

BAB 2

DASAR TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan review papaer penelitian yang berkaitan dengan suhu, kelembaban dan pengaruh suhu kadar gas amonia dan metana pada kandang sapi. Selain itu peneliti juga melakukan review terhadap beberapa penelitian yang berhubungan dengan analisa *Quality of Service* (QoS). Tahap review ini dilakukan sebagai acuan untuk merancang sistem *prototype* dan pemilihan mode analisa QOS.

Penelitian pertama adalah tentang pemgaruh suhu dan kelembaban pada kandang sapi yang ditulis oleh Dela Heraini, Bagus Priyo Purwanto dan Suryahadi dengan judul “PERBANDINGAN SUHU LINGKUNGAN DAN PENGARUH PAKAN TERHADAP PRODUKTIVITAS SAPI PERAH DI DAERAH DENGAN KETINGGIAN BERBEDA”. Penelitian tersebut berisi analisa mengenai perbandingan terhadap karakteristik secara fisik sapi yang dipelihara pada dataran tinggi dengan dataran rendah. Metode yang digunakan adalah survei secara kualitatif maupun kuantitatif menggunakan kuisisioner sebagai alat pengumpul data. Kemudian peneliti menerapkan metode pengukuran suhu dan kelembaban pada masing-masing wilayah dataran tinggi dan dataran rendah yang dilakukan pada pagi hari pukul 06.00 WIB, siang pukul 12.00 WIB dan Malam pukul 19.00 WIB. Hasil yang diperoleh bahwa sapi yang berada pada dataran tinggi mencapai ukuran lingkaran badan 160-190 cm dan berbobot 338,56 – 497,29 kg lebih besar dibandingkan dengan sapi yang berada pada dataran rendah dimana berukuran lingkaran dada 120-190 cm dan berbobot 201,64 – 449,44 kg. dan berdasarkan pengumpulan data hasil produksi susu sapi yang ditenak di dataran tinggi lebih banyak sebesar 11,115 liter/ekor/hari lebih banyak dibandingkan hasil produksi susu sapi yang ditenak pada dataran rendah yaitu 6,1138 liter/ekor/hari. Dari penelitian tersebut penulis mengambil kesimpulan bahwa sapi perah yang dipelihara di dataran yang lebih tinggi, pakan yang diberikan berupa rumput gajah

dengan kandungan nutrisi yang cukup baik, dengan kondisi tersebut sapi akan merasa nyaman dan mampu berproduksi lebih baik [3].

Pada penelitian kedua, yang dilakukan oleh M. Gofur, D. Risqiwati, and V. R Setyaning Nastiti, dengan judul “Sistem Monitoring Gas Amonia dan Kadar Bersih Udara Pada Kandang Sapi Perah Dengan Menggunakan Protokol Komunikasi MQTT Dan Algoritma Rule Based System”. Penelitian ini berisi mengenai pentingnya udara bersih pada kandang sapi. Adapun beberapa hal yang sangat penting untuk diperhatikan adalah faktor lingkungan pada kandang. Problematika yang sering terjadi pada kandang sendiri adalah berasal dari kebersihan kandang, dikarenakan bau kotoran sapi mempunyai kadar gas amonia. Jika kadar gas amonia tersebut tercampur oleh udara lain maka akan sangat berbahaya bagi manusia juga hewan itu sendiri. Oleh karena itu sangat dibutuhkan alat untuk bisa mengontrol dan memonitoring kadar gas amonia tersebut menggunakan Arduino UNO, Sensor MQ-135, sensor MQ-7, sensor DHT 11 pada kandang sapi perah agar memudahkan para peternak kontrol gas amonia, suhu serta kadar bersih udara pada kandang [6].

Penelitian oleh Dr. Roni Pazla, S. Pt, MP, Antonius, S.Pt. M.si, Ir. Erpomen, MP, Dwi Nanda Indah Sari, S.Pt. dengan judul “ Upaya Mengurangi Gas Metana Dari Sektor Peternakan” , penelitian ini melakukan analisa terhadap cara mengurangi Gas Metana dari sektor peternakan. Sebagian besar gas rumah kaca yang dihasilkan peternakan adalah gas metana, yang 21 kali lebih berbahaya daripada karbondioksida. Gas metana dari ternak berasal dari dua sumber emisi, yaitu pencernaan dan kotoran. Metana memiliki efek pemanasan global 23 kali lebih besar dari CO₂. Disamping berkontribusi terhadap pemanasan global, produksi gas metana juga mengakibatkan terjadinya kehilangan energi pakan sekitar 8-14% dari total energi tercerna [7].

