

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 KAJIAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu mengenai monitoring suhu dan kelembaban sudah pernah dilakukan sebelumnya, yang pertama penelitian dengan judul “Alat monitoring suhu dan kelembaban menggunakan arduino”, dalam penelitian tersebut, dilakukan pengukuran terhadap suhu dan kelembaban yang selanjutnya hasilnya ditampilkan pada komponen LCD Arduino. Tujuan utama dari penelitian ini yaitu untuk secara kontinu memantau suhu dan kelembaban yang ada di dalam ruang server, dengan harapan dapat meningkatkan pemahaman dan pengelolaan lingkungan di dalamnya [8].

Penelitian lain dengan judul “Monitoring Suhu dan Kelembaban Menggunakan SMS *Gateway* pada Proses Fermentasi Tempe Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroller”, dalam penelitian ini, data suhu dan kelembaban yang terukur tidak hanya ditampilkan pada layar LCD Arduino, melainkan juga disampaikan melalui SMS *Gateway*. Langkah ini diambil dengan tujuan memberikan akses kepada pengguna agar dapat memantau perkembangan suhu dan kelembaban secara langsung. Dengan adanya integrasi SMS *Gateway*, pengguna dapat menerima informasi terkini mengenai kondisi lingkungan di ruang server, sehingga memungkinkan untuk mengambil tindakan yang diperlukan dengan lebih cepat dan responsif [9].

Penelitian lain dengan judul “*Post-Harvest Loss and Grain Storage Technology- A Review*” Tujuan dari penelitian tersebut untuk mengeksplorasi perkembangan teknologi dalam bidang teknik penyimpanan biji-bijian pasca panen. Kerugian pasca panen terjadi antara panen dan saat konsumsi manusia. Ini mencakup kerugian di tingkat pertanian, seperti saat biji-bijian diayak, diayak angin, dan dikeringkan, serta kerugian sepanjang rantai selama transportasi, penyimpanan, dan pengolahan [10].

Penelitian lain mengenai sistem monitoring berbasis IoT juga pernah dilakukan penelitian dengan judul “Rancang bangun monitoring dan kontrol suhu pada penyimpanan biji kedelai berbasis IoT”, penelitian tersebut untuk monitoring

ruang penyimpanan biji kedelai dengan menggunakan MQTT. Pengaturan suhu dan kelembaban pada tempat penyimpan benih dapat dilakukan dengan teknologi *internet of things* (IoT) dan komunikasi antar node dilakukan dengan cara *Wireless Sensor Network* (WSN) [11].

Penelitian lain mengenai monitoring pada gudang beras, tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui ketahanan tempat penyimpanan beras dengan kualitas suhu, kelembaban, serta kebersihan ruangan dengan nilai yang berbeda. Data yang dihitung Menggunakan menggunakan Mikrokontroler dengan Sensor DHT11 untuk membaca parameter suhu dan parameter kelembaban serta sensor debu yang dapat membaca ketebalan debu dengan berbasis *Internet of Things* [12].

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

Peneliti	Judul	Perbedaan	Hasil Penelitian
Fathulrohman, dan Saepuloh (2018)	Alat Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Arduino Uno	ESP32, DHT22, <i>Arduino IoT Cloud Remote</i> .	Menghasilkan sistem monitoring ruangan server yang ditampilkan melalui LCD 16x2.
Wijanarko, dan Hasanah (2017)	Monitoring Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Sms Gateway Pada Proses Fermentasi Tempe Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler	ESP32, DHT22, <i>Arduino IoT Cloud Remote</i> .	Hasilnya pemantauan suhu dan kelembapan menggunakan sensor SHT11 berjalan dengan baik akan tetapi tidak dilakukan pengujian validasi untuk memastikan akurasi sensor tersebut.
Sasono, dan Kusumastuti (2020)	Rancang Bangun Monitoring Dan Kontrol Suhu	ESP32, DHT22, <i>Arduino IoT Cloud Remote</i> .	Pemantauan suhu dan kelembapan dapat dilakukan secara jarak jauh dengan teknologi

