

BAB II

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian yang dilakukan oleh Fadila Karin Purnomo Pada tahun 2020 dengan judul “Perancangan dan Analisis Perangkat Monitoring dan Kontrol Suhu Inkubator Telur Berbasis Komunikasi LoRA” membahas mengenai monitoring suhu pada penetasan telur dengan memanfaatkan *Internet of Things (IoT)* dan jaringan *Long Range Access (LoRA)* untuk media penyampaian informasi kepada peternak. Dengan pemanfaatan dari IoT agar peternak dapat memantau parameter inkubator telur setiap saat. Menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor DHT22, *Relay*, lampu pijar sebagai pemanas, *thingspeak*, dan *wireshark* untuk monitoring kualitas data. Kesimpulan dari penelitian ini adalah alat yang digunakan dapat memantau parameter pada inkubator telur setiap saat dengan kategori yang sangat bagus [11].

Pada penelitian Fuad Hasan Pada tahun 2019 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Ternak Ayam Berbasis *Internet of Things (IoT)*” membahas mengenai monitoring pakan dan minum pada kandang ayam serta pemantauan suhu kandang ayam dengan memanfaatkan teknologi IoT. Menggunakan ESP8266, modul HX711, sensor *loadcell*, DHT11, lampu pijar sebagai pemanas, menggunakan *google firebase* untuk menyimpan atau menyinkronkan data antar pengguna secara *real-time*. Parameter yang digunakan QoS dengan menggunakan aplikasi *wireshark* dan memperoleh parameter *delay*, *packet loss* dan *throughput* dengan pengujian banyaknya jumlah jarak dan data tidak terlalu mempengaruhi *delay*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem monitoring pakan, minum dan suhu berjalan dengan baik untuk mengatur berat pakan, minum dan kondisi suhu dalam kandang sehingga memudahkan peternak dan membantu mengurangi angka kematian pada ayam [12].

Pada penelitian Maula Ardhi Martariza Pada tahun 2021 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring, Pemberi Pakan dan Minum Otomatis Pada Peternak Ayam Boiler Berbasis Wemos D1” membahas rancang bangun sistem

monitoring pemberian pakan dengan memantau kondisi suhu, kelembapan dan sistem pakan otomatis dengan menggunakan motor servo. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan mikrokontroler ESP8266EX, sensor DHT11 dan menggunakan aplikasi *blynk* untuk pengiriman data. Kesimpulan dari penelitian ini adalah berhasil dibangun sistem monitoring dan pemberian pakan otomatis dengan kurangnya sensor ultrasonik sebagai pendeteksi wadah pakan yang telah habis [10].

Pada penelitian Muhammad Iqbal, Yulkifli, Yenni Darvina Pada tahun 2019 dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembapan Udara Menggunakan Sensor SHT75 Berbasis *Internet of Things Display Smartphone*” membahas tentang cara menentukan desain alat ukur suhu dan kelembapan udara menggunakan sensor SHT75 berbasis IoT. Komponen yang digunakan pada penelitian ini adalah NodeMCU ESP8266, *server ThingSpeak* dengan data yang ditampilkan secara *real-time*. Menggunakan referensi Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) sebagai pengamatan parameter cuaca, yang hasil suhu dan kelembapan udaranya tampil pada *smartphone*. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu berhasil dibangun sistem alat ukur suhu dan kelembapan udara berbasis IoT mengacu dengan data perkiraan cuaca pada *website* BMKG [13].

Pada penelitian Try Hadyanto dan Muhammad Faishol Amrullah Pada tahun 2022 dengan judul “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis *Internet of Things*” membahas bagaimana efektifnya penggunaan alat suhu dan kelembapan pada ayam karena pada saat proses monitoring suhu dan kelembapan ayam yang ada belum menggunakan teknologi jaringan internet. Untuk itu dibuat alat yang dapat memanfaatkan jaringan internet menggunakan sensor DHT11, lampu pemanas, kipas serta NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler untuk mengirimkan data dari sensor ke *web* server melalui internet. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem mampu menjaga suhu antara rentang (29-30)°C dan kelembapan 60% untuk usia ayam 7-14 hari [14].

