

**DESAIN PENGUKUR PARAMETER LINGKUNGAN BERBASIS IOT
(*INTERNET OF THINGS*) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER
WEMOS D1 R2 UNTUK GUDANG PENYIMPANAN PABRIK GULA**

(Skripsi)

Oleh

EKA YANA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

DESAIN PENGUKUR PARAMETER LINGKUNGAN BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER WEMOS D1 R2 UNTUK GUDANG PENYIMPANAN PABRIK GULA

Oleh

EKA YANA

Gula menjadi bahan pokok utama dalam kehidupan sehari-hari, dalam proses penyimpanan suhu dan kelembapan gudang penyimpanan gula berpengaruh terhadap kualitas gula yang menyebabkan gula menggumpal atau mencair. Proses pengecekan suhu dan kelembapan gudang biasanya dilakukan secara berkala yang bertujuan untuk memastikan suhu tetap dalam keadaan stabil. Maka untuk memudahkan pengecekan tersebut diperlukannya alat monitoring ruang yang berbasis *Internet of Things* (IoT). Tujuan penelitian ini yaitu menghasilkan alat monitoring berbasis IoT menggunakan Wemos D1 R2 dengan aplikasi Blynk untuk gudang penyimpanan pabrik gula serta mendapatkan nilai respon sistem dan akurasi pengiriman data dari sensor yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari - April 2022 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian (LDAMP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Parameter pengujian pada penelitian ini yaitu pengujian stabilitas, reliabilitas, respon sistem dan akurasi pengiriman data. Pengambilan data dilakukan selama tujuh hari pada ruangan dengan jarak antar ruang 50-100 meter. Alat monitoring ruang telah berhasil dibuat dengan komponen utama Wemos D1 R2, sensor DHT22, sensor MQ-135 dan sensor api. Komponen dimasukkan kedalam kotak plastik hitam berukuran 15 cm x 9,5 cm x 5 cm.

Hasil pengujian dengan menggunakan taraf 5% menunjukkan bahwa alat 1 sampai 5 memiliki reliabilitas sangat tinggi, berdasarkan hasil pengujian nilai Cronbach Alpha pembacaan suhu sebesar 0,9992 dan untuk pembacaan kelembapan serta nilai CO₂ sebesar 1. Berdasarkan pengujian akurasi pengiriman data untuk alat 1 sampai 5 nilai sangat baik yaitu nilainya mendekati nol. Didapatkan bahwa RMSE suhu alat 1 sebesar 0,0006, RMSE kelembapan yaitu 0 dan RMSE CO₂

yaitu 0,0092. Untuk alat 2 RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan 0 dan RMSE nilai CO₂ sebesar 0,0092. Alat 3 RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan sebesar 0,0061 dan RMSE nilai CO₂ sebesar 0,0092. Alat 4 RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan 0,0092 dan RMSE nilai CO₂ sebesar 0,0030. Alat 5 RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan 0,0061 dan untuk RMSE nilai CO₂ sebesar 0,0030.

Kata kunci : IoT, suhu, kelembapan, nilai CO₂, RMSE

ABSTRACT

DESIGN OF ENVIRONMENTAL PARAMETER MEASUREMENT BASED ON IOT (INTERNET OF THINGS) USING WEMOS D1 R2 MICROCONTROLLER FOR SUGAR FACTORY STORAGE WAREHOUSE

BY

EKA YANA

Sugar is the main staple in everyday life, in the process of storing the temperature and humidity of the sugar storage warehouse affect the quality of sugar which causes sugar to clot or melt. The process of checking the temperature and humidity of the warehouse is usually carried out periodically to ensure that the temperature remains in a stable state. So to facilitate this checking, a room monitoring tool based on the Internet of Things (IoT) is needed. The purpose of this study is to produce an IoT-based monitoring tool using Wemos D1 R2 with the Blynk application for a fiber sugar factory storage warehouse to get system response values and data transmission accuracy from the sensors used.

This research was conducted in February 2022 - April 2022 at the Laboratory of Agricultural Machinery and Equipment Power (LDAMP), Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, University of Lampung. The test parameters in this research are stability, reliability, system response and data transmission accuracy. Data collection was carried out for seven days in a room with a distance between spaces of 50-100 meters. The room monitoring tool has been successfully made with the main components of the Wemos D1 R2, the DHT22 sensor, the MQ-135 sensor and the fire sensor. The components are put in a black plastic box measuring 15 cm x 9.5 cm x 5 cm.

The test results using the 5% level show that the reliability of tools 1 to 5 is very high, based on the test results, the Cronbach Alpha value for temperature reading is 0.9992 and for humidity readings and CO₂ values are 1. In addition, based on testing the accuracy of data transmission for tools 1 to 5 the value is very good, namely the value is close to zero. It was found that the RMSE of temperature for tool 1 was 0.0006, RMSE of humidity was 0 and RMSE of CO₂ was 0.0092. For tool 2 RMSE temperature is 0, RMSE humidity is 0 and RMSE CO₂ value is

0.0092. Tool 3 RMSE for temperature is 0, RMSE for humidity is 0.0061 and RMSE for CO₂ is 0.0092. Tool 4 RMSE temperature is 0, RMSE humidity is 0.0092 and RMSE is CO₂ value is 0.0030. Tool 5 RMSE for temperature is 0, RMSE for humidity is 0.0061 and for RMSE the value of CO₂ is 0.0030.

Key words : IoT, temperature, humidity, value of CO₂, RMSE

**DESAIN PENGUKUR PARAMETER LINGKUNGAN BERBASIS IOT
(*INTERNET OF THINGS*) MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER
WEMOS D1 R2 UNTUK GUDANG PENYIMPANAN PABRIK GULA**

Oleh

EKA YANA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi

: **DESAIN PENGUKUR PARAMETER LINGKUNGAN
BERBASIS IOT (*INTERNET OF THINGS*)
MENGUNAKAN MIKROKONTROLER
WEMOS D1 R2 UNTUK GUDANG
PENYIMPANAN PABRIK GULA**

Nama Mahasiswa

: **Eka Yana**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814071058**

Jurusan

: **Teknik Pertanian**

Fakultas

: **Pertanian**



Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.
NIP 19880325 201504 1 001

Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.
NIP 19700703 199802 2 001

MENGETAHUI

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.
NIP 19621010 198902 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.**



Sekretaris

: **Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Ir. Budianto Lanya, M.T.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **01 Agustus 2022**

PERNYATAAN HASIL KARYA

Saya **Eka Yana** NPM **1814071058**. Dengan ini menyatakan bahwa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing **Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc.** dan **Dr. Siti Suharyatun S.TP., M.Si.** Berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain. Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 01 Agustus 2022

Penulis,



Eka Yana

NPM 1814071058

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lebak 19 Agustus 1999 anak keempat dari enam bersaudara, putra dari pasangan Bapak Paimin dan Ibu Kulsum. Penulis menyelesaikan pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 1 Karyajaya pada tahun 2006-2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Cimarga pada tahun 2012-2015 dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Cimarga pada tahun 2015-2018. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2018 melalui jalur ujian seleksi Afirmasi Perguruan Pendidikan Tinggi Negeri (Afirmasi Dikti).

Selama menjadi mahasiswa, pada bidang akademik penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Listrik dan Elektronika semester Genap Tahun 2019/2020, Instrumentasi semester Ganjil Tahun 2020/2021, Alat dan Mesin Pertanian semester Genap Tahun 2021/2022 dan Kontrol Otomatik semester Genap Tahun 2022/2023. Selama menjadi mahasiswa penulis juga aktif mengikuti kegiatan organisasi kemahasiswaan, penulis tercatat aktif dalam organisasi internal kampus sebagai anggota bidang keprofesian Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP) periode 2019/2020 dan sebagai anggota Ikatan Mahasiswa Teknik Pertanian (IMATETANI).

Pada tahun 2021 penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Mandiri Putra Daerah Periode 1 selama 40 hari di Desa Margaluyu, Kecamatan Cimarga, Kabupaten Lebak-Banten. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Cikedal Kabupaten Pandeglang dengan judul “Mempelajari Budidaya Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Pada

Hidroponik Sistem DFT (*Deep Flow Technique*) Di Balai Penyuluhan Pertanian (BPP) Kecamatan Cikedal Kabupaten Pandeglang” selama 30 hari mulai tanggal 3 Agustus hingga 6 September 2021.

Alhamdulillahirobbil' alamin
Segala puji bagi Allah SWT, sebagai rasa syukur dan wujud kasih sayang
Kupersembahkan Skripsi ini
Kepada:

Orang tuaku tersayang
(Ibu Kulsum dan Bapak Paimin)
(Umi Erna Yunengsih dan Abi Aang Kunaepi)

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir perkuliahan dalam penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada suri tauladan umat islam Nabi Muhammad SAW, yang senantiasa kita nantikan syafaatnya hingga akhir zaman. Skripsi yang berjudul “Desain Pengukur Parameter Lingkungan Berbasis Iot (*Internet Of Things*) Menggunakan Mikrokontroler Wemos D1 R2 Untuk Gudang Penyimpanan Pabrik Gula” merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) di Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis. Pelaksanaan penelitian maupun penulisan skripsi tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas;
4. Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memotivasi dan memberikan saran selama penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
5. Dr. Siti Suharyatun S.TP., M.Si. selaku Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Kedua yang telah meluangkan waktu untuk membimbing serta memberikan saran dalam penyusunan skripsi ini;

6. Ir. Budianto Lanya, M.T. selaku Dosen Pembahas yang telah meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan untuk perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
7. Orang tuaku tercinta Ibu Kulsum dan Bapak Paimin yang telah merawat, mendidik, memberikan semangat, doa serta materi sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
8. Orang tua keduaku Umi Erna Yunengsih, S.Pd., M.Pd. dan Abi Aang Kunaepi, S.Sos., M.Pd. Terima kasih telah mendidik, memberikan semangat, motivasi, doa serta materi;
9. Kakak - kakaku tersayang Ahyati, Tamu, Haerudin, Wati, Leni dan Roni;
10. Adikku Pepi, Erviana, Muhammad Oktama dan Puput Suhandi;
11. Keponakan penulis Yulia Rahma, Maya, Ardian, Angga, Serin, Ajril, dan Revan;
12. Hendri Tri Dwika dan M. Randy Akbar selaku teman satu penelitian yang membantu dalam membuat program Arduino IDE, pengambilan data penelitian serta menyelesaikan penyusunan skripsi ini;
13. Teman seperjuangan penulis M. Rizky Kurniawan, Aris Bagus Himawan, Yosua Benget Sihotang dan Monicha Damayanti yang telah membantu, memberi motivasi dan semangat berjuang untuk mencapai gelar Sarjana Teknik;
14. Keluarga Besar Teknik Pertanian 2018 yang telah kebersamai dari awal sampai akhir terima kasih atas dukungan dan bantuannya.
15. Serta semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini;

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih belum sempurna. Karena itu, kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembacanya.

