

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian yang membahas otomatisasi lampu untuk membantu para petani terutama petani bawang merah yang di tulis oleh Syafiruddin Baco dkk berjudul “Perancangan Lampu Otomatis Untuk Petani Bawang Merah Berbasis Arduino” , penelitian ini merancang sistem lampu otomatis menggunakan arduino yang mengirimkan perintah kepada *real time clock* (RTC) yang digunakan untuk membaca waktu dan akan menampilkan data waktu tersebut di *liquid crystal display* (LCD). Dalam penelitian ini dijelaskan bahwa penelitian ini ada disebabkan karena para petani menggunakan lampu untuk mengusir hama agar tidak mengganggu tanaman bawang merah, namun lampu tersebut masih manual dalam pengoperasiannya. Kesimpulan dari penelitian ini *real time clock* (RTC) dan *relay* bekerja dengan baik sesuai dengan program *input* waktu yang di atur. Dari penelitian tersebut penulis akan merancang sistem lampu pintar atau *smart light* untuk membantu petani dalam mengatasi hama daun tanaman bawang yaitu *light trap* dan melakukan optimasi pada *light trap* tersebut. Hal yang membedakan dengan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memadukan *light trap* tersebut dengan teknologi *Internet of Things* sehingga dapat lebih banyak membantu petani dikarenakan penelitian ini akan menambahkan sistem *monitoring* dan sistem kontrol otomatis pada *light trap* sehingga lebih efisien dalam mengoperasikanya [7].

Penelitian mengenai *smart lighting* milik Muhammad Distya Rizky dkk yang dibuat tahun 2022 dengan judul “Sistem Kontrol dan *Monitoring* Energi Lampu Pintar Menggunakan Aplikasi Berbasis *Internet of Things* “ menjelaskan sistem kontrol dan *monitoring* bisa dilakukan lebih sederhana dan mudah digunakan melalui *smartphone*. Penelitian ini menjelaskan jika sistem lampu pintar akan dijalankan menggunakan aplikasi rumah pintar dan dihubungkan dengan *user*. Aplikasi yang terinstalasi pada *smartphone* dibuat menggunakan MitApp Inventor

kemudian untuk data yang dihasilkan akan disimpan dalam sebuah *database* bernama Firebase. Data yang diujikan pada penelitian ini meliputi daya listrik, tegangan listrik, arus listrik, dan biaya penggunaan listrik yang nantinya akan *dimonitoring* oleh pengguna melalui *smartphone*. dengan adanya sistem *monitoring* dari data-data tadi tentunya akan lebih efisien serta lebih fleksibel penggunaannya terutama dalam hal biaya yang dikeluarkan dari pemakaian energi listrik. Dari penelitian ini penulis akan menggunakan *smartphone* sebagai media *monitoring* pada perancangan sistem *light trap* namun tidak menggunakan aplikasi tetapi *web dashboard* sehingga bisa melakukan pemantauan tanpa harus *install* aplikasi [4].

