuh setiap saat sepanjang tahun. Dalam hidroponik, tanah diganti dengan bahan media (seperti *rockwool*, sabut, gambut dan lain-lain) sebagai pinjakan akar, dan unsur hara disediakan dalam air yang langsung diberikan pada akar tanaman.

Terdapat beberapa metode atau sistem yang dapat digunakan dalam hidroponik, salah satunya yaitu sistem *Nutrient Film Technique* (NFT). *Nutrient Film Technique* (NFT) adalah sistem yang menggunakan "film" larutan nutrisi. Film atau lapisan nutrisi tipis setebal 1-3 mm ini dipompa dan dialirkan melewati akar tanaman secara terus menerus sekitar 1-2 liter per menit. Sistem NFT ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut ini [8].



Gambar 2.1 Sistem Hidroponik NFT [9]

Dalam merawat tanaman hidroponik ada beberapa yang harus diperhatikan diantaranya yaitu pengecekan kepekatan larutan nutrisi dan pH. *Power of Hydrogen* (pH) merupakan salah satu faktor penting dalam sistem hidroponik karena mempengaruhi akar dalam menyerap nutrisi. Dalam menanam menggunakan sistem hidroponik kualitas larutan nutrisi sangatlah penting dan harus diperhatikan. Dalam hal ini adalah ukuran kepekatan nutrisi (PPM = *Part Per million* adalah satuan untuk mengukur kepekatan suatu larutan cair). Pengukuran kepekatan larutan nutrisi diperlukan untuk menyesuaikan kebutuhan nutrisi sesuai dengan fase pertumbuhan. Tingkat kepekatan nutrisi yang dibutuhkan setiap tanaman berbeda-

beda. Berikut ini merupakan tabel nilai pH dan PPM untuk tanaman sayuran daun [9].

Tabel 2.1 Nilai pH Dan ppm Untuk Tanaman Sayuran Daun [9]

Nama Tanaman Sayuran Daun	pH	ppm
Asparagus	6-6,8	980-1200
Bayam	6-7	1260-1610
Brokoli	6-6,8	1960-2450
Kailan	5,5-6,5	1050-1400
Kangkung	5,5-6,5	1050-1400
Kubis	6,5-7	1750-2100
Kubis Bunga	6,5-7	1050-1400
Pakcoy	7	1050-1400
Sawi Manis	5,5-6,5	1050-1400
Sawi Pahit	6-6,5	840-1680
Selada	6-7	560-840

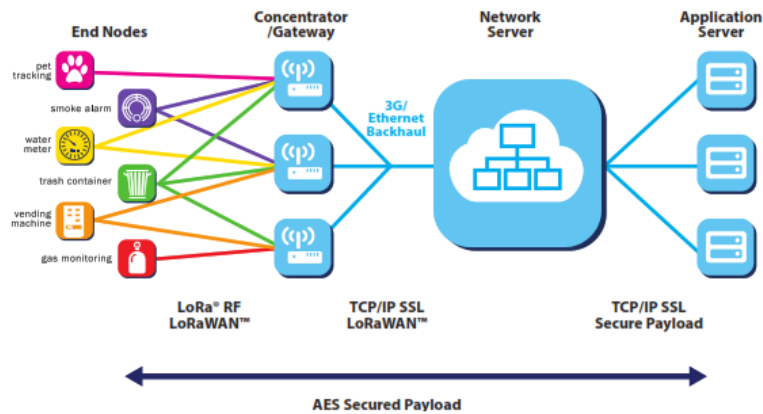
2.2.2 Long Range (LoRa)

Long Range (LoRa) merupakan sistem komunikasi nirkabel jarak jauh yang dipromosikan oleh *LoRa Alliance*. Sistem ini bertujuan agar dapat digunakan di perangkat bertenaga baterai yang tahan lama, di mana konsumsi energi sangat penting. LoRa pada umumnya mengacu pada dua layer yang berbeda yaitu sebagai berikut:

1. *Physical layer* menggunakan teknik modulasi radio *Chirp Spread Spectrum* (CSS). *Physical layer* LoRa dikembangkan oleh Semtech, memungkinkan komunikasi jarak jauh, daya rendah, dan *throughput* rendah. Beroperasi pada pita ISM tak berlisensi 433 MHz, 868 MHz atau 915-MHz tergantung pada wilayah di mana ia digunakan. Muatan setiap transmisi dapat berkisar antara 2–255 oktet, dan kecepatan data dapat mencapai hingga 50 Kbps.
2. Protokol MAC Layer (LoRaWAN). LoRaWAN menyediakan mekanisme kontrol akses menengah, memungkinkan banyak *end device* untuk berkomunikasi dengan gateway menggunakan modulasi LoRa [10].

Keuntungan dari LoRa yaitu pada kemampuan jangkauan teknologi yang jauh. Satu *gateway* LoRa dapat mencakup seluruh kota atau ratusan kilometer

persegi. Rentang sangat tergantung pada lingkungan atau penghalang di lokasi. LoRaWAN mendefinisikan protokol komunikasi dan sistem arsitektur untuk jaringan, sementara *Physical layer* LoRa memungkinkan komunikasi jarak jauh. Protokol dan arsitektur jaringan memiliki pengaruh paling besar dalam menentukan masa pakai baterai suatu *node*, kapasitas jaringan, kualitas layanan, keamanan, dan variasi aplikasi yang dilayani oleh jaringan.

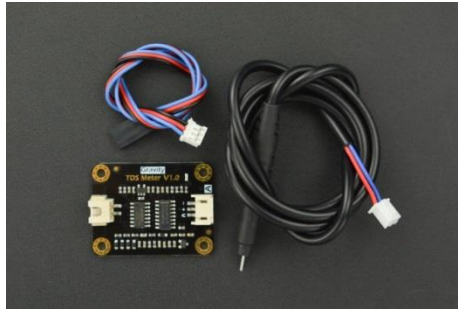


Gambar 2.2 Arsitektur Jaringan LoRa

Dalam jaringan LoRaWAN *end node* tidak terkait dengan *gateway* tertentu. Sebaliknya, data yang dikirimkan oleh sebuah *node* biasanya diterima oleh beberapa *gateway*. Setiap *gateway* akan meneruskan paket yang diterima dari *end node* ke server jaringan berbasis *cloud* melalui beberapa *backhaul* (seperti seluler, *Ethernet*, satelit atau Wi-Fi) [11].

2.2.3 Sensor TDS SEN0244 DFROBOT

Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur kepadatan terlarut dalam air. Dalam penelitian ini sensor TDS meter digunakan untuk mengukur nilai ppm (*parts per million*) suatu larutan nutrisi pada hidroponik [12].



Gambar 2.3 Sensor TDS SEN0244 DFROBOT [13]

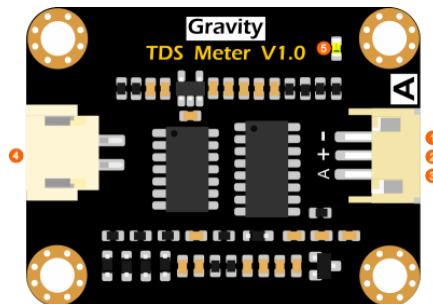
Sensor TDS yang dihubungkan ke sebuah *board* mikrokontroler dapat dengan mudah untuk mengukur nilai ppm. Sensor ini mendukung *input* tegangan 3.3V – 5,5V dan *output* tegangan analog 0 – 2,3V yang membuatnya kompatibel dengan *board* mikrokontroler dengan tegangan operasi 3,3V atau 5V. Berikut ini spesifikasi dari sensor TDS [13]

1. *Signal Transmitter Board*

- *Input* tegangan: 3,3 – 5,5V
- *Output* tegangan: 0 – 2,3V
- Arus kerja: 3 – 6 mA
- Rentang pengukuran TDS: 0 – 1000 ppm
- Akurasi Pengukuran TDS: $\pm 10\%$