Bandar Lampung, 01 Agustus 2022
Penulis,

Eka Yana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Hipotesis Penelitian	3
1.6. Batasan Masalah.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Gula	5
2.2. Ampas Tebu	5
2.3. Gudang Pabrik Gula	5
2.4. <i>Internet of Things</i>	6
2.4. Sistem Transmisi Data	7
2.5. Mikrokontroler	8
2.6. Wemos D1 R2	8
2.7. Sensor	10
2.7.1. Sensor DHT22	10
2.7.2. Sensor Api	11
2.7.3. Sensor Udara	12
2.8. Aplikasi Arduino IDE	13
2.9. Aplikasi Blynk.....	13
2.10. Rujukan Penelitian	14
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17

3.2. Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3. Metode Penelitian.....	17
3.4. Perancangan	18
3.4.1. Kriteria Desain.....	20
3.4.2. Rancangan Struktural	20
3.4.3. Rancangan Sistem Transmisi Data.....	21
3.4.4. Rancangan Tampilan Blynk	21
3.4.5. Rancangan Fungsional.....	22
3.5. Uji Kinerja Alat.....	23
3.5.1. Biaya Penggunaan Listrik.....	23
3.5.2. Biaya Penggunaan Kuota Aplikasi Blynk	24
3.5.3. Stabilitas	24
3.5.4. Reliabilitas Alat	25
3.5.5. Respon Sistem	26
3.5.6. Akurasi Pengiriman Data.....	26
3.6. Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Hasil Rancang Alat Monitoring Ruang	28
4.2. Sistem Transmisi Data	30
4.2.1. Pengaturan Tampilan Aplikasi Blynk	32
4.2.2. Pengaturan Tampilan Spreadsheet.....	38
4.3. Penggunaan Daya Listrik	45
4.4. Penggunaan Kuota Internet pada Aplikasi Blynk	45
4.5. Kalibrasi Alat	46
4.5.1. Kalibrasi Suhu dan Kelembapan	46
4.5.2. Kalibrasi Nilai CO ₂	47
4.6. Pengujian Stabilitas Alat Monitoring	48
4.6.1. Stabilitas Suhu	48
4.6.2. Stabilitas Kelembapan	50
4.6.3. Stabilitas Nilai CO ₂	51
4.6. Pengujian Reliabilitas dari Stabilitas Alat Monitoring	52
4.6.1. Reliabilitas Suhu.....	52
4.6.2. Reliabilitas Kelembapan.....	53
4.6.3. Reliabilitas Nilai CO ₂	54
4.7. Respon Sistem.....	55
4.8. Kecepatan Pengiriman Data	56
4.8. Akurasi Pengiriman Data	57
4.8.1. Akurasi Pengiriman Data Alat 1.....	58
4.8.2. Akurasi Pengiriman Data Alat 2.....	59
4.8.3. Akurasi Pengiriman Data Alat 3.....	60
4.8.4. Akurasi Pengiriman Data Alat 4.....	61

4.8.5. Akurasi Pengiriman Data Alat 5.....	62
V. KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN.....	71
Tabel 16 - 29	73
Gambar 50 - 71.....	92
Penulisan Program pada Ekstensi Spreadsheet	103
Penulisan Program pada Aplikasi Arduino IDE	105

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Wemos D1 R2	9
2. Rujukan penelitian	14
3. Klasifikasi koefisien nilai r	25
4. Tabel penggunaan kuota aplikasi Blynk	46
5. Reliabilitas suhu	53
6. Reliabilitas kelembapan	54
7. Reliabilitas nilai CO ₂	55
8. Data uji respon sistem dari pertama alat dihidupkan sampai terhubung ke internet.....	55
9. Data uji respon dari terhubung ke internet sampai mengirimkan data ke aplikasi Blynk.....	56
10. Pengujian kecepatan pengiriman data.....	57
11. Akurasi pengiriman data alat 1	59
12. Akurasi pengiriman data alat 2	60
13. Akurasi pengiriman data alat 3	61
14. Akurasi pengiriman data alat 4	62
15. Akurasi pengiriman data alat 5	63
<i>Lampiran</i>	
16. Data kalibrasi alat.....	73
17. Data monitoring ruang 1	73
18. Data monitoring ruang 2	74
19. Data monitoring ruang 3	75
20. Data monitoring ruang 4	76
21. Data monitoring ruang 5	77
22. Perhitungan reliabilitas untuk stabilitas suhu.....	78
23. Perhitungan reliabilitas untuk stabilitas kelembapan.....	81

24. Perhitungan reliabilitas untuk stabilitas nilai CO ₂	85
25. Kecepatan pengiriman data alat 1	88
26. Kecepatan pengiriman data alat 2	89
27. Kecepatan pengiriman data alat 3	89
28. Kecepatan pengiriman data alat 4	90
29. Kecepatan pengiriman data alat 5	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gudang penyimpanan gula.....	6
2. Diagram sistem komunikasi data	7
3. Wemos D1 R2.....	10
4. Sensor DHT22.....	11
5. Modul sensor api	12
6. Modul sensor MQ-135	12
7. Logo aplikasi Arduino IDE.....	13
8. Logo aplikasi Blynk	14
9. Diagram alir tahapan penelitian	18
10. Diagram alir pemrograman	19
11. Rancangan alur sistem	20
12. Diagram alir transmisi data	21
13. Grafik sistem stabil dan tidak stabil	25
14. Grafik respon sistem monitoring.....	26
15. Alat monitoring ruang	28
16. Lima Alat Monitoring	29
17. <i>Mainboard</i>	30
18. Diagram alir data.....	31
19. Tampilan Blynk di Play Store	33
20. Tampilan awal aplikasi Blynk.....	33
21. Penggantian nama proyek dan pemilihan jenis mikrokontroler.....	34
22. Notifikasi auth token ke email pengguna.....	34
23. Fitur untuk menampilkan data pembacaan sensor	35
24. Tampilan widget box Blynk.....	35
25. Widget sebelum diatur pin virtual.....	36

26. Pengaturan nama parameter dan pin virtual.....	37
27. Tampilan sebelum klik ikon <i>play</i>	37
28. Tampilan sesudah klik ikon <i>play</i>	38
29. Tampilan pengaturan awal <i>database Spreadsheet</i>	39
30. Fitur ekstensi pada spreadsheet.....	39
31. Tampilan ekstensi Spreadsheet sebelum diedit.....	40
32. Program ekstensi Spreadsheet setelah diedit.....	40
33. Alamat web Spreadsheet ID.....	41
34. Letak copy paste alamat web Spreadsheet ID pada program.....	41
35. Potongan program tanggal dan waktu pada ekstensi Spreadsheet	41
36. Program mengatur kolom untuk pembacaan suhu	42
37. Program mengatur kolom untuk pembacaan kelembapan	42
38. Program mengatur kolom untuk pembacaan sensor api	42
39. Program mengatur kolom untuk pembacaan nilai CO ₂	42
40. Penerapan program.....	43
41. Konfigurasi program Spreadsheet.....	43
42. Perizinan penyimpanan data pada e-mail.....	44
43. ID Penerapan Spreadsheet.....	44
44. Grafik kalibrasi suhu	47
45. Grafik kalibrasi kelembapan	47
46. Grafik kalibrasi nilai CO ₂	48
47. Grafik stabilitas suhu.....	49
48. Grafik stabilitas kelembapan.....	50
49. Grafik stabilitas nilai CO ₂ ruangan.....	52

Lampiran

50. Skematik Alat Monitoring.....	72
51. Jarak antar alat monitoring tampilan google maps	92
52. Kalibrasi suhu dan kelembapan menggunakan pemanas kompor.....	92
53. Kalibrasi suhu dan kelembapan menggunakan es batu.....	93
54. Kalibrasi nilai CO ₂ menggunakan kompor gas.....	93
55. Monitoring ruang 1	94
56. Monitoring ruang 2	94

57. Monitoring ruang 3	95
58. Monitoring ruang 4	95
59. Monitoring ruang 5	96
60. Pengujian respon sistem.....	96
61. Pengujian akurasi pengiriman data	97
62. Tampilan data pada aplikasi Blynk alat monitoring ruang 1	97
63. Tampilan data pada aplikasi Blynk alat monitoring ruang 2	98
64. Tampilan data pada aplikasi Blynk alat monitoring ruang 3	98
65. Tampilan pada aplikasi Blynk alat monitoring 4	99
66. Tampilan data pada aplikasi Blynk alat monitoring ruang 5	99
67. Tampilan <i>database</i> pada Spreadsheet monitoring ruang 1	100
68. Tampilan <i>database</i> pada Spreadsheet monitoring ruang 2	100
69. Tampilan <i>database</i> pada Spreadsheet monitoring ruang 3	101
70. Tampilan <i>database</i> pada Spreadsheet monitoring ruang 4	101
71. Tampilan <i>database</i> pada Spreadsheet monitoring ruang 5	102

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia termasuk negara agraris yang sebagian besar masyarakat bekerja pada bidang pertanian terkhusus sektor perkebunan. Perkebunan mulai digemari oleh masyarakat Indonesia, salah satunya yaitu perkebunan tebu. Tiga tahun terakhir luas perkebunan tebu di Lampung mengalami peningkatan dan berdampak pula pada meningkatnya hasil produksi gula tebu. Hal tersebut sesuai dengan Badan Pusat Statistik (2021a), bahwa luas lahan perkebunan di Lampung mengalami peningkatan sejak tahun 2018 sebesar 109,80 ribu ha dan pada tahun 2020 menjadi 131,80 ribu hektar. Hasil produksi gula tebu juga mengalami peningkatan dari tahun 2018 sebesar 896,60 ton menjadi 975,60 ton pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2021b).