Pada jurnal penelitian milik Dimas Surya Putra dkk berjudul “Rancang Bangun *Smart Lighting* dan *Monitoring* Kondisi Lampu Jalan Berbasis *Wireless Sensor Network* Menggunakan LoRa”. membuat desain lampu pintar dengan *website* sebagai media *monitoring*-nya dan dibuat agar sistem *monitoring* tersebut bisa dipantau secara *real-time*. Dalam penelitian ini dijelaskan untuk sistem kerjanya, sistem lampu pintar akan diawali dengan sensor LDR sebagai media untuk merespon apabila ada intensitas cahaya yang masuk. Hasil dari respon tersebut akan berdampak kepada lampu yang terhubung untuk menyala atau mati. Hasil pembacaan dari sensor tersebut kemudian akan diolah oleh Arduino kemudian dikirimkan melalui teknologi yang bernama LoRa. Lampu pintar yang di hasilkan dari penelitian ini akan diaplikasikan pada sistem penerangan jalan umum, kemudian *website* yang telah dibuat tadi diatur agar bisa mengirimkan sebuah notifikasi melalui email yang isinya pemberitahuan jika ada kerusakan pada lampu pintar tersebut. Hal tersebut sangat membantu pengguna karena bisa mengetahui kerusakan tanpa harus mendatangi lokasi lampu pintar tadi. Merujuk pada penelitian tadi maka penulis terinspirasi untuk merancang sebuah sistem lampu pintar dimana sebuah inputan daya dihasilkan dari sensor PZEM-004T dengan jaringan komunikasi melalui LoRa. Pada penelitian tadi lampu pintar diaplikasikan untuk penggunaan penerangan jalan umum sedangkan penulis akan mengaplikasikanya pada *light trap* hama daun tanaman bawang merah yang akan memudahkan petani dalam mengawasi lampu-lampu yang terpasang di sepanjang petak perkebunan bawang merah secara jarak jauh [5].

Penelitian lainya mengenai sistem kontrol lampu yang diteliti Arif Bagus Dermawan dkk berjudul “Lampu penerangan jalan otomatis berdasarkan intensitas cahaya dan keberadaan kabut asap“ membahas tentang sistem kontrol lampu, namun proses hidup dan mati lampu dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang di baca oleh sensor LDR. Apabila keadaan cuaca sedang berkabut maka lampu tersebut juga akan menyala dengan pembacaan dari sensor MQ-2 untuk menerangi jalanan umum. Dalam pengolahan datanya penelitian lampu penerangan jalan umum memanfaatkan mikrokontroler Arduino Uno. Berdasarkan jurnal tadi agar *light trap* bisa bekerja secara otomatis maka akan ditambahkan sensor LDR sebagai sensor yang bisa membaca intensitas cahaya. *Light trap* akan ditambahkan *relay* sebagai saklar dan LYNX32 BOARD LoRa untuk melakukan proses pengolahan data dari sensor LDR. Data dari sensor LDR tadi akan dikirimkan menuju *relay* untuk mengontrol *output* lampu *light trap* hidup atau mati tergantung intensitas cahaya yang diterima oleh sensor LDR [10].

Pada penelitan Asep Muhammad Alipudin dkk yang berjudul “Rancang Bangun Alat *Monitoring* Biaya Listrik Terpakai Berbasis *Internet of Things* (IOT)” membahas tentang sistem pengawasan penggunaan energi listrik dengan membuat *prototype* yang memiliki kemampuan untuk memonitor dari jarak jauh dengan sumber listrik utama dari PLN. Untuk pengolahan datanya penelitian ini menggunakan Atmega2560 serta modul Wi-Fi Esp8266 agar bisa terhubung langsung dengan internet. Pada penelitian ini parameter ujinya adalah besaran listrik seperti tegangan, arus, daya aktif, dan energi dimana pembacaan parameter tersebut dilakukan oleh sensor PZEM-004T, kemudian akan dikonversi kedalam bentuk rupiah dan ditampilkan pada LCD *display*. Kelebihan pada penelitian ini yaitu sistem *monitoring* yang ada bisa membantu pengguna mengawasi penggunaan energi listrik secara *real time*. Dari penelitian tersebut penulis menambahkan sensor tegangan dan arus PZEM-004T untuk mengukur tegangan dan arus yang ada pada alat nanti serta dapat membantu menampilkan informasi arus dan tegangan yang ada pada alat nanti [9].

## 2.2 DASAR TEORI

### 2.2.1 Hama Daun Tanaman Bawang

Hama daun tanaman bawang (*Spodoptera exigua* Hbn) menjadi salah satu keresahan para petani bawang merah dikarenakan tanaman bawang merah bisa saja gagal panen karena serangan hama tersebut. Walaupun tanaman bawang merah berhasil panen namun bawang merah yang di dapatkan akan buruk kualitasnya yang mengakibatkan turunya harga jual bawang merah. Hama yang biasa menyerang tanaman bawang merah antara lain orong-orong, lalat penggorok daun, ulat grayak, ulat daun, kutu daun, dan lain-lain.