	Pada Penyimpanan Biji Kedelai Berbasis Iot		<i>Internet of Things (IoT)</i> . Penggunaan DHT11 dalam pembacaan suhu dan kelembapan tidak diuji validasi dengan membandingkan nilai <i>output</i> sensor dengan alat ukur.
Siallagan dan Sudrajat (2016)	Sistem Penentuan Gudang Beras Berbasis Iot Menggunakan Metode SAW Pada Platform Thingsboard	ESP32, DHT22, <i>Arduino IoT Cloud Remote</i> .	Hasilnya metode SAW dapat digunakan dalam sistem penentuan Gudang beras berdasarkan beberapa parameter. Salah satu parameter yang digunakan adalah suhu dan kelembapan, Gudang beras memiliki suhu rata-rata 30 derajat celcius dan kelembapan rata-rata diangka 86 diukur menggunakan DHT11.

2.2 DASAR TEORI

Pada sub-bab dasar teori akan dibahas beberapa teori pendukung mengenai penelitian seperti beberapa teori mengenai komponen-komponen yang digunakan dan sistem yang akan digunakan.

2.2.1. GABAH

Gabah merupakan hasil pertumbuhan padi yang telah matang dan kemudian dirontokan dari malai atau jerami. Proses gabah menjadi beras melalui tahapan dimulai dari pemanenan, perontokan, pengeringan dan penggilingan. Gabah sendiri

adalah bulir dari tanaman padi yang sudah dipisahkan dari tangkainya dan masih memiliki kulit atau sekam, bisa dilihat dalam gambar 2.1. Gabah tersusun dari 15-30% kulit luar (sekam), 4-5% kulit ari, 12-14% katul, 65-67% endosperm dan 2-3% lembaga [13]. Gabah dari hasil panen atau yang dikenal dengan nama "Gabah Kering Panen (GKP)" biasanya mempunyai kandungan air 18-25%. Gabah harus memenuhi syarat kandungan air gabah agar gabah layak disimpan atau digiling, yaitu kandungan airnya sekitar 14%, sedangkan agar gabah dapat langsung digiling, kandungan airnya harus 12-13% [14].



Gambar 2.1 Gabah [14].

Oryza Sativa L., atau yang lebih umum dikenal sebagai tanaman padi, menempati posisi yang sangat penting sebagai salah satu tanaman pangan utama di seluruh dunia, memegang peran mendasar sebagai makanan pokok bagi lebih dari setengah jumlah penduduk global, khususnya dominan di wilayah Asia, termasuk Indonesia. Tanaman ini tidak hanya merupakan sumber utama karbohidrat, tetapi juga memainkan peran penting dalam menyediakan asupan gizi yang penting bagi kesehatan manusia [15]. Definisi secara umum beras sesuai Peraturan Menteri Perdagangan RI Nomor 19/M-DAG/PER/3/2014 menjelaskan beras adalah biji-bijian baik berkulit, tidak berkulit, diolah atau tidak diolah yang berasal dari *Oryza Sativa* [16].

Penyimpanan merupakan salah satu proses penanganan pascapanen yang sangat penting. Sebelum diproses lebih lanjut atau didistribusikan, gabah atau beras dapat disimpan dalam ruang yang aman. Gudang atau ruang penyimpanan harus kering dan tidak mudah terkena banjir. Atap ruangan tidak bocor dan tidak boleh terdapat lubang yang dapat dilalui burung atau binatang. Bangunan dibuat dari

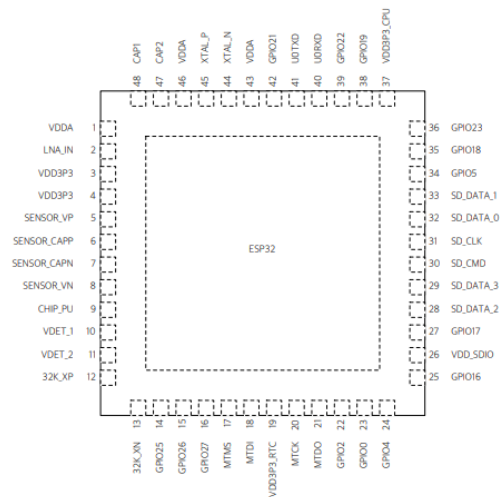
bahan yang tidak mudah terbakar serta dapat menghindarkan untuk tempat hidup/bersembunyi binatang mengerat seperti tikus dan untuk hidup serangga-serangga seperti kecoa.

