

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2017 oleh Dadan Saepul dan M Nauval Wijaksana yang berjudul *Sistem Monitoring Suhu Cold Storage Menggunakan Data Logger Berbasis Arduino Uno dan Visual Basic* meneliti bagaimana sistem penyimpanan vaksin agar tetap terjaga sampai konsumen karena kualitas vaksin tidak semata-mata hanya ditentukan bagaimana vaksin itu diproduksi tetapi hal lain yang menentukan kualitas vaksin adalah penyimpanan. Agar kualitas vaksin tetap terjaga maka menggunakan *cold storage*. Pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino dengan menggunakan *termograf* dan *review* suhu agar lebih efektif. Penelitian ini juga menggunakan *Microsoft Visual Basic* sebagai pembuat aplikasi yang memiliki fitur untuk menyajikan data berupa grafik dan *numerik* sehingga *visual monitoring suhu cold storage* dapat lebih mudah dimengerti [2].

Penelitian yang berjudul *Rancang Bangun Mini Refrigerator Untuk Penyimpanan Vaksin Dengan Kapasitas 2250 BTU/HR* yang disusun oleh Ferry Irawan dan Tri Widagdo pada tahun 2018 membuat alat untuk menjaga kualitas vaksin walaupun telah disimpan dalam waktu yang cukup lama. Penelitian ini menggunakan beberapa metode yang meliputi perhitungan dimensi, pemilihan komponen, perakitan alat penyimpanan vaksin dan pengujian alat penyimpanan vaksin. Hal tersebut dilakukan agar mesin yang dirancang bekerja secara optimal dan sesuai dengan yang diinginkan [4].

Penelitian yang berjudul *Sistem Monitoring dan Controlling suhu dengan Mikrokontroler berbasis PC dan SMS Pada Data Center PT. MNC Media* yang disusun oleh Rizky Tahara Shinta dan Lauw Li Hin pada tahun 2017. *Disaster Recovery Planning (DRP)*, merupakan sebuah rencana dalam mengambil tindakan disaat terjadinya bencana, terutama pada sisi *server* yang menampung data untuk keperluan perusahaan. Dengan perkembangan teknologi saat ini yang dibantu dengan telekomunikasi, maka sebuah *server* dapat dilakukan pemantauan (*monitoring*) jarak jauh, sehingga penanganan terhadap DRP ini dapat dilakukan

tanpa harus berada dekat dengan *server* tersebut. Dibantu dengan Arduino Uno, maka proses *monitoring* dapat dilakukan agar otomatisasi sistem terhadap *server* dapat diketahui; dan dengan adanya sensor DHT11, maka dapat diketahui mengenai kelembaban dan suhu yang ada pada *server* yang dipantau. PT. MNC Media adalah salah satu perusahaan yang memiliki *server* dengan penyimpanan data dalam melangsungkan proses bisnisnya dan pada perusahaan inilah riset dilakukan dalam menerapkan sistem pemantauan tersebut, sehingga dengan memantau suhu ruangan *server* yang dilakukan secara *remote* (jarak jauh), diharapkan dapat membantu PT. MNC Media (terutama pada sisi operator) dalam memantau suhu pada ruangan *server* dan mencegah kenaikan suhu yang signifikan dengan adanya notifikasi otomatis dari sistem [5].

Penelitian yang dilakukan oleh Mesa Amelia pada tahun 2020 berjudul Sistem *Monitoring* dan Pengontrolan Suhu pada Inkubator Bayi Berbasis Web. Inkubator bayi sangat berperan penting dalam menjaga suhu tubuh bayi yang baru lahir terutama untuk bayi premature. Pengontrolan dan pemantauan suhu merupakan suatu hal yang penting dilakukan oleh para dokter atau perawat dirumah sakit guna untuk mempermudah kinerja tanpa harus berada pada lokasi alat, dan sekaligus untuk meminimalisir kesalahan dalam pengambilan data suhu, yang dikarenakan dokter atau perawat harus terus keluar masuk ruangan untuk melakukan pengecekan suhu. Dalam sistem pengontrolan yang dilakukan yaitu menyalakan atau meredupkan lampu pijar secara otomatis sesuai dengan batas normal yang ditentukan yaitu 33 – 35°C. Sedangkan untuk *monitoring* suhu yang bisa dilakukan secara *Realtime*. Sistem *monitoring* dan pengontrolan suhu pada inkubator yang dibahas berupa perancangan *Hardware* dan *Software*. Untuk perangkat *hardware* nya memerlukan rangkaian *Zero Crossing Detector*, rangkaian lampu pijar, sensor DHT22, relay 5 VDC, rangkaian NodeMCU. Perancangan *Software* berupa perancangan arduino IDE dan aplikasi Thingspeak [6].