**Gambar 2. 1 Hama ulat grayak pada tanaman bawang [11].**

Pada Gambar 2.1 adalah hama yang sering menjadi masalah utama bagi para petani bawang merah yaitu hama ulat grayak (*Spodoptera exigua* Hbn). Hama ini merupakan hama utama yang sering menyerang tanaman bawang dan muncul dalam jumlah yang banyak sehingga sangat sulit untuk dihindari. Hama ulat grayak awalnya berasal dari induk ngengat yang meletakkan telurnya secara berkelompok pada daun tanaman bawang atau di sekitar tanaman bawang merah. Dalam kurun waktu 2 sampai 3 hari telur tersebut akan berubah menjadi ulat yang kemudian hidup dan berkembang di dalam daun tanaman bawang. Daun tanaman bawang tersebut rusak disebabkan oleh ulat grayak yang memakan daun tanaman bawang tersebut sehingga berpengaruh terhadap besar kecil bawang merah bahkan jika serangan ulat tersebut tidak dapat dihindari petani sering mengalami kegagalan panen yang cukup merugikan [11].

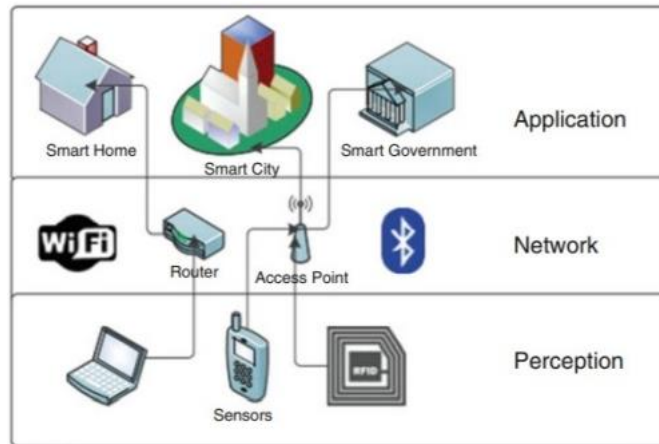
### 2.2.2 *Internet of Things*

*Internet of Things (IoT)* adalah suatu jaringan yang menghubungkan berbagai objek, untuk melakukan komunikasi dan bertukar informasi objek tersebut memiliki identitas pengenalan dan alamat IP. Objek-objek dalam IoT mampu menghasilkan layanan-layanan dan saling bekerja sama untuk mencapai sebuah tujuan. Dengan adanya teknologi IoT kehidupan manusia lebih dipermudah karena adanya bantuan sensor dan kecerdasan buatan yang dihubungkan melalui internet untuk menjalankan segala perintah. Teknologi IoT memiliki kemampuan untuk mengirimkan data tanpa memerlukan bantuan manusia ke komputer dengan menggunakan metode nirkabel yang bisa dikendalikan secara otomatis tanpa ada batasan jarak. Cara kerja dari teknologi tersebut yaitu memanfaatkan pemrograman yang setiap perintahnya menghasilkan interaksi untuk berkomunikasi antar sesama mesin secara otomatis dengan media penghubungnya adalah internet .

IoT berasal dari dua kata, internet dan *things* dimana internet sendiri memiliki arti *interconnection and networking* dengan jaringan komputernya yang saling terhubung satu sama lain. Sedangkan untuk kata *things* sendiri merupakan sebuah objek dalam kehidupan sehari-hari yang informasinya diambil melalui sensor yang membaca keadaan sekitar secara *real time* tanpa campur tangan manusia. Bisa di simpulkan bahwa *IoT* adalah objek yang bisa menghasilkan sebuah data yang di dapat dari sensor dan dikirimkan ke *server* dengan internet sebagai media penghubungnya. *Internet of things* menjadikan internet bisa digunakan ke perangkat fisik dalam kehidupan sehari-hari. Dengan *internet of things* perangkat elektronik dapat berinteraksi dengan manusia. Salah satu contoh penerapan IoT adalah *smart home* seperti sistem keamanan rumah dengan menggunakan kamera yang terkoneksi dengan internet dan banyak lagi [12].

