

**SMART GREENHOUSE COFFEE DRYER
DENGAN ALGORITMA FUZZY
PADA PLATFORM INTERNET OF THINGS**

SKRIPSI

Digunakan Sebagai Syarat Maju Ujian Diploma IV
Politeknik Negeri Malang

Oleh:

MUHAMMAD TAUFIK P.

NIM. 1741720107



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI MALANG
JULI 2021**



HALAMAN PENGESAHAN

SMART GREENHOUSE COFFEE DRYER DENGAN ALGORITMA FUZZY PADA PLATFORM IOT

Disusun oleh:

MUHAMMAD TAUFIK PRAYITNO

NIM. 1741720107

Skripsi ini telah diuji pada tanggal 29 Juli 2021

Disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama : Dodit Suprianto SKom. MT.
NIDN. 0716037502
2. Pembimbing Pendamping : Luqman Affandi, S.Kom., MMSI
NIP. 198211302014041001
3. Penguji Utama : Yuri Ariyanto, S.Kom., M.Kom.
NIP. 198007162010121002
4. Penguji Pendamping : Ade Ismail, S.Kom., M.TI
NIP. 199107042019031021

Mengetahui,



Ketua Jurusan
Teknologi Informasi

Rudy Ariyanto, S.T., M.CS.
NIP. 197111101999031002

Ketua Program Studi
Teknik Informatika

Imam Fahrur Rozi, ST., MT.
NIP. 198406102008121004

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa pada Skripsi ini tidak terdapat karya, baik seluruh maupun sebagian, yang sudah pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di Perguruan Tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini serta disebutkan dalam daftar sitasi/pustaka.

Malang, 21 Juni 2021

Muhammad Taufik P.

ABSTRAK

Prayitno M., Taufik. “Smart Greenhouse Coffee Dryer dengan Algoritma Fuzzy pada Platform Internet of Things”. **Pembimbing: (1) Dodit Suprianto, S.Kom., MT. (2) Luqman Affandi, S.Kom., MMSI.**

Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang, 2020.

Kopi merupakan komoditas andalan industri perkebunan di Indonesia yang berperan sebagai sumber pendapatan bagi petani kopi, sumber devisa negara, penghasil bahan baku industri, dan memberi kesempatan kerja melalui kegiatan pengolahan hingga perdagangan. Salah satu penyebab kurang kuatnya daya saing Indonesia di pasar Internasional adalah karena rendahnya kualitas biji kopi. Masalah tersebut terjadi karena petani tradisional masih menggunakan cara konvensional dalam proses pengeringan yaitu menjemur buah kopi di bawah sinar matahari dengan alas terpal sehingga terdapat beberapa buah kopi yang belum benar-benar kering sehingga memicu tumbuhnya jamur dan mikroorganisme yang merusak biji kopi.

Dari permasalahan tersebut maka pada penelitian ini dibuat sebuah Smart Greenhouse Coffee Dryer dengan memanfaatkan Platform Internet of Things agar dapat dimonitor dari jarak jauh secara real time sehingga memudahkan pembudidaya kopi dalam proses pengeringan. Data suhu dan kelembaban yang ada dalam greenhouse (rumah kaca) akan di analisa dengan algoritma fuzzy yang hasil outputnya digunakan aktuator (lampu dan kipas) untuk bekerja agar suhu dan kelembaban rumah kaca mencapai kondisi ideal pengeringan sehingga biji kopi mendapatkan kadar air 12,55% dalam waktu kurang dari 14 hari , data rata-rata suhu dan kelembaban perhari akan dicatat dan dihitung sesuai tanggal masuk buah kopi untuk mengetahui kapan buah kopi siap diambil untuk di proses pada tahap selanjutnya. Dalam sistem disematkan sebuah hitungan perkiraan hari berdasarkan kadar air yang harus dipantau oleh pengguna agar mengetahui kapan buah kopi siap untuk diambil. Dengan ini diharapkan pengeringan buah kopi menjadi optimal dan mendapatkan kadar air yang sesuai dengan SNI disertai dengan meningkatnya mutu dan harga jual dari biji kopi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Smart Greenhouse dapat dimonitoring secara remote melalui website. Algoritma fuzzy sugeno yang disematkan mampu menjaga kondisi Greenhouse tetap dalam suhu ideal pengeringan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Smart Greenhouse mampu menurunkan kadar air kopi sesuai dengan SNI dalam waktu 7,4 hari yang mana jauh lebih efektif dibandingkan metode pengeringan konvensional.

Kata Kunci : Internet of Things, Pengering biji kopi, Fuzzy Sugeno

ABSTRACT

Kartika P., Anggi. “Smart Greenhouse Coffee Dryer With Fuzzy Algorithm On Internet Of Things Platform”. **Counseling Lecturer: (1) Dodit Suprianto, S.Kom., MT. (2) Luqman Affandi, S.Kom., MMSI.**

Thesis, Informatics Management Study Program, Department of Information Technology, State Polytechnic of Malang, 2020.

Coffee is a major commodity of the Indonesian plantation industry. Coffee is a source of income for coffee producers, a source of foreign exchange, a producer of industrial raw materials, and offers employment opportunities through commercial processing activities. One of the reasons for Indonesia's lack of competitiveness in the international market is the low quality of coffee beans. This is because traditional farmers still use conventional methods for drying. The method used is to dry the coffee cherries in the sun with a tarpaulin so that there are some undried coffee cherries. The undried coffee cherries can trigger the growth of fungi and microorganisms that damage the quality of coffee beans.

Based on these problems, the researchers made a Smart Greenhouse dryer using the Internet of Things Platform. The Internet of Things is used to allow it to be monitored remotely in real-time, which facilitates the drying process for coffee farmers. Temperature and humidity data in the greenhouse will be analyzed using a fuzzy algorithm. The fuzzy output results are used by actuators to work so that the temperature and humidity of the greenhouse reach the ideal drying conditions. The ideal drying temperature enables coffee cherries to achieve a moisture content of 12.55% within 14 days. Data on average temperature and humidity per day will be recorded and calculated according to the date of entry of the coffee cherries to find out when the coffee cherries are ready to be taken for processing at the next stage. The system can also calculate estimated days based on moisture content, which the user must monitor to know when the coffee cherries are ready to be picked. With this, it is hoped that the drying of coffee cherries will be optimal and get the water content of the SNI standard to increase the quality and selling price of the coffee beans.

The results show that Smart Greenhouse can be controlled remotely via the website. The integrated Sugeno Fuzzy algorithm keeps the greenhouse at the ideal drying temperature. Test results show that Smart Greenhouse can reduce the water content of coffee cherries according to SNI within 7.4 days more efficiently than conventional drying methods.

Keywords: *Internet of Things, Coffee Beans Dryer, Fuzzy Sugeno*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT/Tuhan YME atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “SMART GREENHOUSE COFFEE DRYER DENGAN ALGORITMA FUZZY PADA PLATFORM INTERNET OF THINGS”. Skripsi ini penulis susun sebagai persyaratan untuk menyelesaikan studi program Diploma IV Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang.

Kami menyadari bahwasannya dengan tanpa adanya dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak, kegiatan laporan akhir ini tidak akan dapat berjalan baik. Untuk itu, kami ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Rudy Ariyanto, ST., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknologi Informasi
2. Bapak Imam Fahrur Rozi, ST., MT., selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Informatika
3. Bapak Dodit Suprianto, S.Kom., MT., selaku dosen pembimbing utama
4. Bapak Luqman Affandi, S.Kom., MMSI., selaku dosen pembimbing pendamping
5. Dan seluruh pihak yang telah membantu dan mendukung lancarnya pembuatan Laporan Akhir dari awal hingga akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan akhir ini, masih banyak terdapat kekurangan dan kelemahan yang dimiliki penulis baik itu sistematika penulisan maupun penggunaan bahasa. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari berbagai pihak yang bersifat membangun demi penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini berguna bagi pembaca secara umum dan penulis secara khusus. Akhir kata, penulis ucapkan banyak terima kasih.

Malang, 21 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

| | |
|---|----|
| BAB I. PENDAHULUAN | 14 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 14 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 16 |
| 1.3 Batasan Masalah | 16 |
| 1.4 Tujuan..... | 16 |
| 1.5 Manfaat | 16 |
| BAB II. LANDASAN TEORI | 18 |
| 2.1 Studi Literatur | 18 |
| 2.2 Dasar Teori | 19 |
| 2.2.1 Objek Penelitian | 19 |
| 2.2.2 Perangkat Keras | 21 |
| 2.2.3 Platform..... | 28 |
| 2.2.4 Metode..... | 30 |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN | 32 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 32 |
| 3.2 Teknik Pengumpulan Data | 32 |
| 3.2.1 Observasi..... | 32 |
| 3.2.2 Wawancara | 33 |
| 3.3 Teknik Pengolahan Data..... | 33 |
| 3.3.1 Menentukan Nilai Linguistik | 34 |
| 3.3.2 Fuzzyfikasi | 34 |
| 3.3.3 Pembentukan aturan fuzzy | 34 |
| 3.3.4 Inferensi Fuzzy..... | 34 |
| 3.3.5 Defuzzyfikasi | 34 |
| 3.4 Desain Sistem | 34 |
| 3.4.1 Analisis Kebutuhan Sistem dan Perangkat | 35 |
| 3.5 Rancangan Uji Coba Sistem | 36 |
| 3.5.1 Pengujian Perangkat Keras dan Perangkat Lunak | 36 |
| 3.5.2 Pengujian Metode Fuzzy Sugeno..... | 37 |
| 3.5.3 Pengujian Sistem Keseluruhan..... | 37 |
| 3.5.4 Pengujian Proses Pengeringan | 37 |
| BAB IV. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM..... | 38 |
| 4.1 Analisis Sistem | 38 |
| 4.1.1 Deskripsi Sistem | 38 |
| 4.1.2 Arsitektur Diagram..... | 39 |
| 4.1.3 Analisis Pengguna..... | 40 |
| 4.1.4 Kebutuhan Fungsional | 40 |

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 4.2 | Analisis Perhitungan Fuzzy Sugeno | 41 |
| 4.2.1 | Menentukan Nilai Linguistik | 41 |
| 4.2.2 | Fuzzyfikasi | 41 |
| 4.2.3 | Pembentukan basis pengetahuan fuzzy (fuzzy rule) | 43 |
| 4.2.4 | Inferensiasi | 44 |
| 4.2.5 | Defuzzyfikasi | 44 |
| 4.3 | Analisis dan Perancangan Antarmuka Pengguna | 44 |
| 4.3.1 | Halaman Dashboard | 44 |
| 4.3.2 | Halaman Coffee Management..... | 45 |
| 4.3.3 | Halaman Chart & Diagram | 45 |
| 4.3.4 | Halaman History | 46 |
| 4.3.5 | Halaman Manual Control..... | 46 |
| 4.4 | Analisis dan Perancangan Basis Data..... | 47 |
| BAB V. | IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN..... | 48 |
| 5.1 | Implementasi | 48 |
| 5.1.1 | Implementasi Perangkat Keras..... | 48 |
| 5.1.2 | Implementasi Database | 51 |
| 5.1.3 | Implementasi User Interface | 52 |
| 5.1.4 | Implementasi Kode Program..... | 54 |
| 5.1.5 | Implementasi Metode Fuzzy Sugeno | 69 |
| 5.2 | Pengujian | 74 |
| 5.2.1 | Pengujian Hardware | 75 |
| 5.2.2 | Pengujian Software | 76 |
| 5.2.3 | Pengujian Metode Fuzzy Sugeno..... | 79 |
| 5.2.4 | Pengujian Sistem terhadap Aktuator..... | 80 |
| 5.2.5 | Pengujian Sistem Keseluruhan..... | 81 |
| 5.2.6 | Pengujian Proses Pengeringan | 82 |
| BAB VI. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 84 |
| 6.1 | Pembahasan Hasil Pengujian Sensor Dht11 | 84 |
| 6.2 | Pembahasan Hasil Pengujian Insert Database | 84 |
| 6.3 | Pembahasan Hasil Pengujian Website Monitoring | 85 |
| 6.4 | Pembahasan Hasil Pengujian Metode Fuzzy Sugeno..... | 86 |
| 6.5 | Pembahasan Hasil Pengujian Fungsional | 86 |
| 6.5.1 | Pembacaan dan Pengiriman data sensor dari sistem kontrol. | 86 |
| 6.5.2 | Menampilkan data suhu dan kelembaban pada website monitoring secara realtime..... | 87 |
| 6.5.3 | Menampilkan kondisi status aktuator secara realtime. | 87 |
| 6.5.4 | Melakukan insert ke dalam database..... | 88 |
| 6.5.5 | Menampilkan fungsi prediksi proses pengeringan..... | 88 |
| 6.5.6 | Menyalakan aktuator secara manual. | 89 |
| 6.6 | Pembahasan Hasil Pengujian Proses Pengeringan | 89 |
| 6.7 | Pembahasan Analisis Implementasi Lingkungan Asli | 92 |
| 6.7.1 | Analisis Kebutuhan Perangkat Keras | 92 |
| 6.7.2 | Rancangan Smart Greenhouse | 93 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN | 95 |
| 7.1 Kesimpulan..... | 95 |
| 7.2 Saran | 95 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. 1 Pendapatan devisa kopi Indonesia pada tahun 2004 | 14 |
| Gambar 2. 1. Proses Pengolahan Kering Kopi..... | 20 |
| Gambar 2. 2 NodeMCU Esp8266 | 22 |
| Gambar 2. 3 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11..... | 24 |
| Gambar 2. 4 LCD I2C 16x2..... | 25 |
| Gambar 2. 5 Lampu Pijar Bulb 60w E27 Clear Philips | 26 |
| Gambar 2. 6 Fan DC 12 Volt | 26 |
| Gambar 2. 7 AC Light Dimmer Module..... | 27 |
| Gambar 2. 8 5V Single Channel Relay Module..... | 28 |
| Gambar 2. 9 Arsitektur <i>Internet of Things</i> | 29 |
| Gambar 2. 10 Ilustrasi kerja MQTT..... | 30 |
| Gambar 3. 1 Derajat keanggotaan suhu | 42 |
| Gambar 3. 2 Derajat keanggotaan kelembaban..... | 42 |
| Gambar 3. 3 Derajat keanggotaan lampu | 43 |
| Gambar 3. 4 Derajat keanggotaan kipas | 43 |
| Gambar 3. 5 Skema sistem Greenhouse..... | 34 |
| Gambar 3. 6 Diagram alur sistem | 35 |
| Gambar 4. 1 Arsitektur Sistem..... | 39 |
| Gambar 4. 2 Halaman Dashboard | 45 |
| Gambar 4. 3 Halaman Coffee Management..... | 45 |
| Gambar 4. 4 Halaman Chart & Diagram | 46 |
| Gambar 4. 5 Halaman History | 46 |
| Gambar 4. 6 Halaman Manual Control | 47 |
| Gambar 4. 7 Perancangan Basis Data | 47 |
| Gambar 5. 1 Prototype Greenhouse tampak luar | 48 |
| Gambar 5. 2 Prototype Greenhouse tampak dalam..... | 49 |
| Gambar 5. 3 Rangkaian Embedded Sistem..... | 49 |
| Gambar 5. 4 Project box tampak luar..... | 49 |
| Gambar 5. 5 Project box tampak dalam | 50 |
| Gambar 5. 6 Posisi lampu | 50 |
| Gambar 5. 7 Posisi kipas | 50 |
| Gambar 5. 8 Tabel sensor..... | 51 |
| Gambar 5. 9 Tabel kopi..... | 51 |
| Gambar 5. 10 Tabel data_daily | 52 |
| Gambar 5. 11 Tampilan menu dashboard | 52 |
| Gambar 5. 12 Menu Coffee Management..... | 53 |
| Gambar 5. 13 Menu Chart & Diagram | 53 |
| Gambar 5. 14 Menu History..... | 54 |
| Gambar 5. 15 Menu Manual Control | 54 |
| Gambar 5. 16 Himpunan keanggotaan suhu | 70 |
| Gambar 5. 17 Himpunan keanggotaan Kelembaban..... | 71 |
| Gambar 6. 1 Data dalam Database | 85 |
| Gambar 6. 2 Website Monitoring | 85 |
| Gambar 6. 3 Pembacaan dan pengiriman data sensor dari sistem kontrol..... | 87 |
| Gambar 6. 4 Menampilkan data suhu dan kelembaban pada website..... | 87 |

| | |
|--|----|
| Gambar 6. 5 Menampilkan data suhu dan kelembaban dalam bentuk chart..... | 87 |
| Gambar 6. 6 Menampilkan kondisi status aktuator secara realtime..... | 88 |
| Gambar 6. 7 Melakukan insert ke dalam database..... | 88 |
| Gambar 6. 8 Menampilkan fungsi prediksi proses pengeringan..... | 88 |
| Gambar 6. 9 Menyalakan aktuator secara | 89 |
| Gambar 6. 10 Gambaran Implementasi Smart Greenhouse..... | 93 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Spesifikasi NodeMCU Esp8266 | 23 |
| Tabel 2. 2 Spesifikasi sensor DHT11 | 24 |
| Tabel 3. 1 Spesifikasi Perangkat Lunak | 35 |
| Tabel 3. 2 Spesifikasi Perangkat Keras | 36 |
| Tabel 3. 3 Nilai Linguistik | 41 |
| Tabel 3. 4 Tabel Aturan Fuzzy | 44 |
| Tabel 4. 1 Analisa Pengguna | 40 |
| Tabel 4. 2 Kebutuhan Fungsional | 41 |
| Tabel 5. 1 Kode program koneksi MQTT dari Mikrokontroler | 55 |
| Tabel 5. 2 Kode Program Pembacaan dan Publish data Sensor | 57 |
| Tabel 5. 3 Kode Program Perhitungan Fuzzy | 58 |
| Tabel 5. 4 Kode Program koneksi MQTT dari sisi Website | 65 |
| Tabel 5. 5 Kode Program Insert Database | 68 |
| Tabel 5. 6 Himpunan Keanggotaan Suhu | 69 |
| Tabel 5. 7 Himpunan Keanggotaan Kelembaban | 70 |
| Tabel 5. 8 Basis aturan Fuzzy | 72 |
| Tabel 5. 9 Pengujian Sensor Dht11 | 75 |
| Tabel 5. 10 Pengujian Modul Relay | 75 |
| Tabel 5. 11 Pengujian Modul AC Light Dimmer | 76 |
| Tabel 5. 12 Pengujian Protokol pada NodeMCU | 76 |
| Tabel 5. 13 Pengujian Protokol Pada Website | 77 |
| Tabel 5. 14 Pengujian Insert Database | 78 |
| Tabel 5. 15 Pengujian Website Monitoring | 79 |
| Tabel 5. 16 Pengujian Metode Fuzzy Sugeno | 79 |
| Tabel 5. 17 Pengujian Sistem Terhadap Aktuator | 80 |
| Tabel 5. 18 Pengujian Fungsional | 82 |
| Tabel 5. 19 Pengujian Proses Pengeringan | 83 |
| Tabel 6. 1 Pembahasan Hasil Pengujian sensor DHT11 | 84 |
| Tabel 6. 2 Tabel Hasil Pengujian Metode Fuzzy | 86 |
| Tabel 6. 3 Hasil pengamatan proses pengeringan | 90 |
| Tabel 6. 4 Analisis kebutuhan perangkat keras lingkungan asli | 92 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Listing Program