Pada penelitian yang dilakukan tahun 2018 oleh Sumarkantini yang berjudul Evaluasi Kalibrasi Transduser RTD PT100 dan Termokopel *Type K*. Kalibrasi temperatur berupa PT100 maupun thermocouple dapat menggunakan metode perbandingan maupun simulasi. Metode perbandingan digunakan dengan cara membandingkan kalibrator standar berupa es batu maupun air mendidih terhadap

indikator digital *controller* E5EK Omron. Data pengukuran temperatur dihitung melalui ketidakpastian standar, ketidakpastian master, ketidakpastian gabungan, dan ketidakpastian terentang. Hasil data pengukuran dibuat simulasi dengan manipulasi data pada indikator digital *controller* E5EK Omron. Sehingga pada PT100 dapat membuktikan bahwa pengukuran suhu 0 sampai dengan 100, menunjukkan Ohm pada PT100 meranjak naik setiap kenaikan suhu pada air sebesar  $0,0385 \Omega / 1 \text{ }^\circ\text{C}$  dengan ketidakpastian sebesar  $0,094 \Omega / 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . Dan pada pengukuran Termokopel Type K pada kalibrasi sendiri dapat menghasilkan yang mendekati hasil yang sudah dikalibrasi dan mendapatkan koreksi / ketidakpastian rata – rata  $0.09\text{V}/10^\circ\text{C}$  [7].

## **2.2 DASAR TEORI**

### **2.2.1 Vaksin**

Vaksin adalah zat atau senyawa yang berfungsi untuk membentuk kekebalan tubuh terhadap suatu penyakit. Vaksin terdiri dari banyak jenis dan kandungan, masing-masing vaksin tersebut dapat memberikan perlindungan diri terhadap berbagai penyakit yang berbahaya.

Vaksin mengandung bakteri, racun, atau virus penyebab penyakit yang telah dilemahkan atau sudah dimatikan. Saat dimasukkan ke dalam tubuh seseorang, vaksin akan merangsang sistem kekebalan tubuh untuk memproduksi antibodi. Proses pembentukan antibodi inilah yang disebut imunisasi atau vaksinasi[8]. Vaksinasi adalah kegiatan pemberian vaksin kepada seseorang di mana vaksin tersebut berisi satu atau lebih antigen. Saat vaksin dimasukkan ke dalam tubuh, sistem kekebalan tubuh akan melihatnya sebagai antigen atau musuh. Dengan begitu, sebagai respon adanya ancaman dari musuh maka tubuh akan memproduksi antibodi untuk melawan antigen tersebut. Namun, kekebalan yang didapat melalui vaksinasi, tidaklah bertahan seumur hidup terhadap infeksi penyakit berbahaya[9].



