

SKRIPSI

MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PENYIMPANAN GABAH PADI BERBASIS IOT

Disusun dan diajukan oleh:

ANNISA SALSABILA
D041 19 1056



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PENYIMPANAN GABAH PADI BERBASIS IOT

Disusun dan diajukan oleh

Annisa Salsabila

D041191056

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada Tanggal 5 Februari 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM
NIP 19691026 199412 2 001

Merna Baharuddin, S.T., M.Tel.Eng., Ph.D
NIP 19751205 200501 2 002

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Ir. Dewiani, M.T., IPM
NIP 19691026 199412 2 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Annisa Salsabila

NIM : D041191056

Program Studi : Teknik Elektro

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

MONITORING SUHU DAN KELEMBAPAN PENYIMPANAN GABAH PADI BERBASIS IOT

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 3 Maret 2024

Yang Menyatakan



Annisa Salsabila



ABSTRAK

ANNISA SALSABILA. *Monitoring Suhu dan Kelembapan Penyimpanan Gabah Padi Berbasis IOT* (dibimbing oleh Dewiani dan Merna Baharuddin)

Pembangunan sektor pertanian, khususnya subsektor tanaman pangan, memiliki peranan penting sebagai pilar utama kehidupan sebagian besar masyarakat Indonesia. Beras, sebagai makanan pokok bagi sebagian besar penduduk dunia termasuk Indonesia, memiliki peran gizi yang signifikan. Mutu beras terdiri dari beberapa kategori terkait, seperti mutu pengolahan, rasa, tanak, penampilan, dan gizi. Standar SNI 6128:2008 memaparkan syarat umum beras yang mencakup bebas hama, bau apek, dedak, dan bahan kimia berbahaya. Penyimpanan gabah mempengaruhi kualitas beras, di mana kehilangan hasil terbesar terjadi selama penyimpanan. Kondisi penyimpanan yang buruk dapat mengakibatkan penurunan kualitas gabah akibat faktor biotik (serangga, jamur) dan abiotik (suhu, kelembapan). Tingginya kelembapan dapat mengurangi umur simpan gabah secara signifikan. Gabah kering panen memiliki kadar air tinggi, yang dapat meningkatkan aktivitas enzim pada gabah. Oleh karena itu, diperlukan alat monitoring untuk menjaga suhu, kelembapan, dan kadar air pada gabah guna memastikan kualitasnya sesuai standar.

Penelitian ini menggunakan pengembangan *Research and development* (R&D) dengan inovasi alat monitoring penyimpanan gabah yang menggunakan modul LoRa yang terintegrasi ESP32, sensor DHT22, *soil moisture*, *heater*, dan *fan* untuk menjaga dan meningkatkan kualitas penyimpanan gabah padi. Serta dilakukan perhitungan *Quality of Service* (QoS) atau perhitungan kualitas jaringan dengan parameter *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, dan *Jitter*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *heater* berfungsi secara optimal dengan nilai suhu rata-rata mencapai 40,01°C, kelembapan sebesar 48,73%, dan kadar air sekitar 13,5%. Selain itu, parameter (QoS) menunjukkan *throughput* sebesar 1.158 – 1.607 kb/s, tanpa kehilangan paket (*packet loss* 0%), dengan *delay* sekitar 5.48 – 7.17 ms, dan *jitter* sekitar 5.47 – 7.16 ms.

Kata Kunci: Gabah Padi, Kelembapan, Kadar Air, Monitoring, QoS, dan Suhu.



ABSTRACT

ANNISA SALSABILA. *Temperature and Humidity Monitoring of Rice Grain Storage Based on IoT* (supervised by Dewiani and Merna Baharuddin)

The development of the agricultural sector, especially the subsector of food crops, plays a crucial role as a primary pillar in the lives of most Indonesians. Rice, being a staple food for much of the world's population, including Indonesia, holds significant nutritional value. The quality of rice comprises several interconnected categories, such as processing, taste, appearance, and nutritional quality. The SNI 6128:2008 standard outlines general requirements for rice, including being free from pests, musty odor, husk, and harmful chemicals. Grain storage affects the quality of rice, where the largest loss occurs during storage. Poor storage conditions can lead to decreased grain quality due to biotic factors (insects, fungi) and abiotic factors (temperature, humidity). High humidity can significantly reduce the shelf life of the grain. Newly harvested rice grains have high moisture content, which can increase enzyme activity in the grains. Therefore, a monitoring tool is required to maintain temperature, humidity, and moisture content in the grain to ensure its quality meets the standard.

This research utilizes Research and Development (R&D) for the innovation of a grain storage monitoring tool that integrates LoRa modules with ESP32, DHT22 sensor, soil moisture sensor, heater, and fan to maintain and improve the quality of rice grain storage. Additionally, Quality of Service (QoS) calculations are performed for network quality assessment, considering parameters such as Throughput, Packet Loss, Delay, and Jitter. The research results indicate that the heater operates optimally with an average temperature value reaching 40.01°C, a humidity level of 48.73%, and approximately 13.5% moisture content. Additionally, Quality of Service (QoS) parameters show a throughput of 1.158 – 1.607 kb/s, no packet loss (0% packet loss), with a delay of approximately 5.48 – 7.17 ms, and a jitter of around 5.48 – 7.17 ms.

Keywords: *Rice Grain, Humidity, Water Content, Monitoring, QoS, and Temperature.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya hanturkan kehadirat Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Monitoring Suhu dan Kelembapan Penyimpanan Gabah Padi Berbasis IOT”. Tidak lupa pula saya kirimkan shalawat serta salam kepada nabi junjungan kita yaitu Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita dari kegelapan menuju alam yang terang benderang seperti saat ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak akan berhasil dengan baik tanpa adanya bimbingan, sumbangan pemikiran dan motivasi dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan material dan moral serta doa yang tiada hentinya dan juga atas cinta, dukungan, dan pengertiannya selama proses penulisan skripsi ini. Terima kasih atas semangat dan motivasi yang diberikan untuk menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Dr. Eng. Ir. Dewiani, ST., MT., IPM selaku Ketua Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Dewiani, ST., MT., IPM selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Dr. Merna Baharuddin, ST.M.Tel.Eng. selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir ini atas bimbingan, arahan, dan masukan berharga yang diberikan sepanjang penulisan skripsi ini. Terima kasih juga atas kesabaran dan dorongan yang diberikan dalam menghadapi setiap tantangan.

Bapak Prof. Dr. Ir. Syafruddin Syarif, M.T. selaku dosen penguji I dan Ibu Andini Dani Achmad, S.T., M.T. selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir saya.



5. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Fadel Muhamamd yang selalu membantu saya, menemani, dan memberikan dukungan moral dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat Kyuti Gengs (Atika, Caca, Fifi, Deli, Cici dan Itty) yang saya cintai dan senantiasa kebersamai sejak MTs sampai sekarang. Terkhusus kepada Atika, Cici dan Fifi yang selalu menemani penulis dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai.
8. Sahabat GBH24/7 (Bina, Payya, Anggi, Amoy, Tharisyah, dan Ode) yang saya sayangi dan senantiasa kebersamai sejak MAN sampai sekarang.
9. Teman-teman seperjuangan TR19GER yang sudah membantu saya dalam dunia perkuliahan maupun keseharian saya. Terkhusus Afdal, Gabriel, dan Gita yang membantu saya dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Teman-teman Laboratorium Antena dan Propagasi Gelombang yang selalu keren dalam memberikan dukungan serta menjadi *partner* dalam lab maupun dalam penyusunan tugas akhir.
11. Beserta semua pihak yang tidak bisa saya tuliskan satu per satu yang telah mendukung dan membantu serta menyemangati dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. *Last but not least, to myself: thank you for being strong everyday and for trusting God in all your worries. Salsa, you did well!*

Dengan segala kerendahan hati, saya menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya mengharap kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Saya berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat dengan baik untuk saya pribadi dan para pembaca.

Makassar, 4 Februari 2024

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	I
PERNYATAAN KEASLIAN.....	II
ABSTRAK.....	II
ABSTRACT.....	III
KATA PENGANTAR.....	IV
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	VIII
DAFTAR TABEL.....	X
DAFTAR LAMPIRAN.....	XI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Beras (<i>Oryza Sativa L</i>).....	6
2.2 Internet of Things (IoT).....	8
2.2.1 Cara Kerja Internet of Things.....	8
2.2.2 Manfaat Internet of Things.....	8
2.3 Quality of Service (QoS).....	9
2.4.1 Throughput.....	9
2.4.2 Packet loss.....	9
2.4.3 Delay.....	10
2.4.4 Jitter.....	11
2.4 Komponen – Komponen Monitoring.....	11
2.4.1 Power supply.....	11
2.4.2 Sensor DHT 22.....	12
2.4.3 Sensor Soil moisture.....	12
2.4.4 Elemen Pemanas / Heater.....	13
2.4.5 Fan / Kipas.....	14
2.4.6 Modul LoRA Aurora.....	15
2.4.7 LCD.....	16
2.4.8 Kabel Jumper.....	16
2.4.9 Relay.....	17
2.4.10 Arduino IDE (Integrated Development Environment).....	18
2.4.11 Thingspeak.....	19
2.4.12 App Inventor.....	20
2.4.13 Wireshark.....	21
2.5 Penelitian Terkait.....	22
METODE PENELITIAN.....	24
2.5.1 Rancangan Penelitian.....	24
2.5.2 Jenis Penelitian.....	25



3.3	Waktu dan Lokasi Penelitian	25
3.4	Tahapan Penelitian.....	26
3.5	Diagram Alir.....	28
3.6	Alat dan Bahan	30
3.7	Teknik Analisa Data	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		32
4.1	Pengujian Kalibrasi Sensor DHT22	32
4.2	Pengujian Kalibrasi Sensor Soil Moisture.....	34
4.3	Prosedur Perancangan Perangkat Keras (Hardware).....	37
4.4	Prosedur Perancangan Program (Software).....	39
4.4.1	Pengujian Parameter QoS	39
4.4.2	Listing Program Arduino IDE	46
4.4.3	Perancangan Tampilan MIT App Inventor	47
4.4.4	Perancangan Channel Thingspeak.....	55
4.5	Hasil Pengujian Monitoring pada LCD, Thingspeak, dan Android	59
4.6	Hasil Pengujian Sensor DHT 22 dan Sensor Soil Moisture	63
4.7	Perbandingan Gabah yang Menggunakan Alat dan Tanpa Menggunakan Alat	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN.....		80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Beras (<i>Oryza Sativa</i> L).....	6
Gambar 2 Power Supply	12
Gambar 3 Sensor DHT 22.....	12
Gambar 4 Sensor Soil moisture.....	13
Gambar 5 Heater	14
Gambar 6 Fan / Kipas	15
Gambar 7 Modul LoRa	15
Gambar 8 LCD.....	16
Gambar 9 Kabel Jumper.....	17
Gambar 10 Relay.....	17
Gambar 11 Tampilan Arduino IDE	19
Gambar 12 Thingspeak	20
Gambar 13 App Inventor.....	21
Gambar 14 Software Wireshark	22
Gambar 15 Diagram Rancangan Penelitian	24
Gambar 16 Diagram Alir Tahapan Penelitian	26
Gambar 17 Diagram Alir.....	28
Gambar 18 a. Tampak atas wadah b. Tampak depan wadah.....	38
Gambar 19 Pengecekan Jaringan Menggunakan Wireshark.....	40
Gambar 20 Statistik Capture pada Wireshark	40
Gambar 21 Ekspor packet dissections ke format CSV pada Wireshark	41
Gambar 22 Perhitungan Delay dan Jitter pada Excel.....	42
Gambar 23 Potongan Program Arduino IDE	46
Gambar 24 Tampilan Homepage MIT App Inventor	47
Gambar 25 Menu Edit User Interface MIT App Inventor.....	48
Gambar 26 Tampilan Blocks MIT App Inventor	48
Gambar 27 Desain Screen 1 Aplikasi.....	49
Gambar 28 Desain Screen 2 Aplikasi.....	52
Gambar 29 Block Screen 1	54
Gambar 30 Block Screen 2	55
Gambar 31 Pembuatan Akun Thingspeak.....	55
Gambar 32 Verifikasi Akun Thingspeak	56
Gambar 33 Halaman Pembuatan Channel Baru.....	56
Gambar 34 Form Pembuatan Channel Baru	57
Gambar 35 Halman Tampilan Status Channel	57
Gambar 36 Channel ID	58
Gambar 37 API Key Channel Status Monitoring Gabah.....	58
Gambar 38 Pemilihan Board dan Port pada Arduino IDE	60
Gambar 39 Upload program pada Arduino IDE	60
Gambar 40 Tampilan LCD.....	61
Gambar 41 Konfigurasi Wifi dan Api Key pada Arduino IDE	61
Gambar 42 (a) Grafik pada Thingspeak (b) Nilai pada Thingspeak	62
Gambar 43 Mengubah ReadKey pada MIT App Inventor.....	62



Gambar 44 (a) Screen 1 Android (b) Screen 2 Android.....	63
Gambar 45 Grafik Perbandingan Nilai Suhu	70
Gambar 46 Grafik Perbandingan Nilai Kelembapan	71
Gambar 47 Grafik Perbandingan Nilai Kadar Air.....	72