Penelitian oleh D. Junesco, E. Supriyanto, A. Hasan dan M. Mukhlisin yang berjudul “QoS analysis of WSN (*Wireless Sensor Network*) using *node MCU and accelerometer sensors on bridge monitoring systems*” mengangkat topik tentang analisa *Quality of Services*. Pada penelitian tersebut penulis melakukan analisa QoS pada jaringan komunikasi nirkabel NodeMCU ESP8266 dalam sistem monitoring sensor kecepatan objek. Sistem monitoring

memanfaatkan *Internet of Things* dengan protocol yang digunakan adalah MQTT yang merupakan kependekkan dari Message Queue Telemetry Transport. Metode analisa *Quality of Service* yang digunakan adalah mengukur packet loss, *delay*, jitter, dan *throughput* pada perangkat sensor berjumlah 5 sensor dengan konektifitas topologi yang digunakan adalah point to point dan topologi bintang. Hasil yang diperoleh bahwa dari kedua topologi tersebut terdapat salah satu node sensor yang memiliki nilai packet loss yang tinggi, hal tersebut membuat penulis mengambil kesimpulan bahwa tingginya packet loss dikarenakan protokol MQTT tidak diperuntukan pada sistem yang memerlukan data transfer secara cepat karena MQTT memerlukan waktu pada proses transmit dan upload data [8].

2.2 DASAR TEORI

2.2.1 Sapi Perah

Sapi perah ialah hewan ternak yang dikembangbiakkan karena mempunyai kemampuan yaitu menghasilkan susu sebagai produksi utamanya. Sapi perah sendiri biasa dipelihara oleh peternak individu atau kelompok peternak sapi perah berskala besar yang memanfaatkan hasil susu perah tersebut untuk dijual. Sapi perah yang sehat ditunjukkan dalam kondisi fisik dan mental yang baik. Bisa dilihat dari nafsu makan, suhu tubuh juga keadaan lingkungan sekitar kandang. Waktu juga sangat berpengaruh pada produksi sapi perah pada produksi sapi perah dalam berbagai aspek diantaranya waktu pemerahan, waktu pemberian makan, waktu kelahiran, dan waktu istirahat [9].

2.2.2 Pemeliharaan Sapi Perah

Pemeliharaan sapi perah sendiri meliputi pemeliharaan dalam kandang, lingkungan sekitar dan sapi perah itu sendiri. Kandang yang bersih juga sangat berpengaruh pada kesehatan sapi dikarenakan apabila kandang kotor sapi bisa stress dan tidak bisa menghasilkan susu sapi perah yang berkualitas bagus. Bau yang dihasilkan dari kotoran sapi berupa gas NH_3 (Amonia) dapat menyebabkan dampak yang buruk pada manusia. Gas amonia dapat menyebabkan iritasi hebat

pada mata (Keratitis), sesak nafas (*Dyspnea*), nyeri dada, *bronchitis* dan *Pneumonia* [9].

2.2.3 Internet of Things (IoT)

Internet umumnya telah benar-benar merevolusi komunikasi, hiburan, pendidikan, dan akses publik secara umum ke informasi. Perkembangan internet sebagian besar juga telah menyebabkan terciptanya *Internet of Things* (IoT). Konsep ini pada dasarnya menyoroti pentingnya menghubungkan objek ke internet pada dasarnya untuk menciptakan dunia yang cerdas dan efisien. Kata “internet” untuk semua maksud dan tujuan pada dasarnya adalah kependekan dari “jaringan transmisi” mengacu pada informasi digital yang bergerak di seluruh dunia. Gagasan berkomunikasi dengan benda-benda akhir-akhir ini, menunjukkan bagaimana internet sebagian besar telah benar-benar merevolusi komunikasi, hiburan, pendidikan, dan akses publik secara umum ke informasi, yang sebagian besar cukup signifikan. Orang-orang pada dasarnya menyebut konsep ini *Internet of Things*, atau IoT untuk singkatnya [10].