Pada penelitian Alfian Fahmi, Yuliarman Saragih, Welly Sirait dan Suroyo Pada tahun 2022 dengan judul “Prototipe Atap Stadion Otomatis Berbasis IoT (*Internet of Things*) Dengan Aplikasi *Blynk*” membahas tentang penerapan atap pada stadion yang biasanya digunakan untuk kegiatan olahraga atau digunakan

untuk tempat pembukaan atau konser. Penerapan atap otomatis ini untuk mengantisipasi kondisi cuaca yang tidak menentu dan menghambat kegiatan yang sedang dilaksanakan. Parameter utama yang digunakan berupa motor servo, dan menggunakan sensor LDR, sensor ketinggian air dan sensor DHT11 untuk membaca kondisi cuaca sekitar stadion. Pengujian atap otomatis ini dilakukan dengan pembacaan kondisi cuaca, ketinggian air, pergerakan motor servo dan pengujian sensor DHT11. Kesimpulan pada penelitian ini adalah pengujian sensor ketinggian air dan sensor LDR tidak terjadi *error* [15]. Perbandingan rencana penelitian dengan penelitian terdahulu terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Sebelumnya.

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
1.	(Fadila Karin Purnomo, 2020) Perancangan dan Analisis Perangkat Monitoring dan Kontrol Suhu Inkubator Telur Berbasis Komunikasi LORA.	Implementasi teknologi IoT untuk monitoring suhu dan kelembapan.	Menggunakan <i>Long Range Access</i> (LORA) untuk media penyampaian informasi.	Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang sudah terkalibrasi dengan <i>WiFi</i> .
2.	(Fuad Hasan, 2019) Rancang Bangun Sistem Monitoring Pakan dan Minum Pada Kandang Ayam Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).	Menggunakan <i>Software Wireshark</i> untuk analisis pengiriman data secara <i>real-time</i> .	Parameter QoS yang dicari <i>delay, packet loss</i> dan <i>throughput</i> .	Parameter Qos yang dicari hanya <i>delay</i> .
3.	(Maula Ardhi Martariza, 2021) Rancang Bangun Sistem Monitoring, Pemberian Pakan dan Minum Otomatis Pada Peternakan Ayam Broiler Berbasis Wemos D1.	Menggunakan sensor DHT11, <i>Fan</i> dan Lampu untuk monitoring suhu dan kelembapan.	Menggunakan Wemos D1 sebagai mikrokontroler.	Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang sudah memiliki modul <i>WiFi</i> .
4.	(Muhammad Iqbal, Yulkifli, Yenni Darvina, 2019) Rancang Bangun Sistem Pengukuran Suhu dan Kelembapan Udara Menggunakan Sensor SHT75 Berbasis IoT <i>Display Smartphone</i> .	Implementasi teknologi IoT untuk monitoring suhu, kelembapan dan perkiraan cuaca.	Menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan <i>ThingSpeak</i> untuk pengambilan data secara <i>real-time</i> .	Menggunakan mikrokontroler ESP32 dan <i>Wireshark</i> untuk pengambilan data secara <i>real-time</i> .
5.	(Try Hadyanto dan Muhammad Faishol Amrullah, 2022) Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan Pada	Implementasi IoT untuk monitoring suhu, kelembapan	Monitoring suhu dan kelembapan pada kandang ayam broiler.	Monitoring suhu dan kelembapan pada kandang bebek petelur.

No	Nama Peneliti, Tahun dan Judul	Persamaan	Perbedaan	
			Penelitian Terdahulu	Rencana Penelitian
	Kandang Anak Ayam Broiler Berbasis IoT.	menggunakan sensor DHT11 dan ESP32.		
6.	(Alfian Fahmi, Yuliarman Saragih, Welly Sirait dan Suroyo, 2022) Prototipe Atap Stadion Otomatis Berbasis IoT dengan Aplikasi <i>Blynk</i> .	Merancang prototipe dengan implementasi IoT menggunakan aplikasi <i>blynk</i> .	Menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontroler	Menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler yang sudah memiliki modul <i>WiFi</i> .

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Ternak Bebek

Ternak adalah istilah untuk hewan-hewan yang dapat dikembangbiakkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia. Biasanya, hewan-hewan ternak dipelihara dengan tujuan sebagai sumber mata pencaharian bagi pemiliknya atau untuk memenuhi kebutuhan pangan dan bahan baku industri. Salah satu jenis bebek yang banyak dikembangkan oleh masyarakat adalah bebek petelur, yang dimanfaatkan untuk mendapatkan daging dan telur sebagai sumber protein hewani. Dalam proses pengembangbiakan bebek petelur, aspek penting yang harus diperhatikan adalah pakan. Pakan memiliki peran yang sangat signifikan dalam produksi telur dari bebek tersebut [16].



Gambar 2. 1 Ternak Bebek [17].

Berdasarkan Gambar 2.1 memperlihatkan gambar ternak bebek, agar bebek dapat memiliki produksi yang optimal, peternak mengatur pemberian pakan dengan cermat, termasuk jumlah dan komposisi gizinya. Dalam pemeliharaan ternak bebek, dilakukan perawatan secara intensif untuk memastikan bahwa produksi telur tidak terganggu. Kandang litter biasanya digunakan sebagai tempat tidur dan betelur. Lantai kandang litter biasanya dilapisi dengan campuran pasir dan kapur yang ditutupi oleh kulit jerami [18]. Metode pemberian pakan yang sesuai pada setiap tahap perkembangan, diharapkan produksi telur bebek dapat tetap optimal dan pertumbuhan serta kesehatan bebek dapat terjaga dengan baik. Pendekatan pemeliharaan yang lebih intensif, sehingga peternak bertanggung jawab untuk menjaga kebersihan kandang bebek dan memberikan pakan yang sesuai dengan jumlah bebek per kandang dan usianya. Peternak juga harus memperhatikan kondisi cuaca yang dapat berpengaruh pada produksi telur. Pada musim panas atau penghujan, kandang seringkali menjadi lembab dan berlumpur. Faktor-faktor tersebut mempengaruhi kenyamanan bebek dan dapat memengaruhi produksi telur. Selama periode pemeliharaan, stres pada bebek harus dihindari karena dapat menyebabkan penurunan produksi telur. Stres pada bebek dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kebisingan yang berlebihan atau suara petir yang mengganggu. Dengan memastikan lingkungan kandang aman dan tenang, diharapkan produksi telur dapat tetap optimal dan kesejahteraan bebek dapat terjaga dengan baik.

2.2.2 Kandang Bebek

Bebek memiliki fase umur 20-22 minggu hingga masa afkir (3 tahun), pada masa tersebut bebek mulai belajar bertelur untuk itu kandang bebek sebaiknya jauh dari keramaian untuk menghindari bebek agar tidak mudah kaget yang mengakibatkan bebek stres dan tidak mau bertelur. Standar dari kandang bebek itu memiliki sirkulasi udara yang lancar dan cukup mendapatkan sinar matahari. Kondisi curah hujan yang tinggi juga mengakibatkan penurunan suhu pada kandang bebek dan naiknya tingkat kelembapan.

Iklim yang dapat berubah-ubah menjadi salah satu perhatian para peternak, karena dapat mempengaruhi bebek dalam menghasilkan telur, ketika terjadi

musim panas dan menuju musim penghujan. Syarat suhu kandang berkisar 26°C hingga 28°C dengan kelembapan optimum untuk kandang berkisar antara (55-65)% [7]. Peternak setiap hari harus memperhatikan suhu pada kandang bebek untuk tetap terjaga dan harus mengganti sekam yang merupakan alas pada kandang bebek agar kondisi kandang tetap dalam keadaan kering dan tidak dalam keadaan lembab.

2.2.3 Iklim Mikro

Micro climate atau biasa disebut dengan iklim mikro merupakan kondisi pada suatu ruangan yang terbatas kurang lebih setinggi dua meter dari permukaan tanah. Ada beberapa pengaruh lingkungan terhadap iklim mikro biasanya terhadap suhu udara, suhu tanah dan kecepatan angin. Ada dua komponen yang menjadi parameter iklim mikro, yaitu :

a. Suhu Udara

Indonesia memiliki tiga kategori kriteria suhu udara yang dianggap normal dan nyaman. Pertama adalah kategori “sejuk nyaman” dengan rentang suhu antara (20,5-22,8)°C. Kedua terdapat kategori “nyaman” yang mencakup suhu udara antara (22,8-25,8)°C. ketiga terdapat kategori “hangat nyaman” yang mencakup suhu antara (25,8-27,1)°C [19].

b. Kelembapan Udara

Kandungan uap air dalam udara menjadi indikator kapasitas potensial atmosfer yang mempengaruhi terjadinya hujan. Kelembapan adalah ukuran dari jumlah kadar air dalam udara yang dinyatakan dalam presentase. Semakin tinggi kelembapan udara, maka kemungkinan terjadinya hujan juga semakin besar [20].

Perubahan iklim memiliki dampak yang signifikan dalam kehidupan sehari-hari, termasuk pada kandang bebek. Salah satu kendalanya adalah kondisi kandang menjadi lembab dan berlumpur akibat perubahan cuaca. Selain itu, perubahan iklim juga dapat menyebabkan munculnya penyakit pada masa pancaroba yang berdampak pada penurunan produksi telur dalam kandang bebek.

2.2.4 ESP32

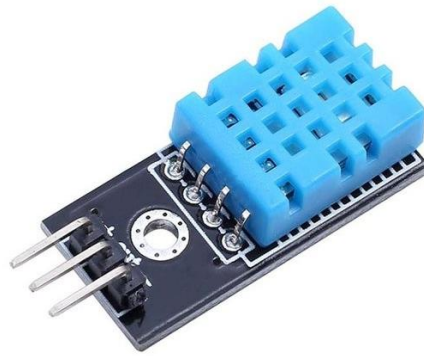


Gambar 2. 2 ESP32 [21].

Berdasarkan Gambar 2.2 mikrokontroler ini merupakan salah satu mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif System*, ESP32 merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam *chip* dengan ditambah BLE (*Bluetooth Low Energy*) sehingga mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things* (IoT). Keunggulan dari ESP32 ini memiliki sistem biaya yang rendah dan juga berdaya rendah. Perangkat yang dirancang mampu mencapai daya dan kinerja yang terbaik, menunjukkan ketahanan dengan menggunakan berbagai macam aplikasi [21].

2.2.5 DHT11

Sensor DHT11 merupakan salah satu sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan. Terdapat 2 bagian pada sensor DHT, yaitu sensor kelembapan kapasitif dan termistor dengan keluaran dari sensor DHT11 yang mampu dikalibrasikan menggunakan teknik sinyal digital dan teknologi penginderaan yang dimiliki sehingga dapat dipastikan kurangnya kendala dan stabilisasi dalam mengukur suhu dan kelembapan. Fungsi dari sensor DHT11 untuk mengukur kelembapan dan temperatur.



Gambar 2. 3 DHT11 [22].

Berdasarkan Gambar 2.3 terdapat sensor yang DHT memiliki spesifikasi untuk beroperasi pada rentang daya antara 3 hingga 5,5 volt dengan penggunaan arus maksimal saat konversi sebesar 2,5 mA. Sensor ini mampu membaca kelembapan dalam rentang 20% hingga 90% dengan tingkat akurasi sebesar $\pm 4\%$. Selain itu, sensor ini juga mampu membaca suhu dalam rentang 0°C hingga 50°C dengan tingkat akurasi sebesar $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Sensor DHT memiliki sampling rate yang tidak lebih dari 1 Hz, artinya melakukan pembacaan sekali setiap detik, dan dilengkapi dengan 4 pin yang digunakan dalam fungsionalitasnya [22].

2.2.6 LCD (*Liquid Crystal Digital*)



Gambar 2. 4 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 [23].

Berdasarkan Gambar 2.4 terdapat LCD yang digunakan memiliki kapasitas tampilan sebesar 2 baris dengan masing-masing baris dapat menampilkan 16 karakter huruf. Setiap karakternya terdiri dari 5x8 dot-matrix cursor. LCD ini memiliki 192 karakter. Sumber tegangan 5 volt dan spesifikasi yang dimaksud

adalah LCD 16x2, yang artinya memiliki 16 kolom untuk menampilkan 16 karakter dan 2 baris untuk menampilkan teks. LCD dapat dioperasikan dalam mode 4 bit atau 8 bit, dan juga mendukung fitur back light [24]. Spesifikasi LCD 16x2 dapat ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Spesifikasi LCD 16x2

Pin	Deskripsi
1	Ground (-)
2	Vcc (+)
3	Mengatur Kontras atau pencahayaan
4	Register Select
5	Read / Write LCD Register
6	Enable
7-14	Data I/O (input output)
15	VCC (+) LED
16	Ground (-) LED

2.2.7 Kipas DC

Kipas digunakan untuk mengatur volume udara didalam ruangan yang mengalami suhu panas atau tidak normal seperti biasanya. Digunakan untuk menghasilkan angin secara otomatis melalui energi listrik yang diubah menjadi energi gerak. Fungsi lain kipas angin untuk pendingin udara dan penyetabilan udara pada suatu ruangan. Secara umum, kipas dimanfaatkan untuk pendingin udara, penyegar udara. Kipas angin mampu dikontrol kecepatannya dengan 3 cara yaitu menggunakan pemutar, tali penarik serta menggunakan *remote control*. Penelitian ini menggunakan kipas DC yang memiliki tegangan sebesar 12V yang ditunjukkan pada Gambar 2.5 [24].



Gambar 2. 5 Kipas DC [25].

2.2.8 Lampu Pijar

Lampu pijar yang menghasilkan cahaya menggunakan pemanasan filamen dalam bola kaca dengan menggunakan gas tertentu. Rentang tegangan yang digunakan untuk lampu pemanas ini biasanya berkisar antara 1,5 Volt hingga 300 Volt. Lampu pemanas dengan kawat filamen seringkali digunakan sebagai pemanas pada ruangan [26].

2.2.9 Relay

Salah satu komponen elektronika yang bekerja jika ada aliran listrik menuju ke *relay*. *Relay* berfungsi untuk memutus atau menghubungkan arus yang mengalir. Ada 2 bagian utama pada *relay*, yaitu saklar (kontak *point*) atau kumparan. Kumparan berfungsi untuk menarik saklar supaya dapat terputus atau terhubung, jika saklar terhubung maka arus listrik dapat mengalir begitu juga sebaliknya. Terdapat 4 komponen yang ada pada *relay*, yaitu *coil*, *armature*, saklar dan *spring* [27].



Gambar 2. 6 Relay [27].

Berdasarkan Gambar 2.6 karakteristik penting dari *relay* adalah impedansi kumparannya, yang biasanya ditentukan oleh ketebalan kawat dan jumlah lilitan yang digunakan. Daya yang diperlukan untuk mengoperasikan *relay* dapat dihitung dengan mengalikan tegangan dengan arus yang mengalir melaluinya. Kontak jangkar pada *relay* dapat berfungsi untuk membuka atau menutup lebih dari satu kontak, tergantung pada jenis *relay* yang digunakan. Selain itu, jarak

antara kontak *relay* juga dapat menentukan tegangan maksimum yang dapat ditangani oleh *relay* tersebut [28].

2.2.10 *Open Weather API*

Open Weather yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 merupakan layanan informasi untuk mengetahui data cuaca, menggunakan layanan siaran meteorologi. Data yang diperoleh, diproses dengan cara menyediakan data perkiraan cuaca dan peta cuaca online yang akurat seperti awan dan curah hujan. *Open weather* mendukung lebih dari 200.000 kota di seluruh dunia dan tersedia koordinat di seluruh dunia. Penggunaan data cuaca hanya untuk lokasi atau titik pusat suatu wilayah tidak bisa untuk lokasi atau Negara besar [29].



Gambar 2. 7 *Open Weather* [29].

Teknologi API cara kerja yang digunakan dari dua buah komponen perangkat lunak yang saling berkomunikasi menggunakan sengkajaan, dengan contoh sistem perangkat lunak badan meteorology, klimatologi dan geofisika (BMKG) berisi data cuaca harian dibanding jika menggunakan sensor yang perlu membutuhkan biaya yang cukup banyak. Arsitektur API (*Application Programming Interface*) umumnya dijelaskan dalam konteks hubungan antara klien dan server. Klien merujuk pada aplikasi yang mengirimkan permintaan, sementara server merujuk pada aplikasi yang merespon permintaan tersebut. Kasus informasi cuaca sebagai contoh untuk basis data cuaca BMKG berperan sebagai server yang memberikan respon, sedangkan aplikasi seluler berperan sebagai klien yang mengirimkan permintaan [30].