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Standar Packet Loss versi TIPHON	10
Tabel 2 Standar Delay versi TIPHON	10
Tabel 3 Standar Jitter versi TIPHON	11
Tabel 4 Spesifikasi LoRa Aurora	16
Tabel 5 Alat dan Bahan	30
Tabel 6 Hasil Perbandingan Pembacaan Nilai DHT22 dan HTC-2.....	33
Tabel 7 Hasil Perbandingan Pembacaan Nilai Kadar Air oleh Soil Moisture dan Soil Meter	35
Tabel 8 Perbandingan Nilai Throughput	42
Tabel 9 Perbandingan Packet Loss.....	43
Tabel 10 Perbandingan Nilai Delay	44
Tabel 11 Perhitungan Nilai Jitter.....	46
Tabel 12 List Components Screen 1 pada MIT App Inventor.....	50
Tabel 13 List Components Screen 2 pada MIT App Inventor.....	52
Tabel 14 Hasil Pembacaan Sensor Hari Pertama Selama 2 Jam	64
Tabel 15 Hasil Pembacaan Sensor Hari Kedua Selama 2 Jam.....	65
Tabel 16 Hasil Pembacaan Sensor Hari Ketiga Selama 2 Jam	66
Tabel 17 Hasil Pembacaan Sensor Hari Keempat Selama 2 Jam.....	67
Tabel 18 Hasil Pembacaan Sensor Hari Kelima Selama 2 Jam	67
Tabel 19 Hasil Pembacaan Sensor Hari Keenam Selama 2 Jam.....	68
Tabel 20 Hasil Pembacaan Sensor Hari Ketujuh Selama 2 Jam	69



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi kalibrasi Sensor <i>Soil Moisture</i> dan <i>Soil Meter</i>	80
Lampiran 2 Dokumentasi kalibrasi sensor DHT22 dan HTC-2.....	80
Lampiran 3 Perhitungan delay dan jitter pengujian pertama pada Excel.....	81
Lampiran 4 Perhitungan delay dan jitter pengujian kedua pada Excel	81
Lampiran 5 Perhitungan delay dan jitter pada pengujian ketiga pada Excel	81
Lampiran 6 Perhitungan delay dan jitter pada pengujian keempat pada Excel.....	82
Lampiran 7 Perhitungan delay dan jitter pada pengujian kelima pada Excel	82
Lampiran 8 Perhitungan delay dan jitter pada pengujian keenam pada Excel	82
Lampiran 9 Perhitungan delay dan jitter pengujian ketujuh pada Excel.....	83
Lampiran 10 Program pengirim pada Arduino IDE	83
Lampiran 11 Program penerima pada Arduino IDE	85



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan sektor pertanian terkhusus subsektor tanaman pangan memiliki peran yang sangat penting dan strategis sebagai salah satu penunjang kehidupan sebagian besar masyarakat Indonesia (Gunawan et al., 2020).

Beras (*Oryza Sativa L.*) merupakan salah satu tanaman pangan utama di dunia dan sebagai makanan pokok bagi lebih dari setengah penduduk dunia khususnya Asia termasuk Indonesia. Beras merupakan bahan pangan sumber karbohidrat dan mempunyai peran penting dalam asupan gizi. Mutu beras adalah kombinasi dari karakteristik kategori yang saling terkait, yaitu: mutu pengolahan/mutu giling, mutu rasa dan mutu tanak, mutu penampilan dan mutu gizi (Reza et al., 2021). Di Indonesia, mutu giling mencakup berbagai kriteria, yaitu rendemen beras giling, persentase beras kepala, persentase beras pecah, dan derajat sosoh beras. Berdasarkan SNI 6128:2008 syarat umum beras adalah: 1) bebas hama, penyakit, 2) bebas bau apek, asam, atau bau asing lainnya, 3) bebas dari campuran dedak dan bekatul, dan 4) bebas dari bahan kimia yang membahayakan konsumen (Badan Standar Nasional Indonesia, 2008).

Salah satu cara untuk meningkatkan persentase mutu beras adalah melalui penyimpanan gabah. Penyusutan hasil padi pada saat penyimpanan sangat perlu diperhatikan karena pada saat itu terjadi susut hasil terbesar *supply chain*. Penyebab kehilangan hasil di tempat penyimpanan gabah dapat disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik dapat berupa serangga seperti hama, tikus dan jamur. Faktor abiotik dapat berupa suhu dan kelembapan. Faktor abiotik dan biotik ini saling berhubungan satu sama lain. Kehilangan hasil akibat pengaruh biotik seperti hama dapat dicegah dengan menjaga kebersihan dan pengendalian hama pada tempat penyimpanan gabah yang baik. Kehilangan hasil akibat jamur dapat dicegah dengan selalu memperhatikan suhu penyimpanan dan kelembapan gabah itu sendiri. Kebanyakan jamur tumbuh cepat pada suhu 20-40°C dan kelembapan lebih dari 70%. Dengan menjaga kelembapan ruangan di bawah 70%



dapat mencegah tumbuhnya jamur yang tidak hanya mengakibatkan hasil panen berkurang tetapi juga melepaskan mikotoksin yang berbahaya bagi kesehatan. Dalam penyimpanan tradisional dimana suhu dan kelembapan tidak dapat dikontrol, kadar air yang aman untuk menyimpan gabah sekitar 13-14%, karena pada keadaan tersebut pertumbuhan serangga dan mikroorganisme dapat ditekan sehingga gabah dapat bertahan hingga 6 bulan. Kelembapan gabah di atas 16% menyebabkan umur simpan gabah pendek (beberapa minggu) (Rosyidhana, 2021).

Gabah kering panen (GKP) adalah gabah yang baru dipanen secara umum mempunyai kadar air yang cukup tinggi, yaitu 22,9-29,1%. Menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas enzim pada gabah terpengaruhi oleh suhu, suhu optimum enzim amilase beras adalah 40-60°C (Millati et al., 2018). Oleh karena itu perlunya dibuat sebuah alat untuk memonitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan gabah padi dan kadar air pada gabah padi secara otomatis agar gabah padi sesuai dengan Standar Nasional Indonesia, alat ini menggunakan modul LoRa yang terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32, DHT22 yang berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan, *sensor soil moisture* untuk mengukur kadar air, serta LCD, android bersama dengan *thingspeak* sebagai penyimpanan data bagian penerima (Ulitama & Rafsyam, 2021). Dilengkapi dengan *heater* untuk menghangatkan suhu ruangan dan menurunkan kadar air pada GKP, dan ada juga *exhaust* sebagai pembuangan udara di dalam penyimpanan apabila suhu di dalam ruangan terlalu panas (Atmaja et al., 2022). Serta penelitian ini dapat dilakukan pemantauan/monitoring dari jarak jauh karena menggunakan modul LoRa sebagai pengirim dan penerima data dari sensor suhu dan kelembapan (Sari, 2021).

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh I Gede Ngarantika Atmaja tahun 2020 yang membuat sebuah prototype alat penstabil suhu pada tempat penyimpanan gabah padi dilengkapi dengan *heater* dan *exhaust* (Atmaja et al., 2022). Penelitian serupa juga telah dilakukan oleh Muhammad Reza Siregar tahun 2021 yang membuat sistem pemantauan suhu dan kelembapan pada penyimpanan gabah untuk menjaga kualitas beras berbasis *internet of things* (IoT) dimana penelitian ini hanya



menggunakan sensor DHT22 dan *relay* serta menggunakan *platform blynk* (Reza et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Vira Ulitama tahun 2021 yang membuat monitoring suhu dan kelembapan proses pembuatan kompos menggunakan antena mikrostrip patch puzzle berbasis mikrokontroler dimana menggunakan lcd, *thingspeak*, dan android sebagai penerima data (Ulitama & Rafsyam, 2021). Penelitian oleh I Ketut Wahyu Gunawan, dkk (2020) yang membuat sistem monitoring kelembapan gabah padi berbasis Arduino. Serta Penelitian Sari, dkk (2021) yang membuat prototype alat monitoring suhu, kelembapan dan kecepatan angin untuk *Smart Farming* menggunakan komunikasi LoRa agar dapat dilakukan pemantauan dari jarak yang jauh. Maka berdasarkan kelima penelitian tersebut, menginspirasi untuk menggabungkan penelitian tersebut dengan judul “**Monitoring Suhu dan Kelembapan Penyimpanan Gabah Padi Berbasis IoT**”.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini ditentukan rumusan masalah yang akan di angkat pada penelitian kali ini yaitu :

1. Bagaimana merancang sebuah alat untuk memonitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan gabah padi berbais IoT?
2. Bagaimana perbandingan nilai suhu dan kelembapan yang dimonitoring melalui LCD, *Thingspeak*, dan android?
3. Bagaimana hasil pengukuran parameter QoS yang meliputi *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, dan *Jitter*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diangkat, maka tujuan penelitian ini yaitu:



Untuk merancang sebuah alat yang dapat memonitoring suhu dan kelembapan ruang penyimpanan gabah padi berbasis IoT.

2. Untuk membandingkan dan menganalisis hasil pembacaan data pada LCD, *Thingspeak*, dan android.
3. Mengukur dan menganalisis hasil pengukuran parameter QoS yang meliputi *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, dan *Jitter*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan penelitian ini, sistem yang akan di buat dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Perancangan alat dilakukan pada objek berupa gabah padi, dan ruang penyimpanan gabah padi.
2. Kontrol yang dilakukan menggunakan variabel suhu dan kelembapan pada ruang penyimpanan gabah padi.
3. Pengukuran kandungan kadar air yang terkandung pada gabah padi.
4. Penetapan set poin suhu pada ruang penyimpanan gabah yaitu 40 °C-60°C dengan kelembapan tidak lebih dari 70%.
5. Batas maksimum kadar air pada gabah padi tidak melebihi 14%.
6. Parameter *Quality of Service* (QoS) yang diukur meliputi *Throughput*, *Packet Loss*, *Delay*, dan *Jitter*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa manfaat seperti yang di uraikan berikut ini:

1. Bagi penulis, penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu tolak ukur kemampuan dan potensi pada diri sendiri dan sebagai disiplin ilmu yang telah didapatkan dibangku perkuliahan.
2. Bagi Institusi Pendidikan Departemen Teknik Elektro & pada bidang Teknologi Telekomunikasi dan Informasi, penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi ilmiah dalam mengembangkan suatu penelitian yang



hubungan dengan topik yang serupa, serta mempersiapkan Departemen Teknik Elektro dalam menghadapi perkembangan teknologi di masa yang akan datang.

3. Bagi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, penelitian ini diharapkan menjadi pemicu kreativitas untuk terus mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya di bidang teknologi informasi dan telekomunikasi.



BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Beras (*Oryza Sativa L*)

Beras (*Oryza Sativa L.*) merupakan salah satu tanaman pangan utama di dunia dan sebagai makanan pokok bagi lebih dari setengah penduduk dunia khususnya Asia termasuk Indonesia. Beras merupakan bahan pangan sumber karbohidrat dan mempunyai peran penting dalam asupan gizi. Mutu beras adalah kombinasi dari karakteristik kategori yang saling terkait, yaitu:

- 1) mutu pengolahan/mutu giling,
- 2) mutu rasa dan mutu tanak,
- 3) mutu penampilan dan
- 4) mutu gizi.

Mutu giling berhubungan dengan proses penggilingan dan merupakan faktor penting yang menentukan mutu beras, gambar beras ditunjukkan Gambar 1 (Reza et al., 2021) :



Gambar 1 Beras (*Oryza Sativa L*)

Tanaman padi setelah dipanen secara umum memiliki kadar air cukup tinggi sekitar 20-23% basis basah saat musim kering dan sekitar 24-27% basis basah saat musim hujan (Wibowo, 2016) Di Indonesia, padi yang akan digiling sesuai kebutuhan pasar dikeringkan terlebih dahulu hingga kadar air mencapai tingkat mutu maksimum 14% sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (Badan Standar Nasional Indonesia, 2015).



rgan berkembangnya teknologi terkhusus di bidang jaringan nikasi, internet menjadi salah satu kebutuhan primer untuk semua

kalangan tanpa memandang status *social*. Penggunaan internet sendiri yang hampir 24 jam per hari yang memunculkan sebuah inovasi dimana perangkat teknologi yang dapat dikendalikan dari jarak jauh.

Dengan menggunakan internet, teknologi ini menjadi lebih efisien dan menghemat waktu. Teknologi tersebut ialah *Internet of things* atau IoT. Pemanfaatan IoT dapat diterapkan untuk mengendalikan beberapa perangkat elektronik yang ada di rumah seperti lampu, kipas, dan kunci pintu. Pengendalian jarak jauh tersebut digunakan menggunakan perangkat *smartphone*. Perangkat *smartphone* tersebut yang terhubung dengan internet (Kedoh et al., 2019). Berikut adalah contoh implementasi penggunaan IoT dalam kehidupan sehari – hari:

a. Implementasi IoT dalam bidang pertanian

Untuk mengumpulkan data soal suhu, curah hujan, kelembapan, kecepatan angin, serangan hama, dan muatan tanah. Para petani yang sudah bisa memantau suhu dan kelembapan tanah dari jauh bahkan menerapkan data yang diperoleh dari IoT untuk program pemupukan yang lebih presisi (Issn et al., 2020).

b. Implementasi IoT dalam bidang energi

Berbagai perangkat yang memakan energi (switch, outlet listrik, lampu, televisi, dll) kini sudah bisa terkoneksi dengan internet. Jadi dengan penggunaan IoT, system bisa berkumpul dan bertindak berdasarkan informasi yang terkait dengan energi dan daya demi meningkatkan efisiensi produksi dan distribusi listrik sehingga bisa di monitor dimana saja (Issn et al., 2020).

c. Implementasi IoT dalam bidang medis

Pemasangan sensor detak jantung dan sensor yang lain pada pasien yang terhubung ke ruang pusat kontrol untuk memonitor keadaan pasien secara otomatis dan memberikan peringatan jika terjadi hal buruk, sistem pembayaran rumah sakit dll.



2.2 *Internet of Things (IoT)*

2.2.1 Cara Kerja *Internet of Things*

IoT bekerja dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, dimana tiap-tiap perintah argumen tersebut bisa menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa terbatas jarak berapapun jauhnya. Jadi, Internet di sini menjadi penghubung antara kedua interaksi mesin tersebut. Manusia dalam *IoT* tugasnya hanyalah menjadi pengatur dan pengawas dari mesin-mesin yang bekerja secara langsung tersebut (Issn et al., 2020).

2.2.2 Manfaat *Internet of Things*

Beberapa manfaat *IoT* mungkin tidak terlalu kelihatan, tetapi bukan berarti tidak bisa dirasakan. Adapun manfaat dari *IoT* sendiri antara lain sebagai berikut (Ade Putra Ode Amane, S.Sos. et al., 2023):

a. Konektivitas

Dengan *IoT*, beberapa alat bisa digunakan untuk mengoperasikan banyak hal dari satu perangkat, misalnya *smartphone*.

b. Efisiensi

Dengan adanya peningkatan pada konektivitas, berarti terdapat penurunan jumlah waktu yang biasanya dihabiskan untuk melakukan tugas yang sama. Misalnya, asisten suara seperti Apple's Homepod atau Amazon's Alexa dapat memberikan jawaban atas pertanyaan tanpa perlu mengangkat telepon atau menghidupkan komputer.

c. Kemudahan

Perangkat IoT seperti *smartphone* kini mulai menjadi perangkat yang biasa dimiliki oleh sebagian besar orang. Ini dikarenakan kemudahan yang ditawarkan oleh IoT dimana pengguna dapat mengontrol suatu sistem mana saja dan kapan saja.



2.3 *Quality of Service (QoS)*

Quality of Service (QoS) adalah kemampuan suatu jaringan untuk menyediakan layanan yang baik dengan menyediakan bandwidth, 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 didesain untuk membantu end user (client) menjadi lebih produktif dengan memastikan bahwa user mendapatkan performansi yang handal dari aplikasi- aplikasi berbasis jaringan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk menyediakan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda- beda. QoS merupakan suatu tantangan yang besar dalam jaringan berbasis IP dan internet secara keseluruhan. Tujuan dari QoS adalah untuk memenuhi kebutuhan- kebutuhan layanan yang berbeda, yang menggunakan infrastruktur yang sama. QoS menawarkan kemampuan untuk mendefinisikan atribut-atribut layanan yang disediakan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Saputra et al., 2020).

2.4.1 *Throughput*

Throughput yaitu kecepatan (*rate*) transfer data efektif, yang diukur dalam bps (*bit persecond*). *Throughput* adalah jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut (Hasbi & Saputra, 2021).

Rumus *throughput* pada persamaan 1 berikut:

$$\textit{Throughput} = \frac{\textit{Jumlah Bytes}}{\textit{Waktu Pengiriman Data}} \quad (1)$$

2.4.2 *Packet loss*

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena *collision* dan *congestion* pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan



meskipun jumlah bandwidth cukup tersedia untuk aplikasi- aplikasi tersebut. Umumnya perangkat jaringan memiliki *buffer* untuk menampung data yang diterima. Jika terjadi kongesti yang cukup lama, *buffer* akan penuh, dan data baru tidak akan diterima (Saputra et al., 2020). Kerugian paket dapat terjadi karena bertabrakannya paket yang diterima dan paket yang dikirim yang mempengaruhi kinerja jaringan secara langsung. Menurut versi TIPHON standar nilai *Packet Loss* seperti pada Tabel 1:

Tabel 1 Standar *Packet Loss* versi TIPHON

Katagori Degeradasi	Besar <i>Packet loss</i>
Sangat Baik	<0%
Baik	<3%
Sedang	≤15%
Buruk	≥25%

Rumus *packet loss* pada persamaan 2 sebagai berikut:

$$Packet\ Loss = \frac{(Paket\ Data\ yang\ Dikirim - Paket\ Data\ yang\ Diterima)}{Paket\ Data\ yang\ Dikirim} \times 100\%$$

(2)

2.4.3 Delay

Delay atau Latency adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. *Delay* dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Menurut versi TIPHON standar nilai *Delay* seperti pada Tabel 2:

Tabel 2 Standar *Delay* versi TIPHON

Katagori Degeradasi	<i>Delay</i>
Sangat Baik	<150 ms
Baik	150 s/d 300 ms
Sedang	300 s/d 450 ms
Buruk	>450 ms



Menurut versi *Telecommunication and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON)* standar nilai dan rumus *Delay* pada persamaan 3 sebagai berikut:

$$Delay = \frac{Total\ Delay}{Total\ Packet\ yang\ Diterima} \quad (3)$$

2.4.4 Jitter

Jitter atau Variasi Kedatangan packet. Jitter diakibatkan oleh variasi-variasi dalam panjang antrian, dalam waktu pengolahan data, dan juga dalam waktu penghimpunan ulang paket-paket diakhir perjalanan *jitter*. Jitter lazimnya disebut variasi *delay*, berhubungan erat dengan *latency*, yang menunjukkan banyaknya variasi *delay* pada transmisi data di jaringan. *Delay* antrian pada *router* dan *switch* menyebabkan jitter (Hasbi & Saputra, 2021). Menurut versi TIPHON standar nilai *Jitter* seperti pada Tabel 3:

Tabel 3 Standar *Jitter* versi TIPHON

Kategori Degeradasi	Peak Jitter
Sangat Baik	0 ms
Baik	0 s/d 75 ms
Sedang	75 s/d 125 ms
Buruk	125 s/d 225 ms

Rumus *jitter* pada persamaan 4 sebagai berikut :

$$Jitter = \frac{Total\ Variasi\ Delay}{Total\ Packet\ yang\ Diterima} \quad (4)$$

2.4 Komponen – Komponen Monitoring

2.4.1 Power supply

Power supply (catu daya) adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain terutama daya listrik. Perangkat elektronik mestinya di catu atau *power supply* arus searah DC (*direct current*) yang stabil. Pada dasarnya pencatu daya bukanlah sebuah piranti yang menghasilkan energi listrik saja, namun ada beberapa daya yang



menghasilkan energi mekanik dan energi yang lain, selain itu *power supply* juga merupakan suatu perangkat yang dapat memasok listrik energi untuk satu atau lebih beban Listrik. Gambar *power supply* ditunjukkan pada gambar 2 (Ramli, 2018).



Gambar 2 *Power Supply*

2.4.2 Sensor DHT 22

Sensor DHT 22 adalah sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sensor ini menggunakan sensor bersifat kapasitif. Untuk mengukur kelembapan dan termistor untuk mengukur suhu. Output DHT 22 berbentuk digital sehingga penggunaan pin analog tidak dibutuhkan. Sensor ini membutuhkan waktu paling lama 2 detik untuk proses pembacaan. Gambar DHT22 ditunjukkan pada gambar 3 (Putra et al., 2021).



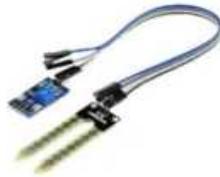
Gambar 3 Sensor DHT 22

2.4.3 Sensor *Soil moisture*

Sensor kelembapan tanah atau dalam istilah bahasa Inggris *soil moisture sensor* adalah jenis sensor kelembapan yang mampu mendeteksi intensitas. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau tingkat air. Sensor ini terdiri dua *probe* untuk melewatkan arus, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembapan. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik



(resistansi besar), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi kecil). Gambar *sensor soil moisture* ditunjukkan pada gambar 4 (Diwangkara & Bella, 2022):



Gambar 4 *Sensor Soil moisture*

Pengujian pembacaan sensor *Soil moisture* dengan cara meletakkan sensor pada sebuah objek yaitu gabah padi untuk mengetahui apakah sensor sudah bekerja dengan baik atau tidak. Pada *Sensor Soil moisture* pengujian ini apabila terdeteksi oleh sensor *Soil moisture* tidak lebih dari 14% ini menunjukkan bahwa kadar air pada gabah padi bagus.

2.4.4 Elemen Pemanas / *Heater*

Heater merupakan alat yang berfungsi untuk mendapatkan suhu panas tertentu dari suatu ruangan atau perangkat. Dikehidupan sehari - hari elemen pemanas listrik sangat sering digunakan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Amin, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Atmaja, kinerja *heater* pada alat penstabil suhu sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan, *heater* dapat menaikkan suhu selama 20 detik untuk menaikkan suhu sebanyak satu derajat (Atmaja et al., 2022).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kusumawardani, dengan menggunakan *heater* mampu menurunkan kadar air gabah menjadi 14% sesuai dengan standar BULOG (Dyah Kusumawardani, Ahmad Izzuddin, zul Hikmah, 2023).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Warianti, *heater* dapat menurunkan kadar air. Karena suhu udara pengering akan mempengaruhi



laju penguapan air bahan dan mutu pengeringan. Semakin tinggi suhu, maka panas yang digunakan untuk penguapan air akan meningkat sehingga laju penurunan kadar air akan meningkat dan pengeringan akan menjadi lebih singkat. Gambar *heater* ditunjukkan pada gambar 5 (Warianti & Darmanto, 2019):



Gambar 5 *Heater*

2.4.5 *Fan / Kipas*

Kipas adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghasilkan aliran pada fluida gas seperti udara. Kipas bnyak diaplikasikan seperti untuk kenyamanan ruangan, sistem pendingin pada kendaraan atau sistem permesinan, ventilasi, penyedot debu, system pengering (dikombinasikan dengan *heater*), membuang gas-gas berbahaya, dan juga *supply* udara untuk peroses pembakaran (seperti pada *boiler*) (Amin, 2021).

Kelembapan udara berbanding terbalik dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara, maka kelembapan udaranya semakin kecil. Hal ini dikarenakan dengan tingginya suhu udaraakan terjadi presipitasi (pengembunan) molekul air yang dikandung udara sehingga muatan air dalam udara menurun (Sandy, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Atmaja, kinerja *fan* pada alat penstabil suhu sudah bekerja sesuai dengan yang diharapkan, *fan* dapat menurunkan suhu selama 42 detik untuk menurunkan suhu sebanyak satu derajat (Atmaja et al., 2022). Gambar kipas ditunjukkan pada gambar 6 (Amin, 2021):





Gambar 6 *Fan / Kipas*

2.4.6 Modul LoRA Aurora

Cosmic LoRa Aurora adalah Modul Pengembangan *High-End* yang akan mempercepat waktu penjualan atau memudahkan proyek. Dilengkapi dengan ESP32 yang membuatnya menjadi AI-ready device dan direkomendasikan sebagai Perangkat Edge. Modul pengembangan Cosmic LoRa Aurora memiliki tiga input sumber daya - USB, Baterai LiPo, Jack DC - yang dapat menjalankan opsi-opsi tersebut secara simultan. Modul ini memiliki fitur pengalihan daya pintar (*smart power switching*), yang dapat secara otomatis memberikan prioritas pada USB, LiPo, dan Jack DC. Dengan demikian, Anda dapat mengisi daya Baterai LiPo saat menjalankan papan melalui USB atau Jack DC yang ditenagai oleh tenaga surya. Secara default, ESP32 sudah dilengkapi dengan WiFi dan Bluetooth Low Energy. Konektivitas tersebut bahkan diperluas dengan kehadiran modul LoRa(WAN) RFM95W. LoRa(WAN) memiliki reputasi yang baik dalam konsumsi daya rendah, melengkapi mode tidur ESP32, sehingga membuat papan ini lebih bermanfaat dalam ekosistem daya rendah. Kesimpulannya, papan ini merupakan pilihan utama untuk aplikasi IoT Anda. Gambar modul LoRa Aurora ditunjukkan pada gambar 7 (Cosmic-lora-aurora., 2023).



Gambar 7 Modul LoRa



Adapun spesifikasi Lora Aurora terdapat pada Tabel 4 (Cosmic-lora-aurora., 2023).

Tabel 4 Spesifikasi LoRa Aurora

Feature	Value
Microcontroller	ESP32
LoRa(WAN) Chip	RFM95W
LoRa(WAN) Base Freq	915 MHz
LoRa(WAN) Freq Range	902-928 MHz
Antenna Impedance	50 Ohm

2.4.7 LCD

Liquid Crystal Display atau dengan singkatan LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Terdapat banyak jenis LCD yang beredar di pasaran. Namun ada standarisasi yang cukup populer digunakan merupakan modul LCD dengan tampilan 16x2 (16 kolom x 2 baris) dengan konsumsi daya yang rendah. LCD dengan jenis seperti ini memungkinkan pemrogram untuk mengoperasikan komunikasi data secara 8 bit atau 4 bit. Gambar LCD ditunjukkan pada gambar 8 (Aprilla, 2018).



Gambar 8 LCD

2.4.8 Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan kabel elektrik yang dapat digunakan untuk menghubungkan antar komponen yang ada di breadboard atau papan luino tanpa harus menggunakan solder. Pada umumnya kabel jumper erti pada gambar 9 telah di bekali dengan pin yang terdapat disetiap ngnya (Lase, 2021).





Gambar 9 Kabel Jumper

2.4.9 Relay

Relay merupakan salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai saklar mekanik. Fungsi *relay* yaitu memisahkan rangkaian listrik tegangan tinggi dengan rangkaian listrik tegangan rendah.

Relay adalah sebuah perangkat elektromekanik yang beroperasi berdasarkan prinsip kumparan yang dikendalikan oleh arus listrik. Komponen ini memiliki lima terminal yang memegang peran krusial dalam fungsi *relay*. Dua terminal dihubungkan ke sumber tegangan 5V untuk mengaktifkan atau menonaktifkan saklar relai. Sementara itu, tiga terminal lainnya memiliki nama masing-masing, yaitu COM, NC, dan NO. Terminal COM terhubung ke sumber tegangan yang digunakan untuk memasok daya ke perangkat yang dikendalikan oleh relai. Terminal NC (*Normally Connected*) adalah terminal yang, saat tegangan 5V tidak diberikan ke relai, akan terhubung ke terminal COM. Di sisi lain, terminal NO (*Normally Open*) akan terhubung ke terminal COM saat tegangan 5V atau 3,3V diberikan ke relai. Pada desain alat yang akan digunakan, penggunaan modul relai dua *channel* yang akan mendukung implementasi kontrol yang lebih luas dan kompleks. Gambar *relay* ditunjukkan pada gambar 10 (Lase, 2021).



Gambar 10 Relay



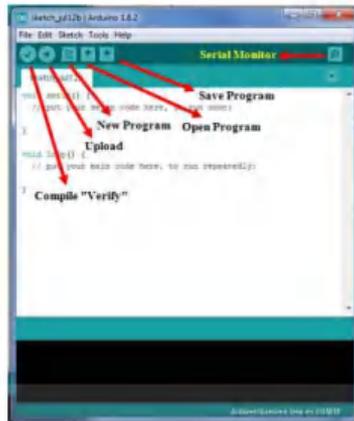
2.4.10 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Software inilah yang paling utama, membantu menjembatani antara bahasa mesin yang begitu rumit sehingga menjadi bahasa dan *logic* yang lebih mudah dimengerti manusia. Merupakan perangkat lunak yang telah disiapkan oleh arduino bagi para peraneang untuk melakukan berbagai proses yang berkaitan dengan pemrograman arduino. Perangkat lunak disediakan secara gratis dan bisa didapatkan secara langsung pada halaman resmi arduino yang bersifat open-source. Arduino IDE ini juga sudah mendukung berbagai sistem operasi populer saat ini seperti Windows, Mac, dan Linux. Arduino IDE terdiri dari:

1. Editor program merupakan jendela yang memungkinkan pengguna untuk menulis dan mengedit program menggunakan bahasa pemrograman *Processing*.
2. *Verify / Compiler* adalah modul yang mengonversi kode program (dalam bahasa *Processing*) menjadi kode biner. Meskipun demikian, mikrokontroler tidak dapat memahami bahasa *Processing*, melainkan hanya dapat memahami kode biner.
3. Pengunggah merupakan modul yang mentransfer kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler yang terdapat dalam papan Arduino.

Pada Gambar di bawah terdapat *menu bar* di bagian atas, kemudian di bawahnya terdapat bagian *toolbar*, serta sebuah area putih untuk *editing sketch*. Area hitam di sebelah bawah dapat diidentifikasi sebagai area proses, sedangkan bagian paling bawah dapat disebut sebagai "*status bar*". Gambar tampilan *software* Arduino IDE ditunjukkan pada gambar 11 (Aprilla, 2018).





Gambar 11 Tampilan Arduino IDE

2.4.11 *Thingspeak*

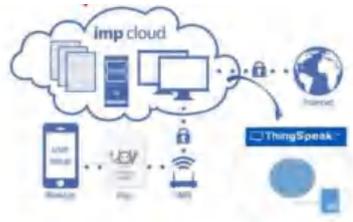
Thingspeak adalah *platform open source Internet of Things* (IOT) aplikasi dan API untuk menyimpan dan mengambil data dari hal menggunakan protokol HTTP melalui Internet atau melalui Local Area Network. *Thingspeak* memungkinkan pembuatan aplikasi sensor logging, aplikasi lokasi pelacakan, dan jaringan sosial hal dengan update status ". *Thingspeak* awalnya diluncurkan oleh ioBridge pada tahun 2010 sebagai layanan untuk mendukung aplikasi IOT. *Thingspeak* telah terintegrasi dukungan dari numerik komputasi perangkat lunak MATLAB dari MathWorks. Memungkinkan *Thingspeak* pengguna untuk menganalisis dan memvisualisasikan data yang diunggah menggunakan Matlab tanpa memerlukan pembelian lisensi Matlab dari MathWorks.

Thingspeak sebuah wadah open source berbentuk website yang menyediakan layanan untuk kebutuhan IoT (*Internet of Things*) dan dapat menyimpan dan menerima data menggunakan protokol HTTP melalui Internet. *Thingspeak* dapat digunakan untuk pengaplikasian sensor logging, location tracking, dan lain-lain. Dalam arti lain *Thingspeak* merupakan

uah platform IoT yang mampu digunakan untuk mengumpulkan, nyimpan, menganalisa, memvisualisasikan, dan bertindak sesuai data i sensor atau aktuator, seperti Arduino, Raspberry, dan perangkat keras



lainnya. Elemen utama pada aktivitas *Thingspeak* adalah *channel* yang berisi *data fields*, *location fields*, dan *status field*. Gambar *thingspeak* ditunjukkan pada gambar 12 (Asdea, 2019):



Gambar 12 *Thingspeak*

2.4.12 App Inventor

MIT App Inventor merupakan platform untuk memudahkan proses pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak. Dapat mendesain aplikasi android sesuai keinginan dengan menggunakan berbagai macam layout dan komponen yang tersedia.

App Inventor memungkinkan pengguna baru untuk memprogram computer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak bagi sistem operasi Android. App Inventor menggunakan antarmuka grafis, serupa dengan antarmuka pengguna pada Scratch dan StarLogo TNG, yang memungkinkan pengguna untuk men-drag-and-drop objek visual untuk menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan pada perangkat Android. Dalam menciptakan App Inventor, Google telah melakukan riset yang berhubungan dengan komputasi edukasional dan menyelesaikan lingkungan pengembangan *online* Google.

Dengan app inventor, pengguna bisa melakukan pemrograman komputer untuk menciptakan aplikasi perangkat lunak dengan sistem operasi berbasis android. App inventor ini berbasis *visual block programming*

ena memungkinkan pengguna bisa menggunakan, melihat, menyusun dan men-drag and drops block yang merupakan simbol perintah dan fungsi *event handler* untuk menciptakan sebuah aplikasi yang bisa berjalan di



sistem android. Gambar App Inventor ditunjukkan pada gambar 13 (Unisa, 2020):



Gambar 13 App Inventor

2.4.13 Wireshark

Wireshark merupakan salah satu alat atau aplikasi "*Network Analyzer*" atau penganalisis jaringan. Fungsinya meliputi berbagai aspek, mulai dari proses menangkap paket-paket data atau informasi yang berlalu-lalang dalam jaringan, hingga digunakan untuk *sniffing* (memperoleh informasi penting seperti *password email*). *Wireshark* merupakan perangkat gratis untuk Analisis Jaringan yang tersedia saat ini.