Pada dasarnya, IoT sebenarnya adalah sebuah konsep di mana segala sesuatu yang terhubung ke internet benar-benar dapat berbicara satu sama lain dan bertindak secara cerdas. Pada dasarnya, semuanya akan menjadi pintar dengan bantuan IoT yang mana dapat membantu kita dalam banyak hal secara besar-besaran. Misalnya, konsep rumah pintar yang menggunakan algoritme untuk mengontrol pemanasan dan pencahayaan. Kemudian produk mobil saat ini yang memiliki fitur mengidentifikasi situasi berbahaya. IoT juga pada dasarnya dirancang untuk dapat berkomunikasi dengan jenis perangkat yang berbeda, menciptakan jaringan global. IoT secara khusus akan membantu manusia dalam banyak hal, memungkinkan untuk benar-benar menjadi lebih efisien dalam kehidupan kita sehari-hari. IoT memiliki beberapa komponen yang berbeda, yang benar-benar menunjukkan bahwa konsep ini menyoroti pentingnya menghubungkan objek ke internet untuk menciptakan dunia yang secara umum cerdas dan efisien .



Gambar 2. 1 Skema *Internet of Things* [10]

Gambar 2.1 merupakan skema *Internet of Things*. Komponen pertama, semua hal yang terhubung ke internet pasti disebut things, yang sebagian besar menunjukkan bahwa, semuanya pasti akan menjadi pintar dengan bantuan IoT yang dapat membantu kita dalam banyak hal. Contohnya antara lain ponsel cerdas, tablet, dan computer yang mana adalah bagian dari IoT karena memiliki beberapa input dan output yang menghubungkan mereka ke internet.

Komponen kedua dari IoT adalah kemampuan things untuk berkomunikasi dengan manusia dan umumnya hal-hal lain melalui sensor, mencakup kamera, sistem GPS, *microchip*, dan motor – apa pun yang dapat bertindak sebagai perangkat di sistem IoT. Sensor bekerja untuk mengumpulkan data dari objek dan khususnya mengirimkannya ke unit pemrosesan di mana algoritme umumnya menganalisisnya dan membuat keputusan.

Komponen terakhir dari IoT secara harfiah adalah bagaimana kita menggunakan things setiap hari seperti mobil atau benda yang digunakan sehari-hari, menunjukkan bahwa hal ini memungkinkan segala sesuatu di dunia dapat berinteraksi satu sama lain melalui email atau web [11].

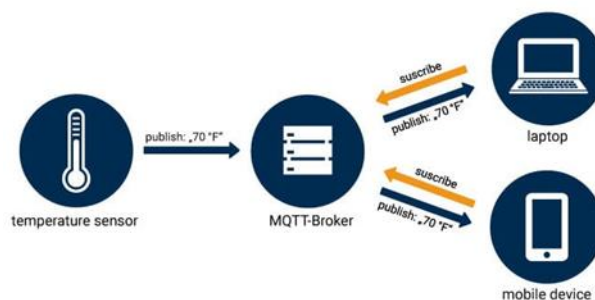
2.2.4 *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)*

MQTT umumnya adalah singkatan dari Message Queuing Telemetry Transport. MQTT adalah protokol perpesanan yang sangat sederhana dan pada dasarnya ringan (*subscribe* dan *publish*) yang dirancang untuk perangkat dan jaringan yang benar-benar terbatas dengan perangkat yang memiliki latensi tinggi,

bandwidth rendah atau jaringan tidak dapat diandalkan. Prinsip desainnya dirancang untuk secara umum mengurangi bandwidth jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat dan memastikan keamanan pasokan. Selain itu, prinsip-prinsip ini pada dasarnya menguntungkan untuk M2M (*machine to machine*) atau perangkat IoT karena kinerja baterai dan bandwidth pada dasarnya sangat penting.