2.2.11 *Blynk*

Platform IoT dengan layanan *private clouds*, *device management*, *machine learning* dan *data analytics*. Aplikasi *blynk* yang ditunjukkan pada Gambar 2.8 mampu mendukung sistem *hardware* yang digunakan dalam rencana *Internet of Things*. *Blynk* mendukung dalam bentuk *Ethernet*, WiFi atau GSM.



Gambar 2. 8 Aplikasi *Blynk* [31].

Penambahan komponen *blynk* dapat melalui dua cara, yaitu *drag* dan *drop*. Penambahan komponen sangat memudahkan dalam penambahan komponen *input* atau *output*. Dalam menyimpan data atau menampilkan data, *blynk* memiliki visual yang bekerja sangat baik dengan menggunakan angka, warna atau grafis sehingga mampu memudahkan dalam pembuatan *hardware* yang diinginkan [32].

2.2.12 *Wireshark*

Wireshark adalah aplikasi yang digunakan untuk analisa jaringan yang melalui penangkapan paket data atau informasi melalui *Network Interface Card* (NIC). *Wireshark* berfungsi untuk mendapatkan informasi melalui jaringan, menganalisa kinerja jaringan, dan membaca data secara langsung [33]. Hasil data yang didapatkan dalam aplikasi *wireshark* digunakan untuk mengukur performansi parameter (QoS) *Quality of Service*.

2.2.13 *Quality of Service (QoS)*

Seperangkat teknologi yang bekerja untuk menjamin kemampuan menjalankan aplikasi dan lalu lintas secara andal dengan kapasitas jaringan yang terbatas. Parameter yang perlu diperhatikan dalam QoS adalah *bandwith*, *delay*, *jitter* dan *troughput*. Hal ini menjadikan QoS sangat penting untuk lalu lintas *real-*

time. Jaringan yang tidak terjadi tabrakan dalam pengiriman data tidak diperlukannya mekanisme QoS. Parameter penting yang digunakan yaitu *Delay*.

Delay merupakan waktu yang diperlukan sebuah paket untuk melakukan perjalanan dari sumber ke tujuan. Jika saat pengiriman data memerlukan waktu banyak, maka hal itu menjadi tidak berguna. Hal ini disebabkan *client* masih melakukan proses *decoding* saat menampilkan video tersebut, sehingga waktu yang dihabiskan akan terlalu lama jika disebut sebagai *real-time* [34]. Rumus untuk menentukan *delay* :

$$\text{Rata - rata Delay} = \frac{\text{Waktu antar paket}}{\text{jumlah paket}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Proses pengiriman dan menerima paket memiliki beberapa kendala saat prosesnya, terutama jaringan yang tidak stabil dan jarak pengiriman paket ke sumber tujuan. Berdasarkan Tabel 2.3 terdapat beberapa kategori delay untuk mengetahui apakah nilai *delay* yang sudah diperoleh itu baik atau buruk. Standar (ITU-T) *International Telecommunication Union for Telecommunication* digunakan sebagai acuan kategori delay [35].

Tabel 2.3 Standar Delay Berdasarkan ITU-T.

Delay (ms)	Kategori
< 150	Sangat Bagus
150 - 300	Bagus
300 - 450	Cukup

2.2.14 Akurasi dan Error

Presentase *error* merupakan perbandingan nilai *error* dari alat ukur dengan dikalikan 100 persen [36]. Pengukuran atau pengujian pada prototipe yang dibuat dilakukan perbandingan dengan alat ukur standar. Perbandingan ini berfungsi untuk mengetahui seberapa banyak nilai *error* yang dihasilkan oleh alat yang dibuat. Untuk mendapatkan nilai *error* dari sensor yang digunakan, dilakukanlah perhitungan seperti dibawah ini :

$$E = \frac{|X_i - X_p|}{X_p} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

E = Error

X_i = Nilai Pengukuran

X_p = Nilai Sejati/ Alat Standar

Terdapat tiga tingkat toleransi kesalahan yang umum, yaitu 5%, 10%, dan 15%. Jika tingkat kesalahan lebih besar maka jumlah sampel akan lebih kecil, sedangkan jika tingkat kesalahan lebih kecil maka jumlah sampel yang dibutuhkan akan lebih besar [37]. Sedangkan untuk menentukan nilai akurasi yang didapatkan pada prototipe dapat menggunakan persamaan :

$$\%akurasi = 100\% - \%error..... (2.3)$$