2. *TDS Probe*

- Jumlah *Probe*: 2
- *Waterproof probe*



Gambar 2.4 Pin Out Signal Transmitter Board [13]

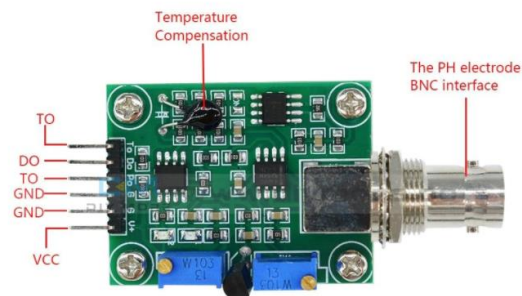
Tabel 2.2 Pin Out Signal Transmitter Board [13]

No	Label	Keterangan
1	-	GND

2	+	<i>Power VCC (3,3 – 5,5 V)</i>
3	A	<i>Output Signal Analog (0-2,3 V)</i>
4	TDS	<i>Konektor TDS Probe</i>
5	LED	<i>Indikator power</i>

2.2.4 Sensor PH DIYMORE PH-4502C

PH meter adalah alat ukur yang dapat memberikan informasi mengenai derajat keasaman suatu larutan. Alat ukur ini menggunakan sebuah *probe* yang terbuat dari silinder kaca non-konduktor yang berfungsi sebagai sensornya. Pemanfaatan sensor pH dibandingkan dengan alat ukur pH meter yaitu dapat digunakan pada pengembangan sistem pemantau nutrisi tanaman hidroponik [14]. Ada banyak jenis sensor pH yang dikembangkan oleh beberapa produsen, salah satunya yaitu Sensor pH DIYMORE PH-4502C.



Gambar 2.5 Sensor pH DIYMORE PH-4502C [15]

. *Board* sensor ini memiliki 6 buah *pin output*, potensiometer, dan BNC *connector* untuk menghubungkan pH *probe*. Sensor ini dapat mengukur nilai pH dari 0 – 14 dan dapat bekerja dengan tegangan operasi 3.3V – 5V [15].

Tabel 2.3 *Pinout* Sensor pH

Pin	Keterangan
To	<i>Temperature Output</i>
Do	<i>3.3V DC output pin</i>
Po	<i>pH analog output</i>
GND	<i>Ground</i>

GND	<i>Ground</i>
VCC	<i>Input tegangan 3.3V sampai 5V</i>

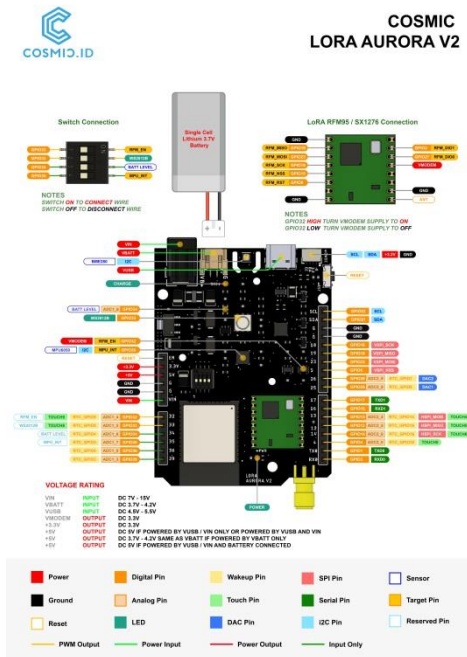
2.2.5 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler dengan berbiaya rendah, sistem daya rendah, terintegrasi dengan WiFi, kemampun *Bluetooth dual-mode* dan fitur hemat daya yang membuatnya lebih fleksibel. ESP32 kompatibel dengan perangkat *mobile* dan IoT (*Internet of Things*). ESP32 diperkenalkan oleh *Espressif System* yang merupakan penerus mikrokontroler ESP8266 [16]. ESP32 memiliki 36 pin GPIO, 14 pin diantaranya adalah pin ADC (*Analog to Digital Converter*). Ketika 3.3V diterapkan ke salah satu pin ADC, nilainya 4095. Nilai ini disebut tegangan referensi ke ESP32 [17]. Untuk spesifikasi dari ESP32 tertera pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.4 Spesifikasi ESP32 [17]