Dengan MQTT, perangkat IoT yang dibatasi sumber daya memiliki kemampuan mengirim atau menerbitkan informasi di atas topik spesifik yang ada ke server yang ada yang bertindak pada waktu yang sama dengan broker pesan mqtt yang ada. Mengirimkan informasi tersebut ke subscriber yang sebelumnya telah subscribe topik pelanggan. Bagi manusia, topik yang ada terlihat seperti jalur file hierarkis. Subscriber memiliki kemampuan untuk berlangganan ke tingkat hierarki tertentu yang ada yang dimiliki oleh topik yang ada atau menggunakan karakter untuk berlangganan ke beberapa tingkat.

Protokol MQTT menjadi pilihan baik untuk diterapkan pada jaringan nirkabel yang memiliki latensi bervariasi karena keterbatasan bandwidth sesekali atau koneksi yang tidak dapat diandalkan. Pada kemungkinan bahwa koneksi yang dilakukan oleh klien subscribe ke broker terputus, broker menyangga pesan serta mengirimkannya ke subscriber pada saat pelanggan kebetulan kembali online. Jika koneksi yang dilakukan oleh klien publisher ke broker terputus tanpa pemberitahuan, broker memiliki kemampuan untuk memutuskan serta mengirim pesan *cache* yang ada kepada subscriber dengan instruksi yang diberikan oleh publisher.



Gambar 2. 2 Skema Protokol MQTT [12]

Gambar 2.2 merupakan skema protokol MQTT dimana semua perangkat dan perangkat lunak, seperti *router* OPC, yang terhubung ke broker dalam beberapa cara disebut sebagai klien MQTT. Klien dapat mengirim pesan ke

broker (*publish*) dan menerima pesan dari broker (*subscribe*). Saat mengirim pesan ke broker, topik MQTT harus ditentukan, yang dapat digunakan untuk memproses pesan lebih lanjut. Pesan dapat dikirim dengan *Quality of Service* (QoS) yang berbeda antara lain :

1. *Quality of Service* 0: Pesan klien dikirim tepat satu kali, terlepas dari apakah pesan tersebut telah sampai di broker.

2. *Quality of Service* 1: Pesan klien dikirim berulang kali hingga broker merespons dengan konfirmasi penerimaan. Hal ini dapat mengakibatkan pesan tiba di broker berkali-kali.

3. *Quality of Service* 2: Klien mengirimkan pesan satu kali dan secara bersamaan memastikan bahwa pesan tersebut telah sampai di broker. Komunikasi *Quality of Service* 2 membutuhkan lebih banyak bandwidth daripada *Quality of Service* 0 atau 1.

Pada saat yang sama, klien dapat berlangganan topik MQTT di broker sehingga broker secara otomatis menerima semua informasi yang masuk ke broker dengan topik MQTT ini. Misalnya, “plant1 / hall1 / suhu”. Dengan menggunakan wildcard, klien dapat menerima banyak informasi dari broker. Misalnya, ia menerima semua entri dari daftar “plant1 / hall1” dengan topik MQTT “plant1 / hall1 / #”. Dengan topik “plant1 / + / suhu”, semua entri suhu dari “plant1” dikirim.

Terakhir, klien MQTT memiliki fungsi yang digunakan untuk skenario jika koneksi ke broker terputus, pesan terakhir dikirimkan agar kesalahan koneksi diketahui oleh broker dan dapat diteruskan ke pengguna [12].

2.2.5 Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah penggunaan mekanisme atau teknologi yang bekerja pada jaringan untuk mengontrol lalu lintas dan memastikan kinerja aplikasi dengan kapasitas jaringan terbatas. QoS memungkinkan untuk menyesuaikan lalu lintas jaringan secara keseluruhan dengan memprioritaskan aplikasi berkinerja tinggi tertentu. QoS biasanya diterapkan pada jaringan yang membawa lalu lintas untuk sistem intensif sumber daya. Layanan umum yang

diperlukan termasuk *Internet Protocol TV (IPTV)*, *game online*, *media streaming*, konferensi video, video sesuai permintaan, dan *Voice Over IP (VoIP)*.

Menggunakan QoS dalam jaringan memiliki kemampuan untuk mengoptimalkan kinerja beberapa aplikasi di jaringan mereka dan mendapatkan visibilitas ke dalam bit rate, *delay*, jitter, dan packet rate jaringan. QoS memastikan dapat merekayasa lalu lintas di jaringan dan mengubah cara paket dialihkan ke internet atau jaringan lain untuk menghindari penundaan transmisi. Dan juga memastikan bahwa jaringan internet mencapai kualitas layanan yang diharapkan untuk aplikasi dan memberikan pengalaman pengguna yang diharapkan.