Kelembaban relatif ruang simpan berpengaruh terhadap kadar air gabah/beras selama penyimpanan. Jika kelembaban relatif ruang simpan terlalu tinggi maka air dari udara akan masuk ke dalam biji (hingga mencapai keseimbangan) yang mengakibatkan kadar air biji meningkat dan biji menjadi rentan terhadap serangan jamur. Penyimpanan padi dalam jangka waktu yang lama pada suhu yang lebih tinggi akan menyebabkan penurunan kualitas beras seiring dengan meningkatnya keasaman lemak yang diikuti juga dengan peningkatan ketengikan beras. Selain itu, suhu tinggi dan kelembaban yang relatif tinggi juga akan memicu infestasi serangga dalam kemasan dan serangan penyakit gudang yaitu munculnya bintik kehitam-hitaman disertai munculnya kapang [17].

Suhu dan kelembaban gudang penyimpanan perlu diperhatikan, agar tetap bisa menjaga kadar air beras tetap dibawah 14% dari jumlah keseluruhan kadar air beras. Karena dikutip dari situs Badan Standar Nasional (BSN), berdasarkan standar SNI 6128 : 2015 mengenai beras. Kadar air berpengaruh terhadap beras karena menentukan kondisi kritis dimana mikroorganisme bisa tumbuh dan merusak beras. Berdasarkan standar SNI beras, kadar air harus < 14% untuk mutu premium, medium 1 dan 2, sedangkan medium 3 dipersyaratkan < 15% [18].

2.2.2. ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler pengembangan dari ESP8266, mikrokontroler ini berbasis SoC (*System on Chip*) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, *Bluetooth* versi 4.2, dan berbagai *peripheral*. ESP32 merupakan chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (*General Purpose Input Output*). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada *Arduino*, ESP32 memiliki kemampuan untuk terkoneksi ke WI-FI secara langsung. ESP32 memiliki 18 ADC (*Analog Digital Converter*), 2 DAC, 16 PWM, 10 Sensor sentuh, 2 jalur antarmuka UART, pin antarmuka I2C, I2S, dan SPI [19]. Lebih jelas mengenai *pin layout* pada ESP32 bisa dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Pin *Layout* ESP32 [18].

Mikrokontroler ESP32 dirancang untuk beroperasi dengan protokol TCP/IP, MAC WLAN 802.11 b/g/n/e/i (WLAN penuh), dan juga mendukung spesifikasi Direct Wi-Fi. Fungsionalitasnya mencakup operasi Basic Service Set (BSS) STA dan SoftAP berdasarkan protokol Fungsi Kontrol Terdistribusi (DCF). Selain itu, mikrokontroler ini mendukung operasi grup P2P sesuai dengan protokol P2P Wi-Fi terbaru. Dengan demikian, mikrokontroler ESP32 dapat berfungsi sebagai stasiun dan terhubung ke internet atau server untuk mengakses dan mengirimkan data. Selain itu, ia juga dapat beroperasi sebagai titik akses (SoftAP) untuk menyediakan antarmuka pengguna, misalnya melalui aplikasi seluler pada smartphone. Dengan begitu, mikrokontroler ini memiliki fleksibilitas untuk berperan sebagai klien dan menyediakan akses WiFi untuk perangkat lain. Berikut merupakan spesifikasi ESP32 dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP32

Model	ESP32
<i>CPU and On Chip Memory</i>	ESP32-D0WD-V3 or ESP32-D0WDR2-V3 <i>embedded</i> , Xtensa <i>dual-core</i> 32-bit LX6 <i>microprocessor</i> , up to 240 MHz; 448 KB ROM; 520 KB SRAM; 16 KB SRAM in RTC
<i>WiFi</i>	802.11b/g/n; Bit rate: 802.11n up to 150 Mbps; <i>Center frequency range of operating channel</i> : 2412 ~ 2484 MHz

<i>Operating Condition</i>	<i>Operating voltage/Power supply: 3.0 ~ 3.6 V; Operating ambient temperature: 85 °C version: -40 ~ 85 °C</i>
<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth V4.2 BR/EDR and Bluetooth LE specification</i>
<i>Peripherals</i>	<i>SD card, UART, SPI, SDIO, I2C, LED PWM, Motor PWM, I2S, IR, pulse counter, GPIO, capacitive touch sensor, ADC, DAC, TWAI</i>
<i>Reliability test</i>	<i>HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD</i>
<i>Integrated components on module</i>	<i>40 MHz crystal oscillator; 4/8/16 MB SPI flash</i>

2.2.3. SENSOR DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang dapat mengukur dua parameter lingkungan sekaligus yaitu suhu (*temperature*) dan kelembaban (*humidity*). DHT22 memiliki keluaran tegangan analog sehingga dapat diolah menggunakan mikrokontroler. Sensor ini diklasifikasikan menjadi elemen resistif seperti pengukur suhu dan kelembaban. DHT22 adalah sensor pengukur suhu dan kelembaban relatif dengan keluaran sinyal digital. Keunggulan modul sensor ini dibandingkan dengan modul sensor lainnya adalah dalam hal kualitas pembacaan data penginderaan yang lebih responsif dan memiliki kecepatan dalam hal penginderaan suhu dan kelembaban objek, serta pembacaan data yang tidak mudah terganggu [20]. Sensor DHT22 terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Sensor DHT22 [21].

Cara kerja dari sensor ini yaitu data *single-bus* digunakan untuk komunikasi antara MCU dan AM2303 atau DHT22, biayanya 5 ms untuk komunikasi satu kali. Data terdiri dari bagian integral dan desimal, AM2303 atau DHT22 mengirimkan bit data yang lebih tinggi terlebih dahulu DATA = 8bit data RH integral + 8bit data RH desimal + 8bit data T integral + 8bit data T desimal + 8bit check-sum. Jika transmisi data benar, *check-sum* harus 8bit terakhir dari "data RH integral 8 bit + data RH desimal 8bit + data T integral 8bit + Tdata desimal 8bit". Saat MCU mengirim sinyal start, sensor berubah dari mode konsumsi daya rendah ke mode berjalan. Ketika MCU selesai mengirimkan sinyal start, AM2303 atau DHT22 akan mengirimkan sinyal respon berupa data 40bit yang mencerminkan informasi suhu dan kelembaban relatif ke MCU. Tanpa sinyal start dari MCU, AM2303 tidak akan memberikan sinyal respon ke MCU. Satu sinyal mulai untuk data respons satu kali yang mencerminkan informasi suhu dan kelembaban relatif dari sensor. AM2303 atau DHT22 akan berubah menjadi mode konsumsi daya rendah saat pengumpulan data selesai jika tidak menerima sinyal mulai dari MCU lagi [22].

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor DHT22

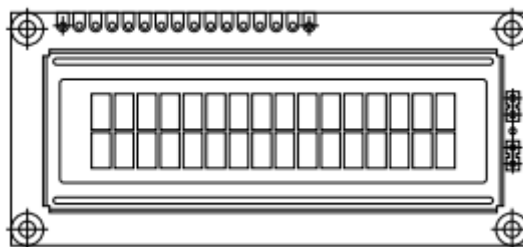
Model	DHT22
<i>Power Supply</i>	3.3-6V DC
<i>Output signal</i>	<i>Digital signal via single-bus</i>
<i>Sensing element</i>	<i>Polymer capacitor</i>
<i>Operating range</i>	<i>Humidity 0-100%RH; Temperature -40~80 Celcius</i>

Accuracy	<i>Humidity</i> $\pm 2\%RH$ (Max $\pm 5\% RH$); <i>temperature</i> ± 0.5 Celcius
<i>Resolution of sensitivity</i>	<i>Humidity</i> 0.1%TH; <i>temperature</i> 0.1 Celcius
<i>Repeatability</i>	<i>Humidity</i> $\pm 1\%RH$; <i>temperature</i> ± 0.2 Celcius
<i>Humidity hysteresis</i>	$\pm 0.3\%RH$
<i>Long-term stability</i>	$\pm 0.5\%RH/year$
<i>Sensing period</i>	Average: 2s
<i>Interchangeability</i>	Full interchangeable
<i>Dimensions</i>	Small size 14*18*5.5 mm; big size 22*28*5mm

2.2.4. *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2*

Liquid Crystal Display (LCD) 16x2 merupakan modul tampilan elektronik yang digunakan dalam berbagai rangkaian dan perangkat. LCD memiliki 16 kolom dan 2 baris sebagaimana terlihat pada gambar 2.4, yang memungkinkannya menampilkan 32 karakter, masing-masing terdiri dari 5 x 8 titik piksel. Adapun fitur-fitur dari LCD sebagai berikut:

- *Type: Character*
- *Display format: 16 x 2 characters*
- *Built-in controller: ST 7066 (or equivalent)*
- *Duty cycle: 1/16 • 5 x 8 dots include cursor*
- *+ 5 V power supply*
- *LED can be driven by pin 1, pin 2, or A and K*
- *N.V. optional for + 3 V power supply*
- *Optional: Smaller character size (2.95 mm x 4.35 mm)[23].*



Gambar 2. 4 LCD [23].

2.2.5. ARSITEKTUR *INTERNET OF THINGS*

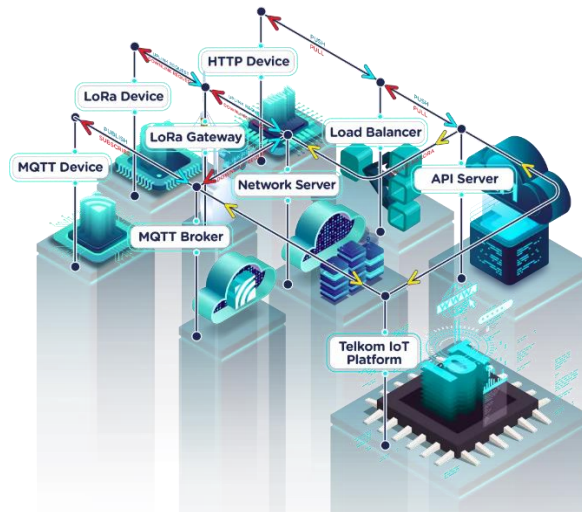
Internet of Things (IoT) merupakan konsep di mana berbagai perangkat dapat terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui internet untuk memungkinkan pengumpulan dan pertukaran data secara otomatis. *Internet of Things* (IoT) merupakan jaringan objek atau perangkat fisik, seperti perangkat pintar, peralatan *wearable*, kendaraan, dan bangunan, yang tertanam dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas jaringan yang memungkinkan mereka untuk mengumpulkan dan bertukar data. Teknologi IoT bergantung pada kombinasi perangkat keras, perangkat lunak, dan protokol konektivitas untuk memungkinkan perangkat berkomunikasi satu sama lain dan dengan internet. Hal ini termasuk sensor dan aktuator, mikrokontroler, protokol komunikasi seperti Wi-Fi dan *Bluetooth*, dan *platform cloud* untuk penyimpanan dan analisis data [24] [25]. Arsitektur IoT merupakan cara perangkat IoT terhubung, berkomunikasi, dan bekerja bersama untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Arsitektur IoT terdiri dari empat lapisan utama yaitu:

1. Lapisan Perangkat (*Things*): Lapisan perangkat terdiri dari perangkat IoT, seperti sensor, perangkat pintar, dan perangkat yang dapat terhubung ke internet lainnya. Perangkat ini dapat berkomunikasi dengan jaringan dan layanan melalui protokol komunikasi yang didefinisikan oleh lapisan jaringan.
2. Lapisan Jaringan: Lapisan jaringan terdiri dari jaringan perangkat dan teknologi yang memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi dengan internet. Beberapa protokol jaringan yang digunakan dalam IoT termasuk WiFi, *Bluetooth*, *ZigBee*, dan LoRaWAN.
3. Lapisan Platform: Lapisan platform terdiri dari perangkat lunak dan layanan yang mengelola data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dan menyediakan berbagai layanan seperti manajemen perangkat, manajemen data, analisis data, dan integrasi dengan layanan *cloud*.
4. Lapisan Aplikasi: Lapisan aplikasi terdiri dari aplikasi dan layanan yang digunakan untuk memproses dan menganalisis data dari perangkat IoT. Aplikasi ini dapat mencakup berbagai bidang seperti manufaktur, pertanian, kesehatan, dan transportasi. Aplikasi pengguna adalah komponen penting dari

sistem IoT, memungkinkan pengguna untuk memantau, mengontrol, dan mengotomatisasi hal-hal cerdas [26].

2.2.6. TELKOM IOT PLATFORM

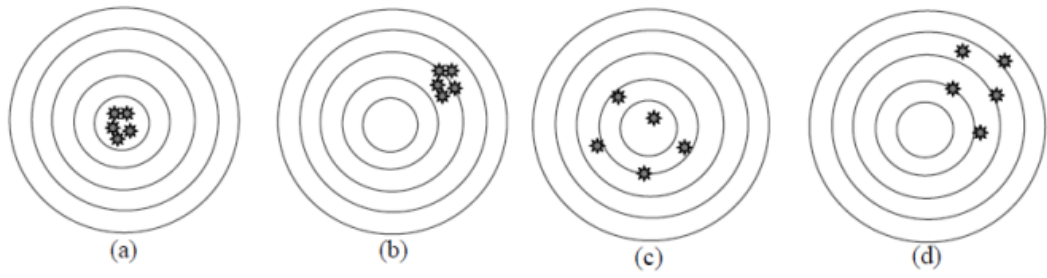
Telkom IoT Platform adalah platform yang dibuat oleh Telkom Indonesia untuk menghubungkan, mengelola, dan menganalisis data dari perangkat IoT. Ini mencakup pengumpulan data, manajemen perangkat, analisis data, integrasi dengan sistem lain, keamanan, dan layanan pelanggan. Platform ini digunakan di berbagai bidang seperti *smart city*, industri, pertanian, dan rumah pintar. Tujuannya adalah memfasilitasi adopsi dan pemanfaatan teknologi IoT di berbagai sektor [27]. Lebih jelas mengenai arsitektur Platform IoT Telkom dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Arsitektur Telkom IoT Platform [26].

2.2.7. AKURASI DAN PRESISI

Akurasi dan presisi adalah dua faktor penting yang harus dipertimbangkan saat melakukan pengukuran data. Baik akurasi dan presisi mencerminkan seberapa dekat suatu pengukuran dengan nilai sebenarnya, tetapi akurasi mencerminkan seberapa dekat suatu pengukuran dengan nilai yang diketahui atau diterima, sedangkan presisi mencerminkan seberapa dekat pengukuran yang dapat direproduksi, meskipun jauh dari nilai yang diterima.



Gambar 2. 6 Akurasi dan Presisi [28].

Berdasarkan Gambar 2.6 dapat kita simpulkan bahwa dalam suatu sistem pengukuran akan terdapat 4 buah kondisi. Pengukuran akurat dan presisi (Gambar (a)), tidak akurat namun presisi (Gambar (b)), akurat namun tidak presisi (Gambar (c)), dan tidak akurat serta tidak presisi (Gambar (d)) [28].