Gula menjadi bahan pokok pangan yang penting bagi kehidupan sehari-hari. Gula dibutuhkan bagi tubuh manusia karena mengandung kalori sebagai sumber energi untuk beraktivitas. Gula digunakan sebagai penyusun utama bahan pemanis oleh industri makanan dan minuman. Menurut Dewan Gula Indonesia (2011), kendala utama yang dihadapi industri gula saat ini adalah: (1) rendahnya kualitas bahan baku, (2) rendahnya kapasitas serta efisiensi pabrik dalam penyimpanan.

Dalam proses penyimpanan gula, kondisi ruang penyimpanan berpengaruh terhadap kualitas gula. Seperti suhu dan kelembapan suatu ruangan yang dapat mempengaruhi kualitas gula. Sehingga jika kondisi ruangan tidak ideal maka akan menyebabkan penggumpalan atau bahkan pencairan. Kondisi ideal ruangan untuk penyimpanan gula pada umumnya berkisar pada suhu ruangan 30°C dan kelembapan 67,89% (Chitprasert dkk., 2006). Selain gudang untuk menyimpan gula yang siap jual, beberapa gudang di perusahaan berfungsi untuk menyimpan

limbah kering ampas tebu. Pengolahan tebu menjadi gula menghasilkan limbah padat berupa ampas tebu. Pada tahun 2017 terdapat kasus kebakaran di Pabrik Gula PTPN X Mojokerto pada gudang penyimpanan ampas tebu. Hal tersebut dikarenakan sisa ampas tebu mengalami proses fermentasi sehingga menghasilkan alkohol serta dipicu oleh keadaan cuaca yang panas (Arivin, 2017). Maka dari itu sebuah gudang perlu adanya instalasi monitoring. Pada penelitian ini untuk memudahkan kegiatan monitoring, instalasi yang digunakan adalah berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga monitoring suhu, kelembapan dan nilai CO₂ serta pendeteksi api pada gudang pabrik gula diharapkan lebih efektif.

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memiliki kemampuan dalam mengirimkan data melalui jaringan tanpa menggunakan kabel atau *wireless*, dengan mengkombinasikan antara sistem IoT dengan sistem monitoring secara *real time* menggunakan aplikasi Blynk, kegiatan monitoring dapat diakses di mana saja melalui aplikasi berbasis *mobile* asalkan terkoneksi dengan jaringan internet. Sistem monitoring secara otomatis yang sudah terintegrasi dengan jaringan internet diharapkan mampu memudahkan kegiatan monitoring, sehingga tidak perlu memonitor langsung ke lokasi.

Alat monitoring ini menggunakan modul sensor suhu dan kelembapan yaitu DHT22, modul sensor Api (*Flame Sensor*) dan modul sensor MQ-135 (*Air Quality Sensor*). Sensor-sensor tersebut mengukur nilai perubahan suhu, kelembapan, mendeteksi api, dan mengukur nilai CO₂ atau gas berbahaya lainnya. Alat ini menggunakan mikrokontroler WeMos D1 R2 dengan chip ESP8266EX yang memiliki kelebihan dapat terkoneksi dengan wifi, sehingga dapat terkoneksi dengan internet. Berdasarkan permasalahan diatas, perlu adanya alat dan penelitian guna memonitoring keadaan gudang seperti mendeteksi api, mengukur nilai suhu, kelembapan, dan nilai CO₂ secara *real time* dengan memanfaatkan konsep *Internet of Things*.

1.2. Rumusan Masalah

Berikut rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Bagaimana merancang alat monitoring dengan sistem *Internet of Things* (IoT) pada suatu ruang?
2. Bagaimana merancang sistem IoT dengan aplikasi Blynk menggunakan lima perangkat Wemos D1 R2?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menghasilkan alat monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan Wemos D1 R2 dengan aplikasi Blynk untuk gudang penyimpanan pabrik gula.
2. Mendapatkan nilai respon sistem dari alat yang dihasilkan
3. Mendapatkan nilai akurasi pengiriman data dari sensor yang digunakan.
4. Mengetahui pemakaian daya listrik yang dibutuhkan alat
5. Mengetahui besaran penggunaan kuota untuk sekali membuka aplikasi Blynk

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai monitoring berbasis *internet of things* (IoT) untuk memaksimalkan kegiatan monitoring pada gudang penyimpanan gula dan ampas tebu.

1.5. Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis Penelitian adalah:

1. Perancangan sistem monitoring menggunakan lima perangkat Wemos D1 R2 yang dapat terkoneksi pada satu perangkat *smartphone*.
2. Setiap sensor pada masing-masing perangkat Wemos D1 R2 dapat menampilkan nilai pada aplikasi Blynk

1.6. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk pengujian alat dilakukan dalam ruangan dengan jarak antar ruang 50-100 meter.
2. Sensor yang digunakan adalah sensor suhu dan kelembapan (DHT22), sensor api (*Flame Sensor*) dan sensor MQ-135 (*Air Quality Sensor*).
3. Bahasa yang digunakan yaitu bahasa pemrograman C menggunakan aplikasi Arduino IDE.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gula

Gula merupakan salah satu komoditas pertanian yang telah ditetapkan Indonesia sebagai komoditas khusus dalam forum perundingan Organisasi Perdagangan Dunia (WTO), bersama beras, jagung dan kedelai. Gula tebu adalah gula yang dihasilkan dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) dan merupakan gula yang paling banyak dikonsumsi. Gula tebu ini termasuk golongan gula sukrosa dengan kandungan sukrosa pada batang tebu (10-12%). Pengolahan gula ini berasal dari bagian batang yang akan menghasilkan nira yang nantinya akan diproses menjadi berbagai jenis olahan yang dihasilkan seperti gula cair, gula pasta, gula kristal dan gula tepung. Produksi gula tebu yang paling banyak biasanya dalam bentuk gula kristal (Apriawan dkk., 2015).

2.2. Ampas Tebu

Ampas tebu sebagai limbah pabrik gula adalah suatu bahan yang mengandung karbon cukup tinggi. Hal tersebut yang mendasari bahwa ampas tebu dapat digunakan sebagai bahan bakar boiler dan sebagian dijual. Ampas tebu atau lazimnya disebut bagasse merupakan hasil samping dari proses ekstraksi cairan tebu di mana cairan tebu yang didapat yang berasal dari bagian batang tanaman tebu yang dapat dihasilkan ampas tebu sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling dari satu pabrik (Destriyani dkk., 2014).

2.3. Gudang Pabrik Gula

Gudang pabrik gula adalah suatu bangunan atau ruangan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan gula siap jual dan sisa ampas tebu (Alhalimi, 2013). Dalam proses penyimpanan gula, kondisi ruang penyimpanan berpengaruh terhadap

kualitas gula. Suhu optimum untuk menyimpan gula berkisar 30°C dengan kelembapan 67,89%. Jika suhu lebih atau kurang mengakibatkan gula meleleh atau terjadi penggumpalan (Chitprasert dkk., 2006). Pernah terjadi kasus di Pabrik Gula PTPN X Mojokerto yang mengakibatkan gudang penyimpanan ampas tebu hangus terbakar. Hal tersebut dikarenakan oleh keadaan cuaca yang panas sehingga ampas tebu mengalami fermentasi dan menghasilkan alkohol yang memicu terjadinya kebakaran (Arivin, 2017). Gudang pabrik gula dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Gudang penyimpanan gula

2.4. *Internet of Things*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah penggabungan kata dari *internet* dan *things* arti sebuah kata dari *internet* adalah sebuah jaringan komputer yang menggunakan jaringan protokol dan arti kata *things* dapat diartikan sebagai objek fisik. Objek objek tersebut misal sensor data yang terbaca oleh sensor dapat dikirim melalui *internet*. Dari data pembacaan sensor yang sudah dikirim melalui internet maka memerlukan sebuah penyajian yang dapat dimengerti oleh pengguna agar dapat mempermudah modul pertukaran informasi antara bahasa

analog sensor dengan bahasa digital server atau aplikasi yang dapat dipahami oleh pengguna aplikasi (Hwang dkk., 2020).

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep pembaruan di era digital ini, dimana objek tertentu memiliki kemampuan untuk melakukan sebuah transfer data melalui jaringan dan tanpa perlu adanya interaksi dari manusia pada manusia ataupun dari manusia ke perangkat. Perkembangan *internet of things* maka kontrol perangkat elektronik dapat dilakukan dengan menggunakan *internet* dan juga *smartphone* yang terhubung dengan *internet*, sehingga pengontrolan dan *monitoring* dapat dilakukan dimana saja (Prihatmoko, 2018).

2.4. Sistem Transmisi Data

Transmisi adalah pergerakan informasi melalui sebuah media telekomunikasi. Transmisi memperhatikan pembuatan saluran yang dipakai untuk mengirim informasi, serta memastikan bahwa informasi sampai secara akurat dan dapat diandalkan. Transmisi data merupakan proses pengiriman data dari sumber data ke penerima data melalui media pengiriman tertentu. Misalnya dari perangkat input ke pemroses, pemroses ke *storage*, pemroses ke media *output*, atau bahkan dari suatu sistem komputer ke sistem komputer lainnya. Dua faktor yang mempengaruhi keberhasilan dari suatu transmisi data yaitu, kualitas sinyal yang ditransmisi dan karakteristik media transmisi (Alaydrus, 2009). Diagram sistem komunikasi data dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Diagram sistem komunikasi data

Pada diagram model komunikasi data sederhana dapat dijelaskan :

1. Sumber (*Source*) : Alat ini membangkitkan data sehingga dapat ditransmisikan.

2. Pengirim (*Transmitter*) : Pada bagian ini data yang dibangkitkan dari sistem sumber tidak ditransmisikan secara langsung dalam bentuk aslinya namun pada sebuah *transmitter* cukup memindahkan informasi dengan menghasilkan sinyal elektromagnetik yang dapat ditransmisikan dengan beberapa sistem transmisi berurutan.
3. Media Transmisi (*Transmission media*) : Merupakan jalur transmisi tunggal yang menghubungkan antara sumber dan tujuan.
4. Penerima (*Receiver*) : Pada bagian ini sinyal dari pengirim diterima dari sistem transmisi dan memindahkan bentuk sinyal elektromagnetik menjadi digital yang dapat ditangkap oleh tujuan.
5. Tujuan (*Destination*) : Alat ini menerima data yang dihasilkan oleh penerima.

2.5. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan alat pengendali atau disebut dengan kontroler yang berukuran mikro dan dikemas dalam bentuk chip. Mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah mikroprosesor pada komputer. Keduanya memiliki sebuah CPU yang dapat menjalankan sebuah instruksi program, melakukan logika dasar, dan pemindahan data. Namun agar dapat digunakan, sebuah mikroprosesor perlu adanya komponen tambahan seperti memori untuk menyimpan program dan data, serta *interface input-output* untuk berhubungan dengan dunia luar. Sebuah mikrokontroler sudah memiliki memori dan *interface input-output* di dalamnya. Bahkan beberapa mikrokontroler memiliki unit ADC yang dapat menerima masukan sinyal analog secara langsung. Karena ukurannya kecil, murah, dan menyerap daya yang rendah, mikrokontroler banyak digunakan pada berbagai peralatan (Artanto, 2009).

2.6. Wemos D1 R2

Wemos D1 R2 merupakan module development board yang berbasis wifi dari keluarga ESP8266 . Modul ini dapat diprogram menggunakan aplikasi IDE Arduino. Meskipun bentuk board ini dirancang menyerupai Arduino Uno, namun dari sisi spesifikasi sebenarnya jauh lebih unggul Wemos D1. Salah satunya

dikarenakan inti dari Wemos D1 R2 adalah ESP8266EX yang memiliki prosesor 32 bit. Sedangkan Arduino Uno hanya berintikan 8 bit. Spesifikasi dari Wemos D1 R2 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Wemos D1 R2

No	Spesifikasi Wemos D1 R	Keterangan
1	Mikrokontroler	ESP-8266EX
2	Input Tegangan	3.3 volt
3	Pin I/O Digital	11
4	Pin Analog	1
5	Kecepatan Clock	80 MHz/160 MHz
6	Flash	4 Mega Bytes

Adapun kelebihan dari Wemos D1 R2 menurut Ugah & Nnonyelu (2019) adalah sebagai berikut:

1. *Arduino compatible*, yakni dapat diprogram melalui aplikasi Arduino IDE.
2. *Pinout compatible* dengan Arduino Uno, yakni pin yang terdapat pada WeMos D1 R2 seperti pada Arduino Uno.
3. WeMos D1 R2 dapat berjalan *stand alone*, yakni dapat berjalan tanpa memerlukan mikrokontroler tambahan. Berbeda dengan modul wiFi lain yang memerlukan mikrokontroler sebagai pengontrol. Dikarenakan WeMos D1 R2 memiliki CPU yang dapat diprogram melalui serial *port* maupun OTA (*Over The Air*).
4. *High Frequency CPU*, yakni WeMos D1 R2 memiliki prosesor utama 32 bit berkecepatan 80 MHz sehingga lebih cepat dalam mengeksekusi program dibandingkan dengan Arduino Uno yang hanya memiliki prosesor utama 8 bit.
5. Dukungan *High Level Language*, selain dapat diprogram menggunakan aplikasi Arduino IDE juga dapat menggunakan bahasa program Python dan Lua. Gambar wemos D1 R2 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Wemos D1 R2

2.7. Sensor

Sensor adalah alat yang berfungsi mendeteksi sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, dan energi mekanik. Contohnya seperti kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR sebagai sensor cahaya, dan lainnya (William, 1993). Pengertian sensor adalah transduser yang berfungsi mengolah variasi gerak, panas, cahaya, magnetis, dan kimia menjadi tegangan serta arus listrik. Sensor juga berfungsi untuk mendeteksi dan mengetahui magnitude. Sensor sendiri sering digunakan sebagai proses pendeteksi untuk pengukuran. Sensor yang sering digunakan sebagai rangkaian elektronik yaitu sensor cahaya, sensor suhu, dan sensor tekanan (Wardhana, 2006).

2.7.1. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah modul sensor yang berfungsi untuk mendeteksi objek suhu dan kelembapan yang memiliki *output* tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut menggunakan mikrokontroler. Sensor DHT22 ini mempunyai teknik pendeteksian sinyal digital yang baik pada suhu dan kelembapan, sensor ini dapat diandalkan dan memiliki kestabilan jangka panjang. Sensor DHT22 memiliki presisi tinggi dan harga yang lebih rendah, sehingga menjadikannya pilihan ideal

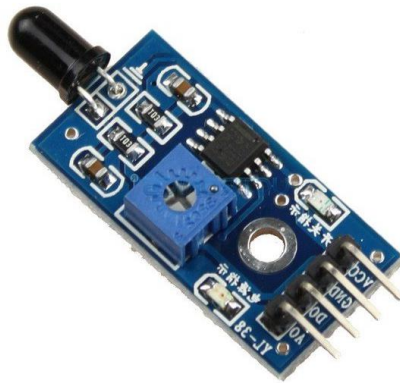
untuk rentang biaya alat, suhu dan kinerja sensor yang tinggi. Sensor DHT22 terbuat dari bahan semikonduktor berbentuk variabel resistor. Perubahan suhu di sekitar sensor akan menyebabkan terjadinya perubahan nilai besaran tahanan listrik bahan tersebut (Juliasari dkk., 2016). Sensor DHT22 ini mempunyai 3 kaki pin yang di mana pin VCC antara 3 volt – 5 volt, pin data keluaran dan pin GND atau Ground. Gambar 4 merupakan sensor DHT22.



Gambar 4. Sensor DHT22

2.7.2. Sensor Api

Sensor Api (*Flame Sensor*) adalah sensor yang berguna untuk mendeteksi kehadiran api ataupun kebakaran dengan ketelitian tinggi hingga nyala api sekecil api korek gas dengan berbagai arah dan posisi, sensor api sendiri bisa digunakan di berbagai mikrokontroler. Sensor api memiliki berbagai jenis metode dalam mendeteksi nyala api di antaranya dengan detektor ultraviolet, detektor dekat IR, detektor inframerah (IR), kamera termal inframerah, detektor UV atau IR dan lain sebagainya. Sistem kerja dari sensor ini saat ada nyala api maka akan memancarkan sejumlah lampu infra merah kecil, lampu ini akan diterima oleh photodiode (penerima IR) pada modul sensor. Kemudian menggunakan Op-Amp untuk memeriksa perubahan tegangan pada IR *Receiver*, sehingga jika terjadi gejala kebakaran maka pin keluaran (DO) akan memberikan 0V (*low*) dan jika tidak ada api maka pin keluaran akan menjadi 5V (*high*) (Kumar, 2018). Sensor api dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Modul sensor api

2.7.3. Sensor Udara

Sensor pengukur kadar CO₂ pada penelitian ini menggunakan model MQ-135 merupakan sensor gas yang dapat mendeteksi senyawa atau kadar gas-gas berbahaya yang dapat mengganggu kualitas udara dan mengganggu pernapasan manusia. Sensor MQ-135 memberikan hasil deteksi kualitas udara berupa perubahan pada nilai resistansi analog pada pin keluarannya. Sensor MQ-135 dapat dilihat pada Gambar 6, sensor ini memiliki 4 pin, yang terdiri dari: Pin 1 = VCC (+5 Volt), Pin 2 = GND, Pin 3 = Digital Out (DO) dan Pin 4 = Analog Out (AO). Sensor MQ135 adalah jenis sensor kimia yang sensitif terhadap senyawa NH₃, NO_x, alkohol, benzol, asap (CO), CO₂, dan lain-lain. Cara kerja dari sensor ini yaitu dengan membaca perubahan resistansi saat terkena gas. Sensor ini memiliki daya tahan yang baik untuk penggunaan penanda bahaya polusi karena praktis dan tidak memakan daya yang besar. Penyesuaian sensitivitas sensor ditentukan oleh nilai resistansi dari MQ-135 yang berbeda-beda untuk berbagai konsentrasi gas (Rosa dkk., 2020).



Gambar 6. Modul sensor MQ-135

2.8. Aplikasi Arduino IDE

Menurut Syahwil (2017), arduino IDE merupakan sebuah programming yang digunakan untuk menulis program dan mengubahnya ke dalam bentuk kode biner lalu ditransfer ke dalam memori papan board keluarga Arduino. *Programming Arduino IDE* bersifat *open source* sehingga dapat digunakan semua orang dengan *complimentary*. Logo aplikasi Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 7, Arduino IDE dirancang khusus untuk memudahkan para pengguna dalam memprogram Arduino sehingga dapat digunakan untuk berbagai bidang yang nantinya dapat menghasilkan teknologi baru. Equipment pada Arduino menggunakan prosesor Atmel AVR dan menggunakan Bahasa pemrograman C++ yang mudah dipahami oleh pemula (Prihatmoko, 2018).



Gambar 7. Logo aplikasi Arduino IDE

2.9. Aplikasi Blynk

Blynk merupakan salah satu platform IoT yang dapat digunakan untuk mengontrol dan memonitor berbagai data dari sensor secara *real time* selama ada jaringan internet. Penggunaan aplikasi Blynk sangat mudah hanya dengan metode *drag and drop widget*. Blynk sendiri digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware* yang dapat dipergunakan untuk monitoring dari jarak jauh melalui internet atau WiFi ke Android maupun iOS. Dengan terhubung ke internet dan koneksi yang stabil membuat kita dapat mengontrol suatu sistem dimanapun kita berada dari jarak jauh dengan aplikasi Blynk. Logo aplikasi Blynk dapat dilihat pada Gambar 8. Fitur yang ditampilkan dalam aplikasi Blynk dapat dengan mudah digunakan dan dipahami sehingga tidak perlu waktu lama untuk mengkoneksikan perangkat keras ke Blynk (Dwiyaniti dkk., 2019).



Gambar 8. Logo aplikasi Blynk

2.10. Rujukan Penelitian

Rujukan penelitian digunakan untuk menambah informasi dan ilmu berkaitan dengan penelitian. Penelitian yang pernah dilakukan yang berkaitan dengan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rujukan penelitian

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1	Septama dkk., 2018	Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembapan Gudang	Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu melakukan pemantauan kondisi suhu dan kelembapan gudang dan mengirimkan data ke pengguna. Sistem juga mampu mengkondisikan suhu dan kelembapan gudang dengan menyalakan kipas dan pemanas jika suhu dan kelembapan telah mencapai ambang batas.
2	Silalahi dkk., 2021	Implementasi <i>Internet Of Things</i> (IoT) Dalam Monitoring Suhu Dan Kelembapan Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Arduino Berbasis Web	Alat ini mendeteksi suhu dan kelembapan di setiap ruang produksi obat non steril secara berkala, jika suhu melebihi batas maksimal pada ruang produksi obat non steril maka kipas akan menyala sehingga udara panas yang di dalam akan keluar. Data akan ditampilkan di <i>website</i> sebagai <i>interface</i> .
3	Widodo dkk., 2017	Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO ₂ , dan CH ₄ di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler	Dari hasil pengujian alat dengan menggunakan sensor MQ 135. kadar gas pengukuran sensor CO, CO ₂ , dan CH ₄ menunjukkan nilai rata-rata untuk gas CO 0.0562 % dengan nilai tegangan 0.428 Volt, untuk Gas CO ₂ nilai rata-rata 0.0127 % dengan nilai tegangan 0.476 Volt, dan nilai rata-rata untuk gas CH ₄ 0.00488 % dengan nilai tegangan 0.364 Volt.

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
4	Deswar & Pradana, 2021	Monitoring Suhu pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT)	Hasil pengujian dari sistem tersebut adalah mikrokontroler Wemos D1 R1 dapat mengendalikan alat, mengirim dan menyimpan data suhu ke <i>database</i> , sensor suhu DHT11 dapat mendeteksi suhu ruangan, dan IR Transmitter dapat mengirim sinyal untuk mengontrol Air Conditioner (AC).
5	Noviana, 2018	Prototype Sistem Pendeteksi Kebakaran Gedung Menggunakan Metode IoT (<i>Internet of Things</i>) Berbasis Nodemcu	Ketepatan waktu esp8266 dalam mengirimkan data dan kelembapan dan gas yaitu 1 detik dengan nilai akurasi suhu sebesar 99.9762% dengan nilai rata-rata ketelitian suhu 96.24%. sedangkan untuk nilai akurasi kelembapan 99.9644% dengan rata-rata ketelitian 94.9%.
6	Akbar, 2021	Pemanfaatan Sensor MQ-135 Sebagai Monitoring Kualitas Udara pada Aula Gedung Fasilkom	Alat ini dapat bekerja dengan baik untuk mendeteksi kualitas udara pada aula fasilkom, dimana saat dilakukan pengujian pada aula fasilkom udara dalam keadaan aman dengan ppm 25.19, namun setelah didekatkan dengan gas korek api elektrik nilai baca sensor menunjukkan ppm 707.93 yang tampil pada LCD dan blynk serta terdapat notifikasi pada smartphone menunjukkan bahwa udara dalam keadaan berbahaya.
7	Putra & Risfendra, 2021	Penggunaan Aplikasi Ubidots untuk Sistem Kontrol dan Monitoring pada Gudang Gula Berbasis Arduino UNO	Pengiriman dan penerimaan data ini menggunakan NodeMCU. Hasil akhirnya aplikasi Ubidots dapat melakukan pengontrolan buka tutup gerbang dan monitoring suhu kelembapan dari aplikasi secara <i>real time</i> maupun pengambilan data kembali menggunakan API pada web server sehingga didapatkan gula dengan kualitas yang baik.
8	Amali, 2020	Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) Dengan Perangkat Arduino	Hasil dari sistem deteksi kebakaran dapat memperkecil terjadinya musibah kebakaran dan juga kerugian yang disebabkan oleh musibah kebakaran. Dengan berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT) data yang dikirimkan akan lebih cepat sehingga informasi kebakaran dapat diketahui dengan cepat dan musibah kebakaran dapat segera diatasi.

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
9	Wadhvani dkk., 2018	Smart Home Automation and Security System using Arduino and IOT	Sistem ini terhubung melalui jaringan nirkabel yang sama. Sensor api akan mendeteksi api sehingga apabila terjadi kebakaran mikrokontroler akan mengaktifkan aktuator. Alat ini juga dapat dikontrol oleh pengguna melalui aplikasi Thingspeak data dapat dilihat melalui <i>platform cloud</i> . Alat ini juga dapat meningkatkan keamanan dengan menggunakan sensor pir yang akan mendeteksi orang.
10	Sai dkk., 2019	IOT based Air Quality Monitoring System Using MQ135 and MQ7 with Machine Learning Analysis	Perangkat ini dapat memantau kualitas udara dalam ruangan atau luar ruangan. Namun untuk keperluan luar ruangan, diperlukan lebih dari 1 sensor, karena satu sensor memiliki rentang sensitivitas sekitar 1 meter. kelebihan MQ135 adalah mampu mendeteksi asap, CO, CO ₂ , dan NH ₄ .

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

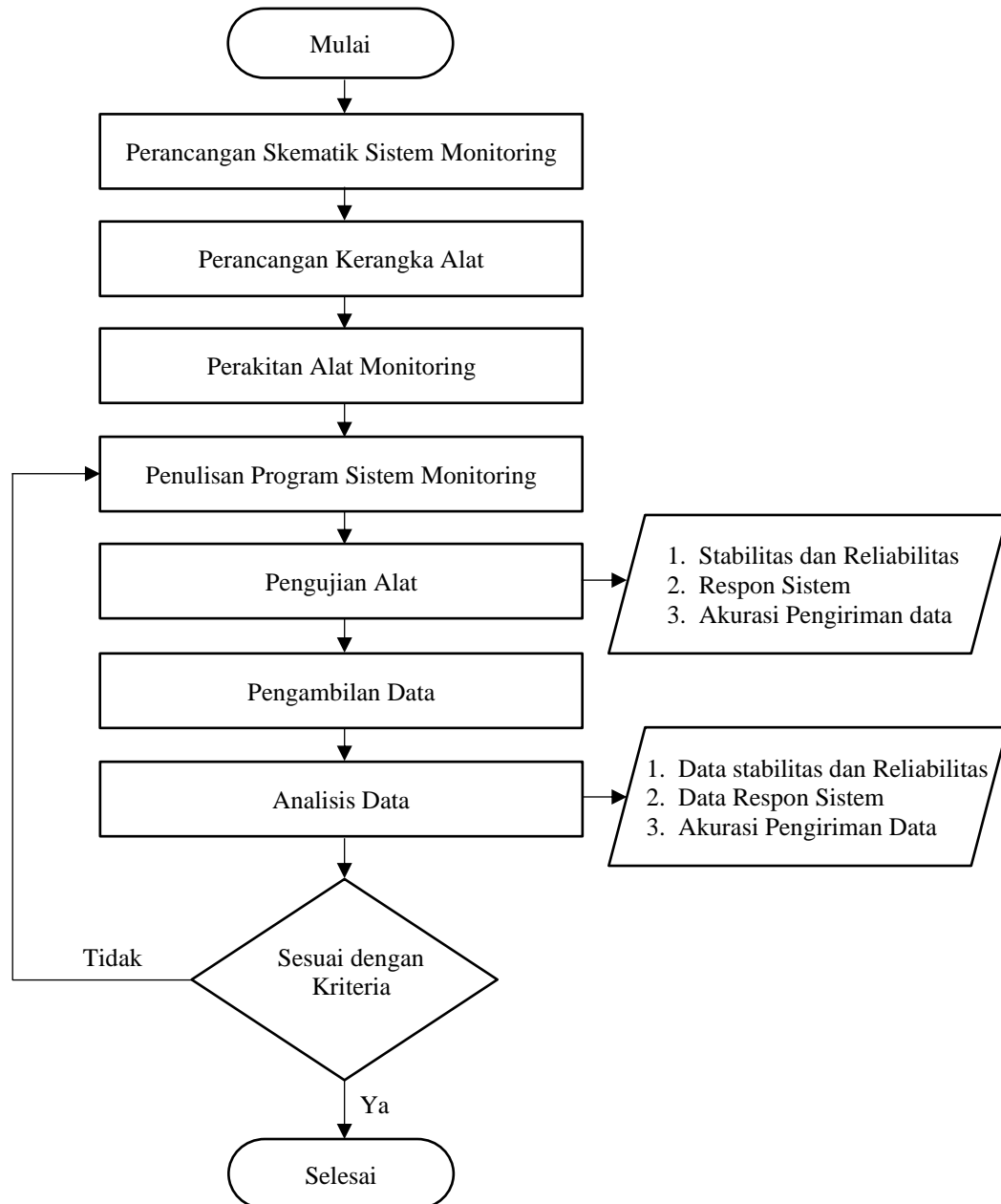
Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari - April 2022 di Laboratorium Daya Alat dan Mesin Pertanian (LDAMP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain laptop, *smartphone*, solder dan alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Wemos D1 R2, kabel jumper, *breadboard*, sensor DHT22, sensor api, sensor MQ-135, buzzer, aplikasi Arduino IDE dan aplikasi Blynk.

3.3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu perancangan alat, perangkaian alat, pengujian kinerja alat, pengamatan, dan analisis data. Berikut merupakan diagram alir tahapan penelitian ini disajikan dalam Gambar 9.

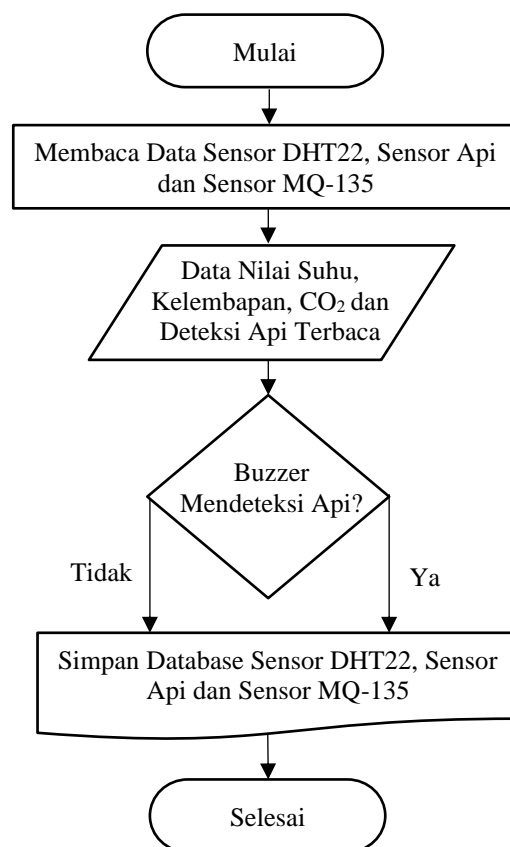


Gambar 9. Diagram alir tahapan penelitian

3.4. Perancangan

Perancangan alat pada penelitian ini meliputi skematik sistem, skematik sensor, penulisan program, pemasangan seluruh komponen ke mikrokontroler. Setelah semua komponen terpasang ke mikrokontroler maka dilakukan pengecekan dengan cara mengecek ulang semua komponen. Selanjutnya dilakukan penulisan program. Pada penulisan program menggunakan bahasa pemrograman C dengan

menggunakan bantuan aplikasi Arduino IDE. Setelah menuliskan program, maka dilakukan pengecekan program dengan cara memverifikasi pada aplikasi Arduino IDE. Jika terdapat peringatan setelah memverifikasi, maka program tersebut terdapat kesalahan dalam penulisan. Jika tidak terdapat peringatan, maka program tersebut telah benar dan siap untuk di *upload* ke mikrokontroler. Diagram pemrograman dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram alir pemrograman

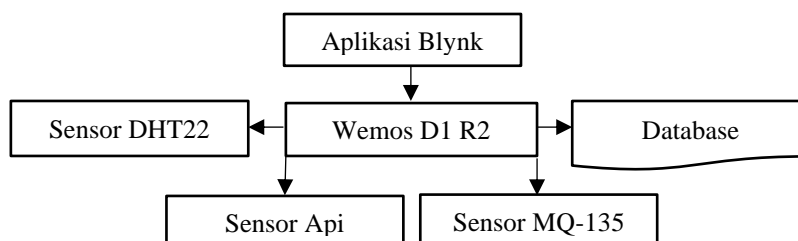
Pada gudang penyimpanan pabrik gula ada beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya suhu, kelembapan, dan kualitas udara dalam ruangan. Jarak antar pabrik gudang gula umumnya berjarak 40-50 meter. Dalam penelitian ini menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur nilai suhu dan kelembapan, sensor MQ-135 untuk mengukur kualitas udara atau nilai CO₂ dalam ruangan dan sensor api untuk mendeteksi api pada ruangan.

3.4.1. Kriteria Desain

Alat monitoring untuk gudang penyimpanan pabrik gula ini dirancang untuk dapat memonitoring parameter pengukur lingkungan seperti nilai suhu, kelembapan dan nilai CO₂ dalam suatu ruang. Alat ini juga dapat mendeteksi adanya api atau kebakaran yang ditandai dengan buzzer yang berbunyi serta notifikasi pada *user* melalui aplikasi Blynk. Alat bekerja dengan berbasis IoT terhubung melalui hotspot (modem) atau wifi. Pembacaan nilai sensor secara *real time* dan akan ditampilkan pada aplikasi Blynk dan menyimpan *database* pada Spreadsheet. Alat dapat di monitoring oleh *user* kapanpun dan dimanapun asalkan alat terhubung dengan internet. Untuk mengakses alat monitoring ruang ini yaitu melalui aplikasi Blynk dan bisa juga diakses melalui *database* yaitu Spreadsheet. Tampilan data sensor pada aplikasi Blynk diatur semenaraik mungkin, terdapat display unuk menampilkan nilai suhu, kelembapan dan nilai CO₂, serta notifikasi jika terdeteksi api atau kebakaran dalam suatu ruang.

3.4.2. Rancangan Struktural

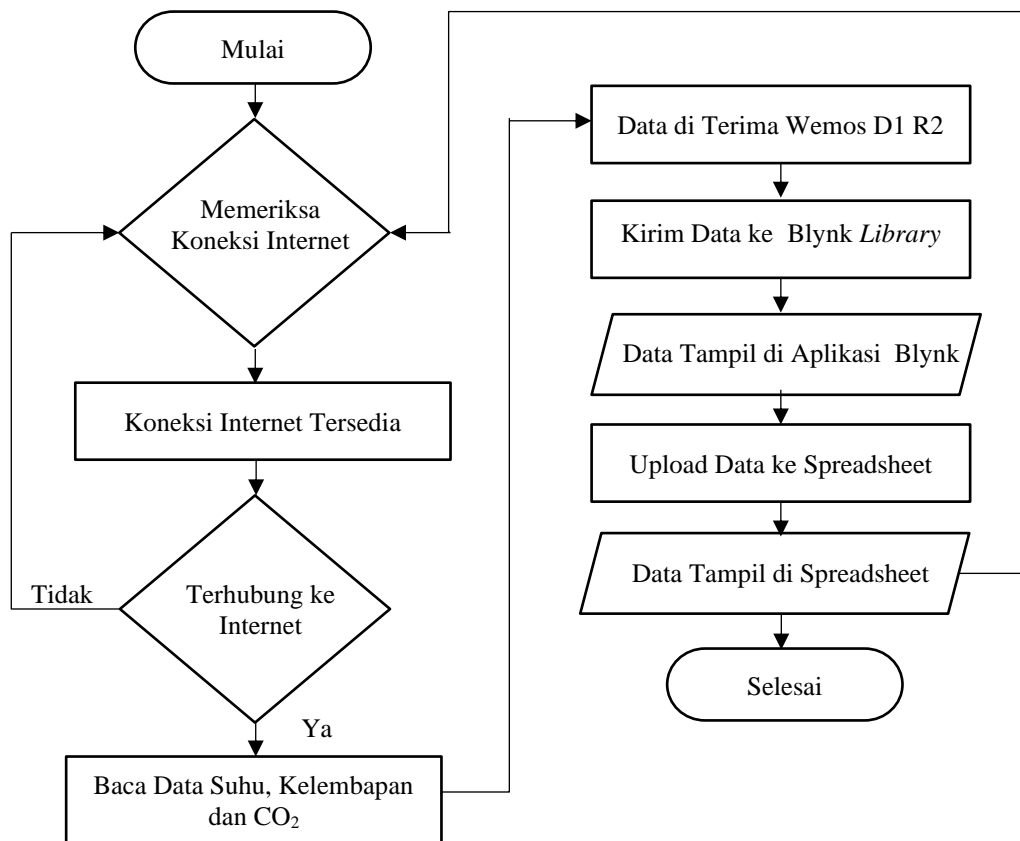
Proses perancangan terdiri dari beberapa tahap, meliputi membuat ruang sistem monitoring dan perakitan sistem. Perancangan sistem monitoring menggunakan kotak plastik hitam berukuran 15 cm x 9,5 cm x 5 cm sebanyak lima kotak. Pada masing-masing kotak terpasang sistem monitoring. Sistem monitoring tersebut terdiri dari mikrokontroler Wemos D1 R2, sensor DHT22, sensor api, dan sensor MQ-135. Alat monitoring akan di taruh di lima tempat yang berbeda dengan jarak 50-100 meter dengan konektivitas wifi. Perangkat akan di monitor melalui aplikasi Blynk pada *smartphone*. Rancangan alur sistem dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rancangan alur sistem

3.4.3. Rancangan Sistem Transmisi Data

Rancangan sistem ini menggunakan bahasa pemrograman Arduino. Pemrograman yang dibuat adalah pembacaan data sensor, koneksi ke Blynk dan pengiriman data ke Blynk, seperti terlihat pada diagram alir Gambar 12. Diagram alir pada perangkat lunak dimulai dari deteksi koneksi internet yang terhubung dengan server Blynk. Jika ada koneksi internet, sensor mulai mengirimkan data dan Wemos D1 R2 menerima data tersebut untuk diteruskan ke *server* Blynk. Setelah *server* pada Blynk terupdate data akan ditampilkan pada aplikasi Blynk di *smartphone* dan selanjutnya data akan dikirimkan ke *database*



Gambar 12. Diagram alir transmisi data

3.4.4. Rancangan Tampilan Blynk

Rancangan tampilan pada aplikasi Blynk yaitu berupa tampilan antarmuka atau *interface* yang bertujuan untuk memudahkan interaksi pengguna. Tampilan

tersebut didesain dengan menambahkan widget sesuai kebutuhan. Ada beberapa pilihan widget yang bisa dipakai dalam pembuatan project. Untuk monitoring gudang penyimpanan gula ini menggunakan widget *notification*, dan *labeled value* untuk menampilkan nilai suhu, kelembapan notifikasi adanya api dan nilai CO₂ yang terukur pada ruangan tersebut.

3.4.5. Rancangan Fungsional

Perancangan sistem monitoring berfungsi untuk memonitoring sebuah ruangan. Pada sistem tersebut terdapat sensor DHT22, sensor api dan sensor MQ-135. Sensor-sensor tersebut akan mengukur nilai suhu, nilai kelembapan, mendeteksi api dan mengukur nilai CO₂ ruangan. Nilai-nilai sensor tersebut dapat dilihat dan dimonitoring menggunakan aplikasi Blynk pada *smartphone*. Alat ini menggunakan beberapa komponen diantaranya Wemos D1 R2, sensor DHT22, sensor api dan sensor MQ-135.

a) Wemos D1 R2

Wemos D1 R2 adalah *board* mikrokontroler berbasis ESP8266- 12 sehingga memiliki kemampuan untuk terhubung dengan wifi. Wemos D1 R2 dirancang khusus untuk keperluan *Internet of Things* (IoT). Pada dasarnya sebuah *integrated circuit* (IC) mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih inti prosesor (CPU), memori (RAM dan ROM) serta perangkat *input* dan *output* yang dapat diprogram. Wemos D1 R2 memiliki 11 pin *input* dan *output* pin digital dan 1 pin ADC pin analog, *clock speed* 80 MHz/160 MHz, koneksi *micro USB to USB type A*, *power jack*, tombol *reset*, dan operasi daya 5 V.

b) Sensor DHT22

Sensor DHT22 merupakan komponen elektronika yang dapat mengidentifikasi suhu dan kelembapan ruangan relatif. Pada dasarnya sensor DHT22 menggunakan kapasitor dan *thermistor* untuk mengukur udara di sekitarnya. Sensor ini mempunyai keluaran berupa sinyal digital. Memiliki 3 pin yaitu pin data atau *output*, ground, dan VCC (5 V). Spesifikasi dari sensor DHT22 yaitu input tegangan 5 V, range pengukuran suhu (-40) sampai 80 °C (*resolution* 0.1°C

dan $error < \pm 0.5^{\circ}\text{C}$), range pengukuran kelembapan 0-100% RH (*resolution* 0.1%RH dan $error \pm 2\%RH$) waktu pembacaan 2 detik, dan ukuran 15.1mm x 25mm x 7.7mm.

c) Sensor Api

Sensor Api (*Flame Sensor*) adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi api atau radiasi. Sensor ini juga dapat mendeteksi sumber cahaya yang memiliki panjang gelombang antara 760 - 1100 nm. Infra merah merupakan warna dari cahaya tampak dengan panjang gelombang 700 nm sampai 1 mm. Sedangkan cahaya ultraviolet memancarkan cahaya dengan panjang gelombang sekitar 300-400 nm. Sensor ini bisa mendeteksi cahaya tampak, sinar infra merah dan sinar ultraviolet. Sensor api memiliki pin VCC (3,3 - 5V), GND (*Ground*), D0 (*Digital Output*) dan A0 (*Analog Output*).

d) Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 (*Air Quality Sensor*) adalah sensor yang dapat mengukur nilai kualitas udara seperti gas amonia (NH_3), natrium dioksida (NO_x), alkohol atau etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), benzena (C_6H_6), karbondioksida (CO_2), gas belerang atau sulfur hidroksida (H_2S) dan gas-gas lainnya di udara. Sensor MQ-135 berukuran 32mm x 22mm x 27mm, menggunakan IC LM393, bekerja pada tegangan DC 5V, dapat mengukur konsentrasi 10 - 10000 ppm. Sensor ini memiliki 1 pin analog *output* (AO), 1 pin digital *output* (DO), VCC dan GND.

3.5. Uji Kinerja Alat

Uji kinerja alat monitoring ini dilakukan dengan cara uji stabilitas, kecepatan respon sistem dan akurasi pengiriman data ketika alat dioperasikan menggunakan aplikasi Blynk.

3.5.1. Biaya Penggunaan Listrik

Biaya penggunaan listrik merupakan banyaknya daya listrik yang terpakai oleh alat. Perhitungan biaya listrik penting dilakukan agar tidak terjadi lonjakan biaya

pengeluaran. Cara menghitung daya listrik yaitu dengan cara melihat spesifikasi alat tegangan yang dibutuhkan dikali arus yang terpakai. Persamaan daya listrik dapat menggunakan persamaan (1) sedangkan untuk mengetahui biaya pengeluaran dapat menggunakan persamaan (2) (Kurniawan, 2012) :

$$P = V \times I \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{Biaya} = \text{kWh} \times \text{Waktu dalam jam} \times \text{Tarif listrik} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan :

P = Daya (Wh)

V = Tegangan (volt)

I = Arus Listrik (ampere)

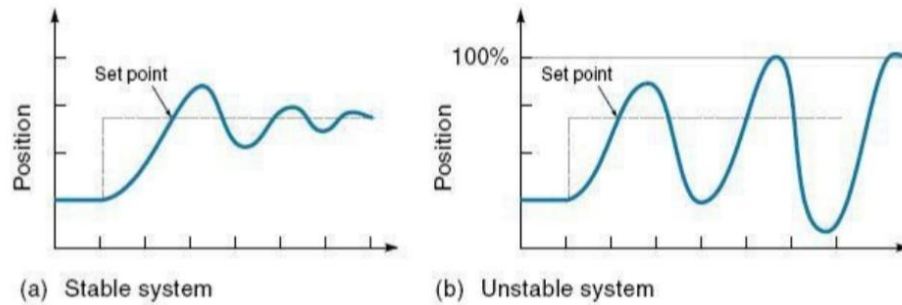
3.5.2. Biaya Penggunaan Kuota Aplikasi Blynk

Menggunakan aplikasi dalam waktu yang lama akan berpengaruh terhadap pemakaian kuota. Banyaknya kuota yang terpakai pada aplikasi Blynk bergantung pada berapa sering membuka aplikasi tersebut. Menurut Ardyanto (2020), banyaknya kuota terpakai sama dengan lama waktu menggunakan aplikasi. Maka dari itu perlu dilakukan pengujian besaran penggunaan kuota untuk sekali membuka aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali untuk masing-masing alat dengan lama waktu 1 - 5 menit. Sehingga jika dirata-ratakan akan diketahui berapa banyak kuota yang terpakai untuk membuka aplikasi selama 1 menit.

3.5.3. Stabilitas

Stabilitas pada sistem monitoring merupakan hal yang sangat penting dalam pembacaan sensor. Sistem monitoring yang stabil yaitu apabila variabel yang dikendalikan selalu berada ataupun mendekati nilai yang ditentukan. Sedangkan pada sistem yang tidak stabil dapat diakibatkan oleh kondisi tertentu, sehingga variabel yang dikendalikan bergeser dari nilai setpoint. Pergeseran variabel tersebut dapat berubah menjadi proses osilasi yang semakin membesar dan dapat

membuat sistem mencapai keadaan jenuh. Grafik kondisi stabil dan tidak stabil dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik sistem stabil dan tidak stabil

3.5.4. Reliabilitas Alat

Reliabilitas alat berkaitan dengan kestabilan alat dalam mengukur, sehingga alat ukur dapat diandalkan dan konsisten jika dilakukan pengukuran ulang. Menurut Sugiyono (2012), membagi nilai reliabilitas dengan interpretasi koefisien 0 sampai 1. Klasifikasi koefisien nilai r sebagai berikut :

Tabel 3. Klasifikasi koefisien nilai r

No	Koefisien r	Reliabilitas
1	0,00 - 0,199	Sangat Rendah
2	0,20 - 0,399	Rendah
3	0,40 - 0,599	Sedang
4	0,60 - 0,799	Tinggi
5	0,80 - 1,00	Sangat Tinggi

Persamaan reliabilitas yaitu sebagai berikut:

$$R = \left[\frac{n}{n-1} \right] \left[1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sum \sigma_t^2} \right] \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

R = Reliabilitas

n = Jumlah data

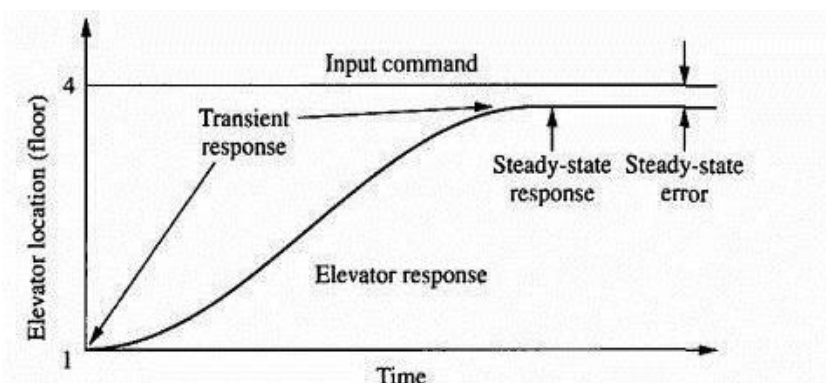
$\sum \sigma_i^2$ = Jumlah varian butir

$\sum \sigma_t^2$ = Jumlah varian total

Perhitungan uji reliabilitas diterima, jika hasil perhitungan r hitung $>$ r tabel 5%

3.5.5. Respon Sistem

Respon sistem dapat memberitahu perubahan perilaku terhadap kecepatan kinerja alat. Respon sistem menunjukkan perubahan kinerja alat dalam bentuk kurva karakteristik yang merupakan dasar untuk menganalisa karakteristik selain menggunakan persamaan matematik (Sepriyawan, 2018). Respon sistem terbagi menjadi dua, yakni respon *steady state* dan *transient*. Respon *transient* merupakan respon sistem yang digunakan untuk mengukur waktu ketika sistem baru pertama kali digunakan (pada titik 0) hingga mencapai *steady state*. Sedangkan respon *steady state* digunakan untuk mengukur waktu respon ketika sistem telah dalam keadaan stabil hingga waktu yang tak terhingga (Prasetyo, 2017). Gambar grafik respon sistem terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik respon sistem monitoring

3.5.6. Akurasi Pengiriman Data

Akurasi pengiriman data yaitu perbandingan nilai yang tampil pada aplikasi blynk dengan nilai data yang tampil pada google *spreadsheet*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai yang tampil pada kedua *interface* tersebut. Akurasi pengiriman data menunjukkan persamaan atau perbedaan nilai sensor. Akurasi pengiriman data dapat dilakukan dengan memasukkan nilai data yang tampil pada serial monitor dengan nilai data yang tampil pada google *spreadsheet*. Sehingga

dapat dilihat persamaan atau perbedaan akurasi pengiriman datanya. Perhitungan akurasi pengiriman data dapat menggunakan rumus RMSE (*Root Mean Square Error*). RMSE berkisar dari 0 hingga ∞ (tak terhingga), RMSE dapat berorientasi negatif dimana nilai yang lebih rendah menunjukkan nilai yang lebih baik. dimana semakin kecil (mendekati nol) nilai RMSE maka semakin akurat nilai prediksi (Walton, 2018). Akurasi pengiriman data dapat dilihat pada persamaan (4)

$$\text{RMSE} = \frac{\sqrt{\sum(x-y)^2}}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

x = nilai yang tampil pada aplikasi Blynk

y = Nilai yang tampil pada aplikasi Spreadsheet

n = jumlah data

3.6. Analisis Data

Pada penelitian ini data pengukuran suhu, kelembapan dan nilai CO₂ akan disimpan ke google *spreadsheet*. Data tersebut akan dimuat setiap 1 menit sekali. Pengukuran suhu, kelembapan dan nilai CO₂ dilakukan selama 7 hari berturut-turut. Hasil data biaya listrik, penggunaan kuota, stabilitas alat, kecepatan respon alat dan akurasi pengiriman data tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan deskriptif.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil rancangan berupa alat monitoring ruang yang dapat terhubung dengan internet sebanyak 5 alat. Alat monitoring ini memiliki komponen seperti sensor DHT22, sensor MQ-135 dan sensor api. Komponen diletakan dalam kotak hitam berukuran 15 cm x 9,5 cm x 5 cm. Masing-masing alat diletakan dalam ruangan di lima tempat dengan jarak 50-100 meter. Alat akan menampilkan data pembacaan sensor ke aplikasi Blynk dan menyimpannya ke *database* yaitu aplikasi Spreadsheet.
2. Hasil dari pengujian respon sistem alat monitoring ruang sebagai berikut:
 - a. Uji respon sistem alat 1 sampai 5 dari pertama alat dihidupkan sampai terhubung ke internet mendapatkan rata-rata kecepatan 5,92 detik.
 - b. Data uji respon sistem alat 1 sampai 5 dari terhubung ke internet sampai mengirimkan data ke aplikasi Blynk didapatkan rata-rata yaitu 2,36 detik.
3. Hasil dari pengujian akurasi pengiriman data pada alat monitoring ruang sebagai berikut:
 - a. Akurasi pengiriman alat 1 didapatkan RMSE suhu sebesar 0,0006, RMSE kelembapan sebesar 0 dan RMSE CO₂ sebesar 0,0092.
 - b. Akurasi pengiriman alat 2 didapatkan RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan sebesar 0 dan RMSE CO₂ sebesar 0,0092.
 - c. Akurasi pengiriman alat 3 didapatkan RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan sebesar 0,0061 dan RMSE CO₂ sebesar 0,0092.
 - d. Akurasi pengiriman alat 4 didapatkan RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan sebesar 0,0092 dan RMSE CO₂ sebesar 0,0030.

- e. Akurasi pengiriman alat 5 didapatkan RMSE suhu sebesar 0, RMSE kelembapan sebesar 0,0061 dan RMSE CO₂ sebesar 0,0030.
4. Biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan 1 alat selama 7 hari atau 168 jam untuk daya kWh 900 VA yaitu Rp 443,52.
5. Besar penggunaan kuota untuk sekali membuka aplikasi Blynk adalah 15,16 KB atau setara dengan Rp 0,0361 jika dirupiahkan berdasarkan provider Indosat.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Melakukan penelitian lanjutan di pabrik gula yang sebenarnya.
2. Menggunakan aplikasi lain selain aplikasi Blynk untuk penampil data sensor.
3. Menggunakan *cloud server database* yang lebih ringan selain Spreadsheet.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. F. (2021). *Pemanfaatan Sensor MQ-135 Sebagai Monitoring Kualitas Udara Pada Aula Gedung Fasilkom*. Jurnal Fakultas Ilmu Komputer, 81.
- Alaydrus, M. (2009). *Saluran Transmisi Telekomunikasi*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Alhalimi, S. (2013). *Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Lokasi Gudang Penyimpanan Pabrik Dengan Menggunakan Metode Brown-Gibson*. Studi Kasus : PT. Inti Kreasi.
- Amali, A. F. (2020). *Sistem Deteksi Kebakaran Berbasis Internet Of Things (Iot) Dengan Perangkat Arduino*. Jurnal Fakultas Teknologi Industri, 73.
- Ardyanto, F. (2020). *5 Penyebab Boros Kuota Internet, Ketahui Triknya Agar Hemat*. liputan6.com. <https://hot.liputan6.com/read/4321773/5-penyebab-boros-kuota-internet-ketahui-triknya-agar-hemat>.
- Arjani, I. A. M. S. (2011). *Kualitas Udara Dalam Ruang Kerja*. Skala Husada, 8(2), 178–183.
- Apriawan, D. C., Irham, & Mulyo, J. H. (2015). *Analisis Produksi Tebu dan Gula di PT. Perkebunan Nusantara Vii (Persero)*. Agro Ekonomi. (26): 2. *Agro Ekonomi*, (26): 2.
- Arivin, Z. (2017, Agustus 28). *Kebakaran di Pabrik Gula PTPN X Diduga Kuat Akibat Fermentasi dan Cuaca: Okezone News*. <https://news.okezone.com/>. <https://news.okezone.com/read/2017/08/28/519/1764655/kebakaran-di-pabrik-gula-ptpn-x-diduga-kuat-akibat-fermentasi-dan-cuaca>
- Artanto, D. (2009). *Merakit PLC dengan Mikrokontroler*. Eex Media Komputindo. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. (2021a). *Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribuan Hektar), 2018-2020*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/54/131/1/luas-tanaman-perkebunan-menurut-provinsi.html>

- Badan Pusat Statistik. (2021b). *Produksi Perkebunan Besar Menurut Jenis Tanaman (Ton), 2018-2020*. Badan Pusat Statistik.
<https://www.bps.go.id/indicator/54/94/1/produksi-perkebunan-besar-menurut-jenis-tanaman.html>
- BPOM. (2019). *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan makanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2019 Tentang Pedoman Teknis Cara Distribusi Obat dan Makanan yang Baik*. Jakarta: BPOM.
- Chitprasert, P., Chedchant, J., Wanchaitanawong, P., & Poovarodom, N. (2006). *Effects of Grain Size, Reducing Sugar Content, Temperature and Pressure on Caking of Raw Sugar*. 40, 141–147.
- Destriyani, L., Tamrin, & Kadir, M. Z. (2014). *Pengaruh Umur Simpan Air Tebu Terhadap Tingkat Kemanisan Tebu (Saccharum Oficinarum)*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung, 3, No. 2: 119-126.
- Deswar, F. A., & Pradana, R. (2021). *Monitoring Suhu pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Internet Of Things (Iot)*. Technologia: Jurnal Ilmiah, 12(1), 25.
<https://doi.org/10.31602/tji.v12i1.4178>
- Dewan Gula Indonesia. (2011). *Konsumsi Produksi dan Pemenuhan Gula dalam Negeri Indonesia Tahun 1990-2009*. DGI. Jakarta.
- Dwiyanti, M., Wardhani, R. N., & Zen, T. (2019). *Desain Sistem Pemantauan Kualitas Air pada Perikanan Budidaya Berbasis Internet Of Things Dan Pengujiannya*. MULTINETICS, 5(2), 1–5.
<https://doi.org/10.32722/multinetics.v5i2.2226>
- Hwang, Y. J., Wooi, C. L., Rohani, M. N. K., Mehranzamir, K., Arshad, S. N. M., & Ahmad, N. A. (2020). *Prototyping a RF signal-based lightning warning device using with Internet of Things (IOT) integration*. Journal of Physics: Conference Series, 1432, 012078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1432/1/012078>
- Juliasari, N., Hartanto, E. D., & Mulyati, S. (2016). *Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Mesin Pembentukan Embrio Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO*. Jurnal TICOM, 4(3), 109–113.
- Kanginan, M. (2000). *Fisika 2000 Untuk SMU Kelas 2*. Erlangga.
- Kumar, S. (2018). *Interfacing Flame Sensor with Arduino to Build a Fire Alarm System*. <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-flame-sensor-interfacing#:~:text=Flame>
- Kurniawan, F. (2012). *Wattmeter Digital Berbasis Mikrokontroler*. Jurnal Teknoin, Maret, 18(1), 13-25.

- Noviana, A. P. (2018). *Prototype Sistem Pendeteksi Kebakaran Gedung Menggunakan Metode IoT (Internet of Things) Berbasis Nodemcu*. Jurnal Fakultas Sains dan Teknologi.
- Prasetyo, B. D. (2017). *Rancang Bangun Sistem Kendali Otomatis pH Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Mikrokontroler*. Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Prihatmoko, D. (2018). *Perancangan Sistem Monitoring Perangkat Elektronik Rumah Menggunakan Internet*. *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 9(1), 279–286. <https://doi.org/10.24176/simet.v9i1.2041>
- Putra, A. T., & Risfendra, R. (2021). *Penggunaan Aplikasi Ubidots untuk Sistem Kontrol dan Monitoring pada Gudang Gula Berbasis Arduino UNO*. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 2(1), 40–48. <https://doi.org/10.24036/jtein.v2i1.120>
- Rianto, Y. (2020). *Mendekteksi Gerakan Kamera Menggunakan Wemos D1 R1 Berbasis Iot*. (100), pp. 1–28.
- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). *Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135*. *Ultima Computing*, XII, No 1, 6.
- Sai, K. B. K., Subbareddy, S. R., & Luhach, A. K. (2019). *IOT based Air Quality Monitoring System Using MQ135 and MQ7 with Machine Learning Analysis*. *Scalable Computing: Practice and Experience*, 20(4), 599–606. <https://doi.org/10.12694/scpe.v20i4.1561>
- Sepriyawan, A. (2018). *Perancangan dan Analisis Pengaruh Sistem Kendali Fuzzy Logic Terhadap Penggunaan Daya pada Sistem Robot Mobil Line Follower*. Skripsi Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Septama, H. D., Yulianti, T., Sulistyono, W. E., Yudamson, A., & Atmojo, R. S. T. (2018). *Smart Warehouse: Sistem Pemantauan dan Kontrol Otomatis Suhu serta Kelembapan Gudang*. 4.
- Silalahi, F. D., Dian, J., & Setiawan, N. D. (2021). *Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Monitoring Suhu dan Kelembapan Ruang Produksi Obat Non Steril Menggunakan Arduino Berbasis Web*. 13(2), 7.
- Sindua, C. D., Poekoel, V. C., & Manembu, P. D. K. (2020). *Monitoring dan Akuisisi Data Sistem Pertanian Pintar Berbasis Web*. 9, 12.

- Sofana, I. (2013). *Membangun Jaringan Komputer : Mudah membuat Jaringan Komputer (Wire & Wireless) untuk pengguna Windows dan Linux*. Bandung: Informatika.
- Sugiarto & Sitingjak. (2006). *Lisrel Edisi Pertama Cetakan Pertama*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Pendidikan Kuantitatif kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Suryabrata, S. (2004). *Metode Penelitian Kuantitatif*. PT Rajagrafindo Persada Stoner. Jakarta.
- Syahwil, M. (2017). *Panduan Mudah Simulasi & Praktek Mikrokontroler Arduino*. CV. Pustaka Setia. Bandung.
- Ugah, V. K., & Nnonyele, C. J. (2019). *A Wemos-D1-R2-Based Remote-Switching Module for Home Internet of Things Applications*. LGT-UNN.
- Wadhvani, S., Singh, U., Singh, P., & Dwivedi, S. (2018). *Smart Home Automation and Security System using Arduino and IOT*. 05(02), 4.
- Wardhana. (2006). *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi Hardware dan Aplikasi*. Andi. Yogyakarta.
- Walton, R. (2018). *Research Methodology MSC Course Validating Of Models*. URL <http://slideplayer.com/slide/12572574/> (accessed 7.27.22).
- Widodo, S., Amin, M. M., Sutrisman, A., & Putra, A. A. (2017). *Rancang Bangun Alat Monitoring Kadar Udara Bersih dan Gas Berbahaya CO, CO2, dan CH4 di Dalam Ruangan Berbasis Mikrokontroler*. Pseudocode, 4(2), 105–119. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.4.2.105-119>
- Wignjosoebroto, S. (2003). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Guna Widya. Surabaya.
- William, D. C. (1993). *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*. Erlangga. Jakarta.
- Yuliansyah, H. (2016). *Uji Kinerja Pengiriman Data Secara Wireless Menggunakan Modul ESP8266 Berbasis Rest Architecture*. 10(2), 10.