Sesuai dengan arti QoS, tujuan utamanya adalah memungkinkan jaringan internet untuk memprioritaskan lalu lintas, termasuk menawarkan *bandwidth* khusus, jitter yang terkontrol, dan latensi yang lebih rendah. Teknologi yang digunakan untuk memastikan hal ini sangat penting untuk meningkatkan kinerja aplikasi bisnis, jaringan area luas atau *Wide Area Network (WAN)*, dan jaringan penyedia layanan internet [13].

- *Throughput*

Throughput adalah kinerja jaringan dan ukuran banyaknya total kedatangan paket yang sudah berhasil dilakukan atau diamati pada waktu tertentu. Untuk mendapatkan hasil pengukuran throughput menggunakan persamaan (2.1).

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Jumlah Data}}{\textit{Time Span}} \quad (2.1)$$

- *Delay*

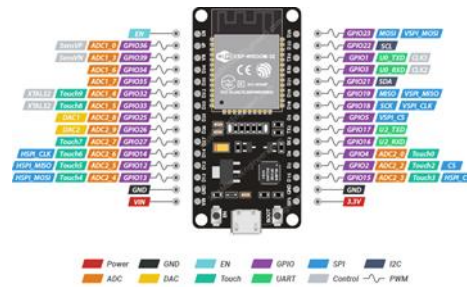
Dalam konteks QoS (*Quality of Service*) pada IoT (*Internet of Things*), "*delay*" mengacu pada penundaan atau jeda waktu dalam pengiriman data antara perangkat IoT dan infrastruktur yang terkait. *Delay* dalam QoS IoT dapat memiliki dampak signifikan terhadap performa dan kinerja sistem IoT.

Untuk mendapat hasil pengukuran delay menggunakan persamaan (2.2).

$$\textit{Delay} = \frac{\textit{Time Span}}{\textit{Jumlah Paket}} \times 1000 \quad (2.2)$$

2.2.6 Board ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang populer dan serbaguna yang dikembangkan oleh perusahaan Tiongkok bernama *Espressif Systems*. Mikrokontroler ini merupakan generasi penerus dari ESP8266 dan dilengkapi dengan lebih banyak fitur dan kemampuan.



Gambar 2. 3 NodeMCU ESP 32 *Pinout* [15]

Gambar 2.3 merupakan *Pinout* ESP32 yang memiliki keunggulan dari segi fitur dan spesifikasi dibandingkan ESP8266. Spesifikasi ESP32 antara lain :

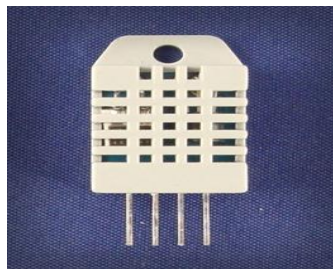
1. Mikroprosesor LX6 *Single* atau *Dual-Core* 32-bit dengan frekuensi *clock* hingga 240 MHz.
2. SRAM 520 KB, ROM 448 KB, dan SRAM RTC 16 KB.
3. Mendukung konektivitas Wi-Fi 802.11 b/g/n dengan kecepatan hingga 150 Mbps.
4. Dukungan untuk spesifikasi *Classic Bluetooth* v4.2 dan BLE.
5. 34 GPIO yang dapat diprogram.
6. Hingga 18 saluran ADC 12-bit SAR dan 2 saluran DAC 8-bit
7. Konektivitas Serial termasuk 4 x SPI, 2 x I2C, 2 x I2S, 3 x UART.
8. *Ethernet* MAC untuk Komunikasi LAN fisik (memerlukan PHY eksternal).
9. 1 pengontrol Host untuk SD/SDIO/MMC dan 1 pengontrol Slave untuk SDIO/SPI.
10. PWM dan hingga 16 saluran PWM.
11. *Boot* Aman dan Enkripsi *Flash*.
12. Akselerasi Perangkat Keras Kriptografi untuk AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC, dan RNG [14].