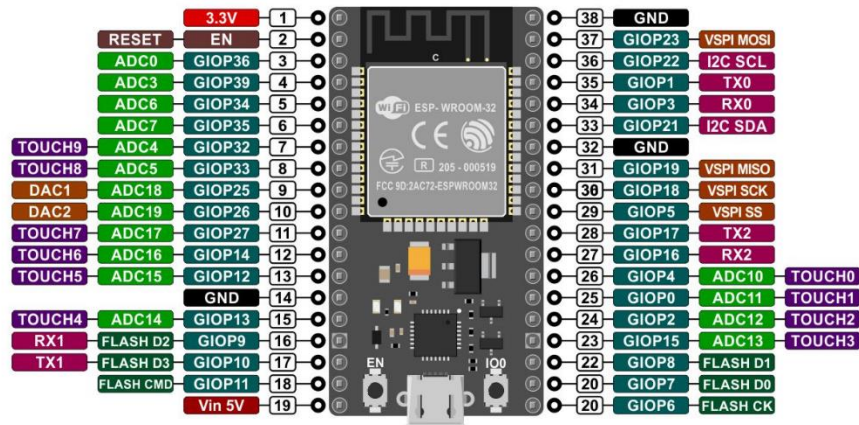
Gambar 2. 1 Botol Vaksin

Vaksin akan mempersiapkan sistem kekebalan manusia atau hewan untuk bertahan terhadap serangan pathogen tertentu, terutama bakteri, virus, atau toksin. Vaksin juga bisa membantu sistem kekebalan untuk melawan sel-sel *degenerative* (kanker). Pemberian vaksin diberikan untuk merangsang sistem imunologi tubuh untuk membentuk antibody spesifik sehingga dapat melindungi tubuh dari serangan penyakit yang dapat dicegah dengan vaksin. Namun, apapun jenisnya tujuan vaksin adalah untuk menstimulasi reaksi kekebalan tubuh tanpa menimbulkan penyakit [10].

Jenis vaksin yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu sinovac dan astrazeneca yang direkomendasikan disimpan di range suhu 2 – 8°C. [11]

### **2.2.2 ESP 32**

ESP 32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif Sistem merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Terlihat pada gambar 2.2 merupakan *pin out* dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC.



Gambar 2.2 Pin Out ESP 32

Perbedaan ESP32 dengan mikrokontroler lain dipaparkan pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Perbedaan ESP 32 dengan Mikrokontroler Lain

Spesifikasi	Arduino UNO	Node MCU (ESP8266)	ESP 32
Tegangan	5 volt	3.3 volt	3.3 volt
CPU	ATmega328 – 16 MHz	Xtensa single core L106 – 60 Mhz	Xtensa dual core LX6 – 160 MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	32 bit
SRAM	32kB	16MB	16MB
GPIO pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17 (1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2U/UART	1/1/1	2/1/2	4/2/2

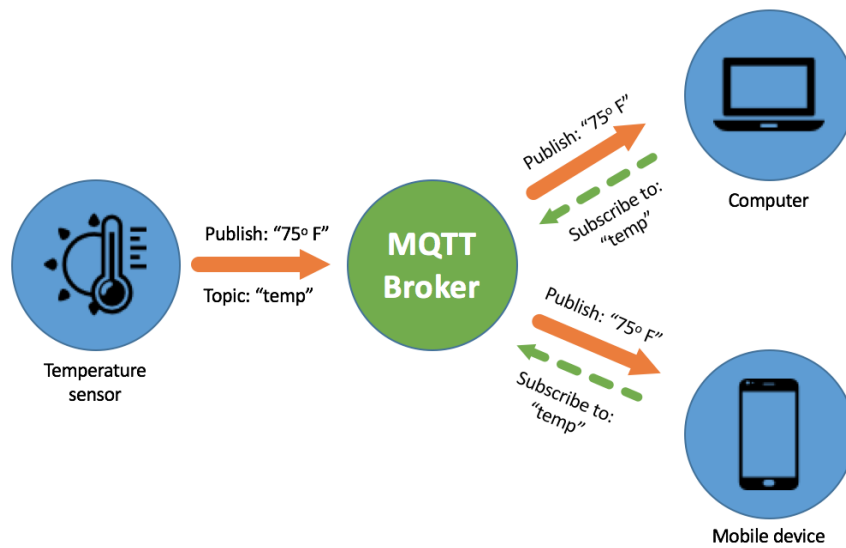
Terlihat perbedaan yang menjadi keunggulan mikrokontroler ESP32 dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin out nya yang lebih banyak, pin analog lebih banyak, memori yang lebih besar, terdapat bluetooth 4.0 low energy serta tersedia WiFi yang memungkinkan untuk mengaplikasikan Internet of Things dengan mikokontroler ESP32[12].

### 2.2.3 MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

MQTT adalah sebuah protokol konektivitas *machine to machine* (M2M) berbasis *publish-subscribe* yang didesain mampu mengirimkan data dengan sangat ringan menggunakan arsitektur TCP/IP. Pada MQTT sendiri mempunyai keunggulan yaitu dapat mengirimkan data dengan *bandwidth* yang ringan, konsumsi listrik yang sedikit, latensi serta konektivitas yang sangat tinggi, ketersediaan variabel yang banyak serta jaminan pengiriman data yang dapat dinegosiasikan [8].

Protokol MQTT (*Message Queue Telemetry Transport*) adalah protokol pesan ringan (*lightweight*) digunakan di atas protokol TCP/IP. Protokol ini mempunyai ukuran paket data *low overhead* kecil (minimal 2 bytes) dengan konsumsi daya kecil. MQTT bersifat terbuka, simpel dan didesain agar mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan *client* jarak jauh dengan hanya satu *server*. Karakteristik ini membuatnya ideal untuk digunakan dalam banyak situasi, termasuk lingkungan terbatas seperti dalam komunikasi *Machine to Machine* (M2M) dan konteks *Internet of Things* (IOT) dimana dibutuhkan kode *footprint* yang kecil dan/atau jaringan yang terbatas. Pola pesan *publish-subscribe* membutuhkan *broker* pesan. *Broker* bertanggung jawab untuk mendistribusikan pesan ke *client* tertarik berdasarkan topik pesan. Berikut merupakan fitur protokol MQTT :

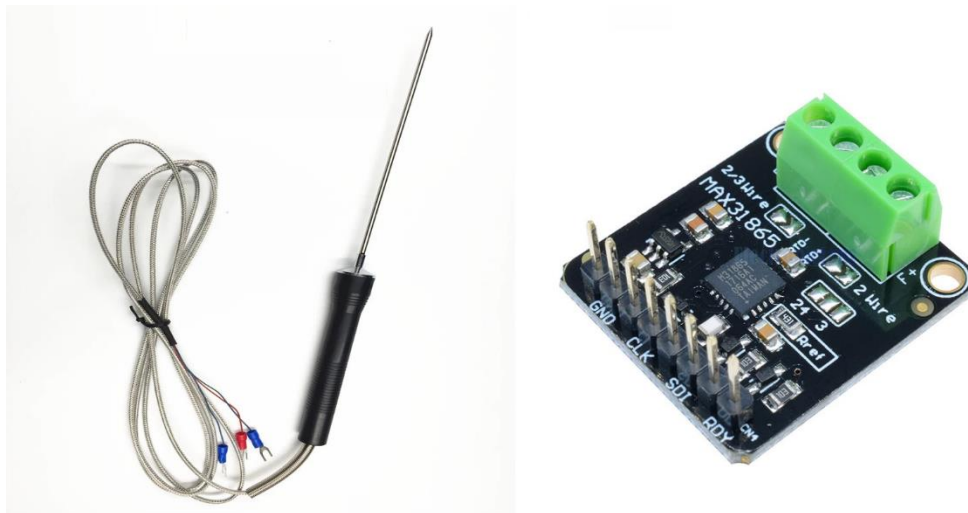
1. *Publish/subscribe message pattern* yang menyediakan distribusi *message* dari satu ke banyak dan *decoupling* aplikasi.
2. *Messaging transport* yang *agnostic* dengan isi dari payload.
3. Menggunakan TCP/IP sebagai konektivitas dasar jaringan.
4. Terdapat tiga level *Qualities of Service* (Qos) dalam penyampaian pesan :
  - a. Qos 0 atau “*At most once*”, di mana pesan dikirim dengan upaya terbaik dari jaringan TCP/IP. Kehilangan pesan atau terjadi duplikasi dapat terjadi.
  - b. Qos 1 atau “*At least once*”, dapat dipastikan pesan tersampaikan walaupun dapat terjadi.
  - c. Qos 2 atau “*Exactly once*”, dimana pesan dapat dipastikan tiba tepat satu kali [13].



Gambar 2.3 Arsitektur MQTT

#### 2.2.4 Sensor PT100 dan Driver MAX 31865

*Resistance Temperature Detector* adalah sensor suhu yang pengukurannya menggunakan prinsip perubahan resistansi atau hambatan listrik logam yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. RTD adalah salah satu sensor suhu yang paling banyak digunakan dalam otomatisasi dan proses Kontrol [14].



Gambar 2.4 Sensor PT100 dan Driver MAX 31865

Untuk spesifikasi dari sensor PT-100 yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah ini

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor PT-100 [15]

Spesifikasi Sensor PT-100	
Tegangan	VDD (min.) = 2.7 V
Resolusi Pembacaan	0.0625
Keluaran	2 kabel serial <i>interface</i>
Frekuensi Kerja	400 kHz

Karakter Sensor Suhu RTD PT100 pada suhu 0°C maka nilai hambatannya 100 Ohm, dan nilai dari 1°C adalah 1,969 Ohm. *Range* dari PT100 adalah -150 sampai 1000°C. Contoh jika PT100 berada pada suhu 100°C maka nilai hambatannya 138,50 Ohm. *Wiring* RTD PT100 ada 3 macam semakin banyak jumlah wire ( kabel ) maka semakin akurat Jenis *Wiring* PT100 :

- a. 2 *Wire* ( 2 wiring kabel )
- b. 3 *Wire* ( 3 Wiring Kabel )
- c. 4 *Wire* ( 4 Wiring Kabel )

Kelebihan Sensor Suhu RTD - PT100 diantaranya adalah Tingkat Akurasi pengukuran yang tinggi, Sinyal yang perubahannya linier, Respon perubahan yang cepat [16].

### 2.2.5 LED

*Light Emitting Diode* atau sering disingkat dengan LED adalah komponen elektronika yang dapat memancarkan cahaya monokromatik ketika diberikan tegangan maju. LED merupakan keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. LED biasa digunakan sebagai lampu indikator pada sebuah rangkaian listrik [17].



Gambar 2.5 LED

### 2.2.6 Adaptor

Secara umum Adaptor adalah rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) yang tinggi menjadi tegangan DC (arus



searah) yang lebih rendah. Adaptor adalah sebuah perangkat berupa rangkaian elektronika untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC). Adaptor / *power supply* merupakan komponen inti dari peralatan elektronik. Adaptor digunakan untuk menurunkan tegangan AC 220 Volt menjadi kecil antara 3 volt sampai 12 volt atau sesuai kebutuhan alat elektronik. Terdapat 2 jenis adaptor berdasarkan sistem kerjanya, adaptor sistem trafo *step down* dan adaptor sistem *switching*.



Gambar 2.6 Bentuk fisik Adaptor 5V.

### 2.2.7 Chiller dan Kulkas

Penelitian ini menggunakan kulkas sebagai pengganti *chiller* sebagai alat untuk mendinginkan vaksin, vaksin dapat rusak jika terpapar suhu yang panas oleh sebab itu penggunaan lemari pendingin sangat diperlukan dalam proses penyimpanan vaksin.

Terdapat perbedaan diantara *chiller* dan kulkas walaupun sama - sama berfungsi sebagai pendingin, perbedaan yang mendasar yaitu terdapat difungsinya kulkas digunakan untuk menyimpan makanan atau minuman sedangkan *chiller* dibuat untuk tujuan tertentu contohnya disini untuk penyimpanan vaksin. Perbedaan *chiller* dan kulkas dapat dilihat pada gambar 2.7 dibawah ini.



Gambar 2.7 Chiller dan Kulkas

### 2.2.8 Antares

Antares adalah *platform Internet of Things* milik Telkom, yang memiliki beragam fitur mulai dari *device management* hingga data *storage* yang akan memudahkan para pengembang aplikasi dalam menuangkan ide-idenya seputar *Internet of Things*. Pengembang aplikasi (*developer*) berbasis IoT membutuhkan *platform* atau tempat virtual yang bisa mengatur dan membuat aplikasi serta bisa bekerja dalam berbagai macam konektivitas 4G, 5G, serta protokol seperti HTTP, MQTT dan lain-lain. Antares mengunggulkan *zero infrastructure management* sehingga tidak perlu repot mengurus *server* karena API sudah disediakan oleh Antares. Dengan tingkat keamanan yang cukup baik, Antares juga menganut standar global *one M2M* yang merupakan salah satu yang terbesar di dunia. Antares memiliki *database* yang dekat karena berada di dalam negeri. Meski begitu, standarnya sudah internasional dan independen terhadap *network* dan konektivitas. Layanan ini sifatnya gratis untuk para pengembang.

Tujuan Antares adalah untuk mempercepat waktu pemasaran aplikasi karena pengguna tidak perlu berinvestasi di *cloud infrastructure* and *API backend*. Antares berhubungan erat dengan pengembang aplikasi dengan *zero infrastructure management*. Itu artinya pengembang tidak perlu menyediakan infrastruktur *cloud* ataupun domain. Juga fungsi *control device* dalam berbagai *brand*. Antares memungkinkan Anda melakukan data *analytics platform*. Selain itu, Antares terhubung dengan *connectivity provider* seperti GSM, LTE, LoRa dan lainnya. Bagi

pabrikasi peralatan elektronik, Antares menyediakan *device manufacturer* agar dapat mendaftarkan tipe-tipe *device* mereka di Antares. Dengan kemampuan manajemen data, manajemen pengguna dan *widget* sederhana, Antares menawarkan solusi yang aman karena semua komunikasi dikirim melalui jalur terenkripsi. Layanan yang tersedia dapat diandalkan secara *real time* dan aman. Perangkat bahasa pemrograman yang didukung Antares meliputi Arduino, ESP, Android, Raspberry Pi, Orange Pi, Node Red dan lain sebagainya. Sistem yang *Open API* memungkinkan pengguna mengontrol aplikasi tak hanya lewat *dashboard* tapi juga API yang disediakan oleh Antares [18].



Gambar 2.8 Logo Antares

### 2.2.9 QoS

QoS merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik suatu jaringan untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu layanan. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang dispesifikasikan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan dalam menyediakan layanan yang lebih baik pada *traffic* jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda-beda atau kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan *bandwith*, mengatasi *jitter* dan *Delay*. Parameter QoS adalah *latency*, *jitter*, *Packet loss*, *throughput*, *MOS*, *echo cancellation* dan *PDD*. QoS sangat ditentukan oleh kualitas jaringan yang digunakan. Terdapat beberapa factor yang dapat menurunkan nilai QoS, seperti : redaman, *distorsi*, dan *noise* .QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut layanan jaringan yang disediakan [19].

#### a. *Delay*

*Delay* merupakan total waktu yang dilalui suatu paket dari pengirim ke penerima melalui jaringan. *Delay* dari pengirim ke penerima pada dasarnya tersusun atas *hardware latency*, *Delay* akses, dan *Delay* transmisi. Salah satu jenis *Delay* yang sering digunakan adalah *Delay* transmisi, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk sebuah pengirim mengirimkan sebuah paket. *Delay* dapat

dipengaruhi oleh kongesti, media fisik, jarak atau juga waktu proses yang lama. Berikut rumus untuk menghitung *Delay* dan rata-rata *Delay* sebagai berikut:

$$Delay = Waktu\ paket\ diterima - waktu\ paket\ dikirim$$

$$Rata - rata\ Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Paket\ Yang\ Diterima}$$

Pada tabel 2.3 dibawah memperlihatkan kriteria nilai *Delay*.

Tabel 2.3 Kriteria Nilai *Delay* (Sumber TIPHON) [20]

Nilai	Besar <i>Delay</i> (ms)	Indeks
4	<150	Sangat Bagus
3	150-300	Bagus
2	300-450	Kurang Bagus
1	>450	Jelek

b. *Packet loss*

*Packet loss* adalah parameter kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang dari total paket yang dikirimkan.

$$Packet\ Loss = \frac{Paket\ Dikirim - Paket\ Diterima}{Paket\ Dikirim} \times 100\%$$

Pada tabel 2.4 dibawah memperlihatkan kriteria nilai *Packet loss*.

Tabel 2.4 Kriteria Nilai *Packet loss* (Sumber TIPHON)

Nilai	Persentase %	Indeks
4	0-2	Sangat Bagus
3	3-14	Bagus
2	15-24	Kurang Bagus
1	>25	Jelek