Pada gambar 2.2 merupakan arsitektur IoT yang memiliki 3 bagian, *Perception (Device)*, *Network* dan *application*. Pada bagian *perception (Device)* hampir sama dengan salah satu model OSI layer yaitu *physical layer* yang mana pada bagian ini terdapat beberapa jenis sensor dan aktuator, *RFID Tag*, *wearable* dan mini komputer. Pada bagian *network* memiliki tanggung jawab untuk mentransmisikan serta melakukan proses *routing* pada data yang sudah diterima dari bagian sebelumnya yaitu *perception (Device)*. Di dalam *network layer* terdapat

2 klasifikasi jarak yaitu *Longe Range* dan *Short Range*. Sedangkan pada bagian *application* merupakan bagian pengaplikasian dari penerapan teknologi IoT contohnya *smart home*, *smart city* dan lainnya [12].



**Gambar 2.2** Arsitektur IoT [13]

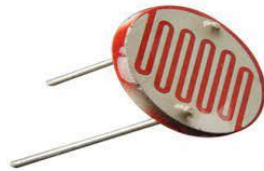
### 2.2.3 Sistem Monitoring

Sistem *monitoring* merupakan kegiatan untuk melakukan pengawasan, mengontrol dan bisa memverifikasi operasi dari sebuah sistem dalam bentuk tulisan maupun lisan untuk mengumpulkan data yang bertujuan untuk mengoptimalkan dari seluruh sumber daya yang ada. Sistem *monitoring* juga bisa diartikan sebagai sistem pengawasan yang sistematis yang bertujuan untuk mengkaji apakah pengawasan tersebut sudah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak serta kegiatan identifikasi masalah yang timbul bisa langsung segera diatasi. Sehingga bisa disimpulkan bahwa sistem *monitoring* ini adalah kegiatan mengkaji serta mengevaluasi atas informasi yang diawasi dengan melihat kegiatan tersebut sehingga bisa diputuskan apakah memerlukan tindakan penanganan dan perbaikan atau tidak [14].

### 2.2.4 Sensor Light Dependent Resistors (LDR)

Sensor LDR adalah sensor cahaya dengan nilai resistornya dipengaruhi cahaya yang dibaca olehnya. Sensor ini sangat peka terhadap rangsangan-rangsangan cahaya sehingga bisa dikatakan juga sensor LDR adalah sensor cahaya.

Contoh penggunaan sensor ini kebanyakan dipadukan dengan lampu yang bisa menyala di malam hari dan mati saat siang hari. Untuk mengendalikan sensor LDR agar sesuai dengan kebutuhan maka diperlukan mikrokontroler dengan beberapa port yang digunakan[15].



**Gambar 2. 2 Sensor light dependent resistor (LDR) [13].**

Gambar 2.2 adalah gambar sensor LDR, nilai resistansi apabila sensor LDR berada pada tempat yang gelap biasanya mencapai 200 Kilo Ohm ( $k\Omega$ ) pada kondisi gelap dan menurun menjadi 500 Ohm ( $\Omega$ ) pada kondisi cahaya terang. Gambar 2.3 adalah gambar dari sebuah LDR [15]

### **2.2.5 Relay**

*Relay* merupakan komponen *output* yang fungsinya sebagai saklar (*switch*) elektrik untuk menghidupkan dan mematikan, *relay* ini bekerja berdasarkan medan magnet yang ada. Di dalam *relay* terdapat satu lilitan dan saklar mekanik yang mana saklar mekanik tersebut akan bekerja apabila terdapat arus yang mengalir pada lilitan yang menghasilkan medan magnet sehingga medan magnet tersebut dapat menarik saklar tersebut. Gambar 2.3 adalah gambar dari komponen relay [17].



**Gambar 2.3 Relay [18].**

### 2.2.6 Sensor PZEM-004T

Salah satu sensor yang berfungsi untuk mengukur tegangan, arus, frekuensi, energi, dan daya adalah sensor PZEM-004T. sensor ini dapat dihubungkan melalui Arduino dan *platform opensource* lainnya. Karena sensor PZEM-004T ini memiliki fitur pengukuran parameter listrik, maka sensor ini dapat digunakan untuk pengukuran jaringan listrik rumah tangga.



**Gambar 2.4 Sensor PZEM-004T [8]**

Gambar 2.4 sensor PZEM-004T memiliki dimensi fisik  $3,1 \times 7,4$  cm, sensor ini dililit dengan kumparan trafo arus yang memiliki diameter 3 mm dan dapat digunakan untuk mengukur arus. Arus maksimal yang dapat diukur oleh kumparan trafo sebesar 100A. sensor PZEM-004T ini juga mudah digunakan dalam beberapa pemrograman dengan menggunakan jenis *board* mikrokontroler salah satunya Arduino [9].

### 2.2.7 LoRa

LoRa merupakan teknologi jaringan komunikasi berdaya rendah dengan ketahanan terhadap *noise* atau gangguan sinyal yang tidak diinginkan yang cukup kuat. Jangkauan komunikasi yang dimiliki teknologi ini mencapai lebih dari 2 km dengan konfigurasi yang sesuai. LoRa dapat berkomunikasi melalui gelombang radio sehingga LoRa membutuhkan sebuah perangkat untuk menghubungkan LoRa tersebut agar bisa melakukan *monitoring* yang biasa disebut *gateway* [15].

Lora merupakan teknik modulasi *spread spectrum* dan biasa disebut juga teknologi nirkabel yang memiliki daya panjang jarak jauh untuk jaringan *Internet of Things* di seluruh dunia. LoRa biasa digunakan untuk teknologi IoT pada



komunikasi M2M (*Machine to Machine*). LoRa juga menjadi salah satu penyebab dari sensor-sensor pada teknologi *Internet of Things* berinteraksi langsung dengan manusia maupun mesin tanpa adanya batasan tempat dan jarak. Untuk mendeteksi keberadaan suatu benda tanpa biaya, teknologi LoRa memiliki fitur yang bernama *geolocation* bukan hanya itu konsumsi daya yang dihabiskan teknologi ini sangat rendah hanya berkisar 13 mA sampai 15 mA sehingga untuk baterai bisa bertahan 10 sampai 20 tahun[6]



**Gambar 2. 5 LYNX32 BOARD LoRa [20]**

Gambar 2.5 adalah komponen LYNX32 BOARD LoRa adalah salah satu mikrokontroler dari Indonesia yang dilengkapi produk ESP (Espressif) yang menjadikan perangkat tersebut memiliki banyak kegunaan. LYNX32 BOARD LoRa memiliki PCB 4 *layer* dengan USB tipe C. Selain itu perangkat ini juga terdapat ESP 32 dengan Wroom 32 serta sudah dilengkapi dengan modul LoRa dalam *board* tersebut. Spesifikasi mikrokontroler dan modul LoRa bisa di lihat pada tabel 2.1 dan 2.2 [20].

**Tabel 2. 1 Spesifikasi mikrokontroler ESP 32[20]**

Spesifikasi	Keterangan
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32 bit Dual-core di 160/240Mhz
SRAM	520 Kb
FLASH	2 Mb
Tegangan	2.2-3.6 V
Arus Kerja	80Ma
Program	C, C++, Phyton,dll
Wi-fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2BR/edr + ble

Spesifikasi	Keterangan
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

**Tabel 2. 2 Spesifikasi Modul LoRa[20]**

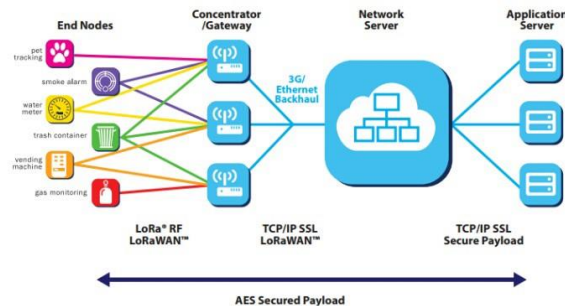
Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	3.3 V
Modem	LoRa
Frekuensi	915 MHz
Sensitifitas maksimum	-148 dB
Output RD konstan	-148 dB
Power amplifier	C, C++, Phyton,dll
Kecepatan data maksimum	300 kbps
Bullet-proof front end : IIP3	-12,5 dBm
Modulasi	FSK, GFSK, MSK, GMSK, LoRa, dan OOK

### 2.2.8 LoRaWAN

LoRaWan merupakan protokol jaringan *point-to-multiple-point* berdasarkan metode modulasi yang mendukung komunikasi jarak jauh namun dengan biaya *bandwidth* yang sempit. Untuk jembatan penghubungnya LoRaWAN ini dihubungkan dengan *gateway* dan menggunakan topologi *star*. *Gateway-gateway* tersebut akan dihubungkan menggunakan *node* di satu sisi dan sisi lainnya menggunakan *network server*. Terdapat 4 bagian di dalam jaringan LoRa yaitu: perangkat, *gateway*, *network server* dan terakhir aplikasi pengguna. Di bawah ini merupakan gambar dari arsitektur jaringan LoRaWAN.

Gambar 2.6 merupakan arsitektur LoRaWAN, *end device* terletak di sisi pengguna, *end device* ini bisa berupa sensor-sensor yang mengirim pesan secara nirkabel yang termodulasi oleh LoRa ke *gateway*. Fungsi dari *gateway* sendiri yaitu untuk menerima pesan dari *end device* serta meneruskannya ke *server* jaringan. Untuk bagian *network server* bertugas untuk mengelola seluruh jaringan yang nantinya akan terhubung ke perangkat akhir. Pada bagian *application server* adalah bagian berupa perangkat lunak pada *server* yang berguna untuk memproses data

aplikasi. Kelemahan dari LoRa ini masih memiliki keterbatasan dimana cakupan jaringan akan turun tergantung banyaknya *node* yang terhubung [21] .



**Gambar 2. 6** Arsitektur loRaWAN [21].

### 2.2.9 Quality of Service (QoS)

*Quality of Service* atau biasa disebut QoS merupakan metode pengukuran kualitas layanan yang menyediakan layanan yang lebih baik dalam lalu lintas yang melewatinya. QoS merupakan suatu kemampuan jaringan dalam menyediakan *bandwidth* serta mengatasi delay. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan sehingga QoS juga bisa dikatakan sebagai terminologi yang berguna untuk untuk mengetahui baik atau buruk dari kualitas layanan yang digunakan. Parameter QoS yang digunakan dalam menentukan baik buruknya suatu layanan jaringan diantaranya *packet loss*, *delay*, dan *throughput*.. Untuk mengetahui baik dan buruk dari parameter QoS bisa dibandingkan dengan standar yang telah dikeluarkan oleh TIPHON dan diajukan oleh ETSI (*European Telecommunication Standard Institute*) yang bertujuan untuk adanya standar yang baik pada jaringan komunikasi. Kategori *indeks* QoS bisa dilihat pada tabel 2.3 [22].

**Tabel 2. 3** Kategori indeks QoS [22]

Kategori	Besar QoS	Indeks
Sangat bagus	3.8 - 4	4
Bagus	3 - 3.79	3
Sedang	2 - 2.99	2
Jelek	1 - 1.99	1

### 2.2.10 Packet Loss

*Packet loss* adalah kondisi data yang seharusnya sampai ke tujuan namun data tersebut hilang atau gagal terkirim. Kehilangan paket atau data dinyatakan dalam persentase, seandainya data yang dikirim sebanyak 10 paket namun yang sampai ke tujuan hanya 8 maka *packet loss* yang terjadi sebesar 20%. Untuk mengetahui berapa persen paket yang hilang bisa dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$Packet Loss : \frac{Paket\ data\ dikirim - Paket\ data\ diterima}{Paket\ data\ dikirim} \times 100\% \dots\dots\dots 2.1$$

untuk mengetahui apakah nilai *packet loss* tersebut baik atau buruk bisa dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh TIPHON (*Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network*). Standar yang dikeluarkan oleh TIPHON bisa dilihat pada tabel 2.4 [23].

**Tabel 2. 4 Kategori indeks *packet loss* [23]**

Kategori	<i>Packet Loss</i>	<i>Indeks</i>
Sangat bagus	0-2 %	4
Bagus	3-14 %	3
Sedang	15-24 %	2
Jelek	>25 %	1

### 2.2.11 Delay

*Delay* merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data atau paket dari perangkat pengirim sampai ke penerima. *Delay* mengakibatkan data atau paket tersebut tidak terkirim sesuai dengan waktu yang direncanakan. Untuk melakukan perhitungan rata-rata *delay* dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$Rata - rata\ delay : \frac{Total\ delay}{Total\ paket\ yang\ diterima} \dots\dots\dots 2.2$$

untuk mengetahui apakah nilai *delay* tersebut baik atau buruk bisa dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh TIPHON. Standar yang dikeluarkan oleh TIPHON bisa dilihat pada Tabel 2.5 [23].

**Tabel 2. 5 Kategori indeks *delay* [23]**

Kategori	Besar <i>Delay</i>	<i>Indeks</i>
Sangat bagus	< 150 ms	4
Bagus	150 – 300 ms	3

Kategori	Besar Delay	Indeks
Sedang	300 – 450 ms	2
Jelek	> 450 ms	1

### 2.2.12 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

RSSI adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui kekuatan sinyal yang diterima pada frekuensi saluran yang digunakan. Apabila di area tersebut tidak ada halangan yang mengganggu komunikasi maka RSSI yang didapatkan kemungkinan akan bagus sebaliknya apabila di area tersebut banyak halangan seperti bangunan, pepohonan atau lainnya maka RSSI yang di dapat akan buruk meskipun jarak pengukuran dekat dengan *gateway*. RSSI bernilai negatif dan dinyatakan dalam satuan dBm sehingga nilai RSSI yang bagus apabila nilai RSSI semakin mendekati 0. Standar RSSI bisa dilihat pada Tabel 2.6 [24][25]

**Tabel 2. 6 Kategori indeks RSSI [25]**

Kategori	RSSI (dBm)	Indeks
Very good	> -70	5
Good	-70 – -85	4
Moderate	-86 – -100	3
Bad	-100 – 110	2
Very bad	>-110	1

### 2.2.13 Throughput

*Throughput* merupakan jumlah kedatangan paket yang dapat diukur dengan satuan waktu tertentu kemudian di bagi dengan durasi waktu tersebut. Untuk menentukan nilai *throughput* bisa dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Throughput} : \frac{\text{Total ukuran paket yang diterima}}{\text{Durasi waktu pengiriman}} \dots\dots\dots 2.3$$

Untuk mengetahui apakah nilai *throughput* tersebut baik atau buruk bisa dibandingkan dengan standar yang dikeluarkan oleh TIPHON. Standar yang dikeluarkan oleh TIPHON bisa dilihat pada Tabel 2.7 [22].

**Tabel 2. 7 Kategori indeks throughput [22]**

Kategori	Besar Throughput	Indeks
Sangat bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Jelek	< 25	1