2.2.7 Relay

Relay adalah sebuah komponen elektromekanik yang digunakan untuk mengendalikan sirkuit listrik dengan menggunakan sinyal rendah atau arus kecil. Fungsi utama dari *relay* adalah untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik pada sirkuit utama dengan bantuan sinyal kontrol yang diberikan. *Relay* terdiri dari beberapa komponen utama, termasuk koil, kontak penghubung (NO, *Normally Open*), dan kontak pemutus (NC, *Normally Closed*). Ketika koil *relay* diberikan arus listrik, ia akan menghasilkan medan magnet yang menarik atau menggerakkan kontak penghubung dan kontak pemutus, mengubah keadaan hubungan antara kontak-kontak tersebut. *Relay* sering digunakan untuk mengontrol arus atau tegangan yang besar. Misalnya perangkat listrik 4 A atau 220 V AC dengan arus atau tegangan rendah, misalnya 0,1 A / 12 VDC [9].

2.2.8 DHT 22

AM2303 atau DHT22 mengeluarkan sinyal digital terkalibrasi. DHT22 adalah sensor suhu dan kelembaban yang populer dan banyak digunakan dalam proyek-proyek berbasis mikrokontroler, terutama di bidang *Internet of Things* (IoT). Sensor DHT22 sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pemantauan suhu dan kelembaban, seperti sistem monitoring lingkungan, pengaturan otomatis suhu dan kelembaban di dalam ruangan, sistem irigasi pintar, dan lain sebagainya. Kelebihan utama dari DHT22 adalah kemampuannya untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan harga yang terjangkau dan antarmuka yang sederhana, sehingga cocok untuk pemula dalam proyek IoT atau elektronika.



Gambar 2. 4 Sensor suhu dan Kelembaban AM2303 atau DHT22 [15]

Gambar 2.4 merupakan sensor DHT22 yang bisa digunakan untuk mengukur suhu. Cara kerja dari sensor ini yaitu Sensor DHT22 menggunakan sensor resistansi semikonduktor untuk mendeteksi suhu dan kelembaban. Sensor ini terdiri dari bahan sensitif yang berubah resistansinya sesuai dengan suhu dan kelembaban di sekitarnya. Sensor DHT22 menggunakan komunikasi satu arah dengan mikrokontroler atau perangkat lainnya. Untuk mendapatkan pembacaan suhu dan kelembaban, mikrokontroler mengirimkan sinyal awal berupa permintaan bacaan data [15].

Selanjutnya merupakan spesifikasi sensor AM23003 atau DHT22 yang dijelaskan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sensor Suhu dan Kelembaban AM2303 atau DHT22[15]

Model	AM2303 or DHT22
Sumber Daya Listrik	3.3 – 6V DC
Sinyal Keluaran	Sinyal digital melalui single-bus
Penginderaan elemen	Kapasitor kelembaban polimer & DS18B20 untuk mendeteksi suhu
Rentang Pengukuran	Kelembaban 0-100% RH; Suhu-40 ~ 125 Celcius
Ketepatan	Kelembaban +-2% RH (Maks+-5%RH); Suhu +-0,2 Celcius
Sensitivitas atau Resolusi	Kelembaban 0,1% RH ; Suhu 0,1 Celcius
Pengulangan	Kelembaban +-1%RH ; Suhu +-0,2 Celcius
Histeris Kelembaban	<i>+ -0.3%RH</i>
Stabilitas Jangka Panjang	<i>+ -0,5%RH/tahun</i>
Periode Penginderaan	Rata-rata: 2 detik
Dapat Dipertukarkan	Sepenuhnya dapat dipertukarkan

Tabel 2.1 menampilkan spesifikasi sensor suhu dan kelembaban DHT22. Dalam tabel tersebut terdapat model, sumber daya listrik, sinyal keluaran, penginderaan elemen, rentang pengukuran, ketepatan, sensitivitas atau resolusi, pengulangan, histeris kelembaban, stabilitas jangka panjang, periode penginderaan, dan dapat dipertukarkan. DHT22 sendiri merupakan sensor yang lebih akurat dibandingkan dengan versi sebelumnya yaitu DHT11. Keduanya bisa digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban sekaligus [16].