Tegangan operasi	3.3V
Pin GPIO	36
Pin ADC	18
pin DAC	2
Flash Memory	16 Mbyte
SRAM	520 Kbyte
Clock Speed	Up to 250 MHz
WiFi	2.4 GHz
Sleep Current	2.5 μ A

Pada gambar 2.6 merupakan *board* Cosmic ID LoRa ESP32 yang didalamnya sudah dapat tehubung koneksi LoRa dengan modul LoRa RF95W 915 MHz.



Gambar 2.6 Board Cosmic ID LoRa ESP32 [18]

2.2.6 Antares

Antares merupakan sebuah produk IoT *platform* dan IoT *connectivity* yang dikembangkan oleh PT. Telkom Indonesia. Antares memiliki fitur-fitur yang disediakan antara lain Antares mendukung berbagai macam perangkat IoT seperti Arduino, ESP, Android, Raspberry Pi, dan lain-lain serta tidak hanya untuk mengontrol aplikasi melalui *dashboard* namun juga menggunakan API yang disediakan. Platform ini mendukung berbagai macam protokol seperti HTTP, MQTT dan COAP. Selain itu seluruh komunikasi ditransmisikan dijalur yang telah dienkripsi sehingga aman.



Gambar 2.7 Logo Antares [19]

Antares menyediakan layanan platform iot untuk pengembangan solusi IoT, baik perangkat maupun aplikasi berbasis standar oneM2M dengan berbagai fitur dan kapasitas penyimpanan data tak terbatas. Antares menyediakan konektivitas tanpa batas dengan *platform* terintegrasi untuk mengembangkan solusi IoT. Antares memiliki *library* dan panduan pengembangan perangkat menggunakan berbagai

teknologi akses untuk IoT seperti LoRaWAN, NB-IOT, WiFi, GSM/GPRS dan LAN [20].

2.2.7 MIT App Inventor

MIT App Inventor adalah sistem perangkat lunak untuk membuat aplikasi pada perangkat android. MIT App Inventor dibuat tidak seperti sistem pengembangan aplikasi biasa, dimana seorang programmer harus menuliskan baris-baris kode program, melainkan dengan interaksi visual berbasis grafis. Interaksi programmer dengan MIT App Inventor hampir sepenuhnya melalui antarmuka visual dengan operasi *drag-and-drop*. Secara sistem, MIT App Inventor terdiri dari dua komponen, yaitu

1. *Server* MIT App Inventor, berfungsi menyimpan semua asset program dan memberikan layanan lainnya yang terkait dengan manajemen berkas aplikasi (*project*).
2. *Client*, adalah aplikasi yang berhubungan langsung dengan programmer (pembuat aplikasi) [21].



Gambar 2.8 Logo MIT App Inventor [22]

2.2.8 Regresi Linier

Analisis regresi merupakan perhitungan statistik untuk menguji seberapa erat hubungan antar variabel. Analisis regresi yang sering digunakan yaitu regresi linier. Dalam analisis regresi linier memiliki satu variabel terikat yang biasa ditulis dengan symbol Y dan satu variabel bebas yang biasa ditulis dengan simbol X. Hubungan kedua variable tersebut memiliki sifat linier sesuai dengan namanya. Berikut merupakan persamaan dari regresi linier [23]:

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Dimana:

Y = Variabel terikat

a = Intersep

b = Koefisien variabel X

X = Variabel bebas

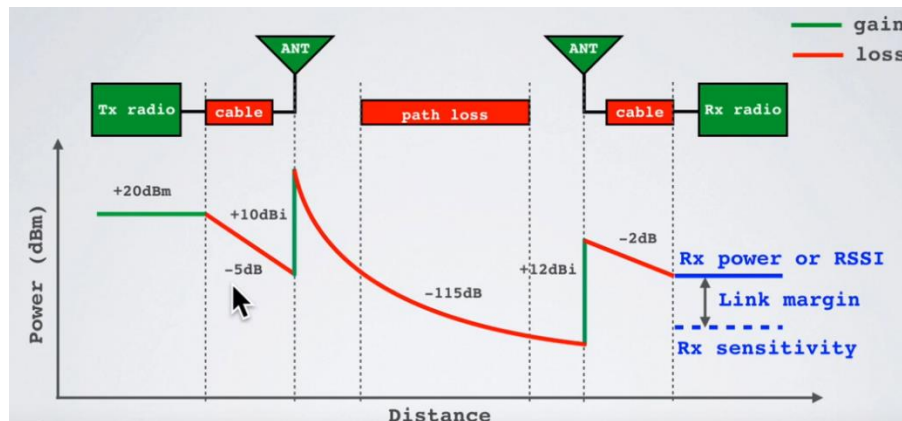
Selanjutnya digunakan persamaan berikut untuk menentukan intersep dan koefisien variabel X:

$$a = \frac{(\sum X^2)(\sum Y) - (\sum XY)(\sum X)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3)$$

2.2.9 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal. Semakin jauh jarak pancar, sinyal yang diterima akan semakin lemah dan pengiriman data akan semakin lama. Sinyal yang diterima akan semakin bagus jika nilai RSSI yang dihasilkan mendekati nilai 0. Nilai RSSI dinyatakan dalam dBm (dB *milliWatt*) dan berupa nilai negatif. [24]. Dibeberapa penelitian mengenai performansi LoRa menyimpulkan bahwa jangkauan LoRa sangat dipengaruhi oleh kondisi area. Area urban, suburban dan rural memiliki jangkauan berbeda, sehingga hal ini mempengaruhi nilai RSSI [25].



Gambar 2.9 Skema RSSI [24]

Nilai RSSI dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan (4) dan (5):

$$\text{RSSI} = \text{TxPower}(\text{dBm}) + \text{TxGain}(\text{dBi}) - \text{FSPL} + \text{RxGain}(\text{dBi}) \quad (5)$$

$$\text{FSPL} = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + K \quad (6)$$

Keterangan:

Tx Power = Daya pancar pada antenna pengirim (dBm)

Tx Gain	= Gain pada antenna pengirim (dBi)
Rx Gain	= Gain pada antenna penerima (dB)
FSPL (<i>Free Space Path Loss</i>)	= Daya yang hilang di ruang bebas (dB)
d	= Jarak antara pengirim dan penerima (km)
f	= Frekuensi (MHz)
K	= Konstanta

2.2.10 Signal to Noise Ratio (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) merupakan rasio antara daya sinyal yang diterima dengan kekuatan derau (*noise*). SNR menyatakan kualitas sinyal informasi yang diterima pada system transmisi. Nilai SNR yang dihasilkan yaitu dalam satuan dB. Semakin tinggi nilai SNR maka akan semakin baik, karena terdapat lebih banyak sinyal daripada *noise* [26]. Secara umum nilai SNR pada LoRa yaitu antara -20 dB sampai 10 dB. Nilai yang mendekati 10 dB berarti sinyal yang diterima lebih sedikit mengalami kerusakan dibandingkan dengan nilai yang mendekati -20 dB [27]. Nilai SNR dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan (7):

$$RSSI = 10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right) \quad (7)$$

Keterangan:

S = Daya sinyal (dB)

N = Daya noise (dB)

2.2.11 Delay

Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain. Berdasarkan TIPHON, kategori *Delay* adalah sebagai berikut [28]:

Tabel 2.5 Kategori *Delay* [28]

Kategori <i>Delay</i>	Besar <i>Delay</i> (ms)
Sangat bagus	<150 ms
Bagus	<250 ms
Sedang	<350 ms
Buruk	<450 ms