Wireshark memiliki berbagai fitur termasuk bahasa *filter display* yang luas serta kemampuan dalam mengidentifikasi aliran data pada sesi TCP. Pemantauan paket sendiri dianggap sebagai salah satu aliran pada sesi TCP. Paket *sniffer* sendiri diambil kesimpulan sebagai satu buat *tool* yang berkemampuan menahan dan melakukan pencatatan pada *traffic* data dalam jaringan. Pada saat data berada di dalam jaringan, packet sniffer mampu menangkap unit protokol data (PDU), melakukan proses decode, serta menganalisis konten dari paket tersebut. *Wireshark* menjadi salah satu packet *sniffer* yang diprogram sedemikian rupa sehingga dapat mengenali berbagai macam bentuk protokol dalam jaringan.

Wireshark memiliki fitur yang komprehensif, berikut adalah daftar fitur yang dimiliki oleh *Wireshark*:

- 1 *Multiterminal* - Dapat digunakan pada berbagai platform sistem operasi (*Unix, Mac, Windows, dan Linux*).
- Menangkap paket data jaringan secara *real-time*.
- Menampilkan informasi protokol jaringan dari paket data secara lengkap.



4. Kemampuan penyimpanan paket data sebagai *file* yang nantinya dapat dibuka kembali untuk analisis lebih lanjut.
 5. Penyaringan paket data jaringan.
 6. Pencarian paket data dengan kriteria tertentu.
 7. Pewarnaan tampilan paket data untuk memudahkan analisis.
 8. Menampilkan statistik data.
 9. *Wireshark* memerlukan piranti fisik NIC (*Network Interface Card*) untuk melakukan *capture* paket data yang masuk dan keluar dari jaringan.
- Gambar *software wireshark* ditunjukkan pada gambar 14 (Sutarti et al., 2018).



Gambar 14 Software *Wireshark*

2.5 Penelitian Terkait

Berikut adalah beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai monitoring suhu dan kelembapan yang berhasil dirangkum :

1. Penelitian oleh Vira Ulitama dan Yenniwarti Rafsyam (2021) yang berjudul “Monitoring Suhu dan Kelembapan Proses Pembuatan Kompos Menggunakan Antena Mikrostrip Patch Puzzle Berbasis Mikrokontroler”, pada penelitian ini dirancang suatu sistem yang dapat memantau suhu dan kelembapan secara otomatis menggunakan sensor DHT22, dalam implementasinya sensor DHT22 diletakkan pada drum kompos dibantu oleh mikrokontroler arduino uno, NRF24L01, antena mikrostrip *patch* serangga pada bagian *transmitter* dan *nodemcu*, NRF24L01, antena mikrostrip *patch puzzle*, LCD, android beserta *thinclient* sebagai penyimpan data pada bagian *receiver*. Hasil pengujian nisian data menunjukkan hasil yang baik begitu juga untuk pengujian untuk melihat apakah hasil pembacaan data sensor DHT22 dengan



menggunakan *serial monitor*, LCD, android dan *thingspeak* menunjukkan nilai yang sama (Ulitama & Rafsyam, 2021).

2. Penelitian oleh I Ketut Wahyu Gunawan, dkk (2020) yang berjudul “Sistem Monitoring Kelembapan Gabah Padi Berbasis Arduino”, pada penelitian ini membuat sistem memonitoring kelembapan gabah padi berbasis Arduino menggunakan sensor DHT11 dan *Soil moisture*. Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa bagian yaitu: catu daya, sistem kontrol, rangkaian mekanika dan program, dimana diperoleh bahwa sistem dapat mengukur kelembapan dan kadar air pada gabah padi, sehingga mampu meminimalisir kerusakan beras ketika dilakukan penggilingan (Gunawan et al., 2020).

3. Penelitian oleh Muhammad Reza Siregar, dkk (2021) yang berjudul “Sistem Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Penyimpanan Gabah untuk Menjaga Kualitas Beras Berbasis *Internet of Things (IoT)*”, pada penelitian ini bertujuan untuk menjaga kualitas beras berbasis *Internet of Things (IoT)* dengan modul sensor DHT22 dan *relay SSR* untuk pengendalian otomatis menggunakan jaringan internet dengan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Sistem ini berguna agar gabah beras terproduksi dengan baik dan mempunyai nilai mutu yaitu dengan menjaga kondisi suhu dan kelembapan ruangan agar gabah padi mendapatkan hasil mutu yang berstandar SNI dan terhindar dari hama kumbang, kutu dan lainnya. Sistem monitoring ini dibangun dengan menggunakan modul mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* yang dapat dimonitor dari jarak jauh menggunakan internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa data suhu dan kelembapan dapat terbaca secara real time dan status *relay SSR* dapat dikontrol menggunakan IoT dengan *platform Blynk* yang juga dapat diakses menggunakan *smartphone* (Reza et al., 2021).

4. Penelitian oleh Dewi Purnama Sari, dkk (2021) yang berjudul “Prototype Alat Monitoring Suhu, Kelembapan dan Kecepatan Angin Untuk *Smart Farming* Menggunakan Komunikasi LoRa dengan Daya Listrik Menggunakan Panel Solar” dalam penelitian ini dibuat sebuah *prototipe* untuk memantau suhu, kelembapan udara dan tanah serta kecepatan angin pada lahan pertanian. Penelitian ini memanfaatkan komunikasi LoRa sebagai perangkat pendukung IoT



dalam penerapan *smart farming* dengan keunggulannya menggunakan daya listrik yang bersumber dari energi matahari. Di sini data akan ditampilkan pada sebuah *platform Cayenne* sebagai *user interface* untuk dilakukan pemantauan dari jarak jauh karena menggunakan modul LoRa sebagai pengirim dan penerima data dari sensor suhu dan kelembapan (Sari, 2021).

5. Penelitian oleh Atmaja, dkk (2022) yang berjudul “Prototype Alat Penstabil Suhu pada Tempat Penyimpanan Gabah Padi”, dalam penelitian ini merancang suatu alat untuk memonitoring dan mengontrol suhu otomatis pada ruangan penyimpana gabah agar tidak terjadinya pembentukan bibit padi pada gabah yang akan disimpan. Alat ini dilengkapi dengan sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu, *heater* untuk menaikkan suhu ruangan dan juga *exhaust* sebagai pembuangan udara di dalam penyimpanan apabila suhu di dalam ruangan terlalu panasdan juga dilengkapi dengan *Node MCU ESP8266* sebagai mikrokontrolernya. Monitoring ini akan dipantau melalui LCD dan notifikasi akan dikirimkan melalui telegram (Atmaja et al., 2022).