2.2.9 *Wireshark*

Wireshark adalah penganalisa paket jaringan. *Network Packet Analyzer* berusaha untuk menangkap paket jaringan dan menampilkan semua informasi paket sedetail mungkin [16]. Dengan *Wireshark*, pengguna dapat memantau data jaringan akses atau data pada disk dan segera melihat dan mengurutkan data yang ditangkap, dimulai dengan informasi singkat dan terperinci dari setiap paket, termasuk header lengkap dan bagian data yang dapat diambil [17]. *Wireshark* juga merupakan alat yang fleksibel dalam arti bahwa *Wireshark* dapat memeriksa data terlepas dari apakah itu terjadi pada jaringan Internet kabel atau nirkabel [18].

2.2.10 Gas Metana (CH₄)

Gas metana (CH₄) adalah gas alam yang terdiri dari satu atom karbon dan empat atom hidrogen. Ini adalah gas tak berwarna, tak berbau, dan mudah terbakar. Gas metana merupakan salah satu gas rumah kaca utama yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Gas metana dapat berasal dari berbagai sumber alami dan manusia. Sumber alami meliputi rawa-rawa, lahan basah, dan tanah rawa yang menghasilkan metana melalui proses dekomposisi organik dalam kondisi anaerobik. Sumber manusia termasuk produksi dan penggunaan bahan bakar fosil seperti gas alam, batubara, dan minyak bumi, serta aktivitas pertanian seperti peternakan hewan, pengolahan limbah organik, dan produksi dan distribusi gas alam [19]. Seperti diketahui, kentut sapi mengandung senyawa metana yang merupakan senyawa yang sangat aktif. Gas metana dari kentut sapi merupakan produk yang berbahaya. Meskipun karbon dioksida adalah penyebab utama perubahan iklim, gas metana 84 kali lebih berbahaya bagi atmosfer bumi. Perusakan atmosfer bumi berdampak besar pada iklim bumi dan dengan demikian juga terhadap kelangsungan hidup manusia di bumi. Dengan kata lain, sendawa dan kentut sapi secara signifikan meningkatkan emisi [20]. Peningkatan gas efek rumah kaca yang mendorong terjadinya peningkatan pemanasan global. Pemanasan global menyebabkan terjadinya perubahan iklim secara ekstrim yang mempunyai dampak negatif seperti kekeringan dan kelangkaan air, cuaca tidak menentu, gelombang panas, banjir saat musim hujan, dan sebagainya [21].

Kadar gas metana normal dalam kandang sapi bervariasi. Namun tingkat gas metana dapat meningkat secara signifikan dalam kondisi tertentu, seperti saat terjadi kelebihan dalam produksi kotoran atau masalah pada sistem pengelolaan limbah. Tingkat gas metana yang tinggi dalam kandang sapi dapat mempengaruhi kesehatan hewan dan lingkungan, oleh karena itu penting untuk memantau dan mengendalikan tingkat gas metana dalam kandang.

2.2.11 Gas Amonia (NH₃)

Amonia adalah senyawa yang terbentuk dari reaksi gas nitrogen dan hidrogen dengan rumus NH₃. Amonia adalah gas beracun yang tidak berwarna dengan bau menyengat yang khas. Amonia dapat dihasilkan dari emisi kendaraan dan pabrik kimia. Selain itu, amonia banyak digunakan dalam pengolahan dan pembuatan pupuk, plastik, dan makanan. Amonia terjadi secara alami di lingkungan dari sisa-sisa bahan organik di dalam tanah, seperti retakan, limbah tumbuhan dan hewan, yang diuraikan oleh bakteri. Paparan gas amonia konsentrasi tinggi, selain efek pada tubuh manusia seperti penyakit tenggorokan, juga menyebabkan masalah kesehatan yang serius seperti penyakit hati, mata, kulit dan saluran pernapasan [22]. Gas amonia sendiri muncul dari kotoran sapi yang terlalu lama terendap di dalam ruangan. Kotoran sapi yang tidak segera dibersihkan akan menimbulkan efek yang dapat mencemari lingkungan dan banyak berdampak penyakit [6].

2.2.12 MQ – 135

Sensor MQ-135 adalah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi kualitas udara dan gas berbahaya di sekitar. Sensor ini memiliki fokus utama pada deteksi gas berbahaya seperti amonia (NH₃), karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), benzena (C₆H₆), aseton (CH₃O), dan gas lainnya [23]. Namun sensor ini sangat peka terhadap kadar gas amonia. Tingkat sensitivitas sensor terhadap gas amonia pun sangat pekat sehingga tidak jarang sensor ini sering digunakan untuk mendeteksi gas amonia.



Gambar 2. 5 Sensor Gas MQ-135 [23]

Gambar 2.5 merupakan sensor gas MQ – 135 dimana sensor ini mempunyai banyak persamaan dengan beberapa sensor gas lainnya. Namun kegunaan tiap sensornya sangat berbeda seperti sensor MQ -135 bisa mengukur beberapa kadar gas seperti karbon monoksida hanya saja tidak terlalu pekat seperti mengukur kadar gas amonia.

Tabel 2. 2 Spesifikasi MQ-135 [24]

Parameter	Kondisi Teknis	Keterangan
tegangan sirkuit	$5V \pm 0,1$	DC atau AC
Tegangan Pendengaran	$5V \pm 0,1$	DC atau AC
Ketahanan Beban	Menyesuaikan	
Ketahanan Pemanas	$33\Omega \pm 5\%$	Suhu ruangan
Konsumsi Pemanasan	$< 500 \text{ Mw}$	
Jangkauan Pengukuran	10 – 300 ppm ammonia 10-1000 ppm benzol 10-300 ppm alkohol	

Tabel 2.2 spesifikasi MQ – 135 dimana dalam tabel diatas terdapat beberapa spesifikasi seperti tegangan sirkuit, tegangan pendengaran, ketahanan beban, ketahanan pemanas, konsumsi pemanasan, dan jangkauan pengukuran.

2.2.13 MQ-4

MQ-4 adalah sensor gas yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas metana (CH_4) dalam udara. Sensor ini sensitif terhadap gas metana dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan pemantauan gas metana. [24].



Gambar 2. 6 Sensor Gas MQ-4 [25]

Gambar 2.6 sensor gas MQ -4 Sensor MQ-4 bekerja berdasarkan prinsip resistansi. Di dalam sensor, terdapat material yang resistansinya berubah ketika terpapar gas metana. Semakin tinggi konsentrasi metana, semakin besar perubahan resistansinya.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Sensor MQ-4 [25]

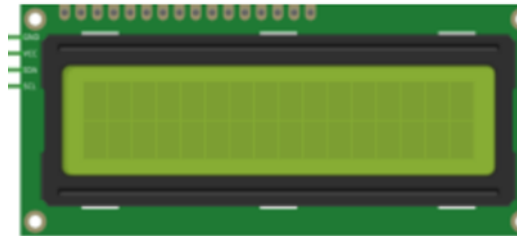
Parameter	Spesifikasi
Tegangan Sirkuit	5 V \pm 0,1 (DC atau AC)
Tegangan Pemanas	5 V \pm 0,1 (DC atau AC)
Resistansi Beban	20 K Ω
Deteksi Standar Kondisi	Suhu : 20 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ Vc : 5 V \pm 0,1 Kelembaban : 65% \pm 5% Vh : 5 V \pm 0,1
Waktu Pemanas	Lebih dari 24 Jam

Tabel 2.3 merupakan spesifikasi sensor MQ – 4 dimana dalam tabel diatas terdapat tegangan sirkuit, tegangan pemanas, resistansi beban, deteksi standar kondisi dan waktu pemanas.

2.2.14 LCD 16x2

Liquid Crystal Display merupakan suatu perangkat elektronik yang digunakan untuk menampilkan bilangan atau teks. Rangkaian LCD pada sistem

ini disambungkan dengan module Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Mikrokontroler I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan mikrokontroler I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan *Slave*. Master adalah piranti yang memulai transfer data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri transfer data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*.



Gambar 2. 7 LCD 16x2 [26]

Gambar 2.7 merupakan LCD (*Liquid Crystal Display*) yang merupakan jenis media tampilan atau *display* dari bahan cairan kristal sebagai penampil utama. LCD I2C 16x2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter.