

**SISTEM MONITORING KUMBUNG JAMUR TIRAM OTOMATIS BERBASIS IoT
(Internet of Things) MENGGUNAKAN METODE K-NEAREST NEIGHBOUR**

Anderias Eko Wijaya^{1*}, Dicky Iskandar Sobari^{1*}, Haris Munandar^{2#}
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Mandiri^{1*}
Program Studi Sistem Informasi, Fakultas Teknik Universitas Mandiri^{1*}
Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik Universitas Mandiri^{2#}
Jl. Marsinu No. 5 - Subang, Tlp. 0206-417853 Fax. 0206-411873
E-mail: ekowjy09@gmail.com^{1*}, dickyIsdar@gmail.com^{1*}, MunandarHr@gmail.com^{2#}

ABSTRAKSI

Dalam menghadapi meningkatnya permintaan pasar untuk jamur tiram, pemantauan yang efektif terhadap lingkungan pertumbuhan menjadi krusial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring kumbung jamur tiram otomatis berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan perangkat keras Wemos D1 R1, sensor suhu DHT22, sensor suhu LM35, dan metode K-Nearest Neighbour (KNN) untuk analisis data. Platform IoT yang digunakan dalam penelitian ini adalah Antares. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu dan kelembaban dalam kumbung jamur secara real-time. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara secara bersamaan, sedangkan sensor LM35 mengukur suhu tanah tempat tumbuhnya jamur tiram. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor ini dikirimkan secara otomatis ke platform Antares melalui Wemos D1 R1 menggunakan koneksi WiFi. Metode K-Nearest Neighbour (KNN) digunakan untuk menganalisis data suhu dan kelembaban yang terkumpul. KNN memberikan kemampuan untuk mengidentifikasi pola dan tren pertumbuhan jamur tiram berdasarkan kondisi lingkungan. Hasil analisis ini memberikan informasi yang berharga bagi petani jamur tiram untuk mengoptimalkan kondisi pertumbuhan dan meningkatkan hasil panen. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam budidaya jamur tiram. Sistem monitoring otomatis berbasis IoT ini memberikan solusi yang efektif dan praktis untuk memantau kondisi lingkungan pertumbuhan jamur tiram secara real-time, memberikan peluang bagi petani untuk mengambil tindakan yang cepat dan tepat demi meningkatkan hasil panen mereka.

Kata kunci: *Internet of Things, Jamur Tiram, K-Nearest Neighbour (KNN)*.

ABSTRACT

In response to the growing market demand for oyster mushrooms, effective monitoring of the growth environment becomes crucial. This research aims to develop an automated Internet of Things (IoT)-based monitoring system for oyster mushroom cultivation, utilizing Wemos D1 R1 hardware, DHT22 temperature and humidity sensor, LM35 temperature sensor, and the K-Nearest Neighbour (KNN) method for data analysis. The IoT platform employed in this study is Antares. The system is designed to monitor real-time temperature and humidity within the mushroom cultivation chamber. The DHT22 sensor is employed for simultaneous measurement of air temperature and humidity, while the LM35 sensor gauges the soil temperature in the mushroom growth substrate. Data collected by these sensors are automatically transmitted to the Antares platform through Wemos D1 R1 via WiFi connectivity. The K-Nearest Neighbour (KNN) method is applied to analyze the accumulated temperature and humidity data. KNN provides the capability to identify patterns and trends in oyster mushroom growth based on environmental conditions. The results of this analysis offer valuable insights for oyster mushroom farmers to optimize growth conditions and enhance harvest yields. Through the implementation of this system, it is anticipated that efficiency and productivity in oyster mushroom cultivation will be improved. This IoT-based automated monitoring system provides an effective and practical solution for real-time monitoring of oyster mushroom growth conditions, offering farmers the opportunity to take prompt and informed actions to enhance their harvest yields.

Keywords: *Internet of Things, Jamur Tiram, K-Nearest Neighbour (KNN)*.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Budidaya jamur tiram (*Pleurotus* spp.) mengalami peningkatan permintaan yang signifikan karena kandungan gizi dan fleksibilitasnya dalam kuliner. Seiring terus berkembangnya pasar untuk jamur ini, terdapat kebutuhan yang semakin meningkat untuk teknologi pertanian yang lebih canggih guna mengoptimalkan proses budidaya. Salah satu faktor kritis yang memengaruhi kesuksesan budidaya jamur tiram adalah kontrol dan pemantauan kondisi lingkungan di dalam kumbung pertumbuhannya.

Metode budidaya tradisional sering mengandalkan observasi dan intervensi manual, yang dapat memakan banyak tenaga kerja dan rentan terhadap kesalahan manusia. Untuk mengatasi tantangan ini, integrasi teknologi modern seperti *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang menjanjikan. Penggunaan IoT dalam pertanian memungkinkan pemantauan real-time dan pengambilan keputusan berbasis data, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi, pemanfaatan sumber daya, dan pada akhirnya, hasil panen yang lebih baik.

Pemilihan parameter lingkungan yang tepat, seperti suhu dan kelembaban, sangat penting dalam budidaya jamur tiram yang sukses. Fluktuasi pada faktor-faktor ini dapat berdampak signifikan pada pertumbuhan, perkembangan, dan hasil jamur. Oleh karena itu, pengembangan sistem pemantauan otomatis menjadi suatu keharusan untuk memastikan kondisi pertumbuhan optimal dan memaksimalkan potensi proses budidaya.

Penelitian ini bertujuan untuk menjembatani kesenjangan antara praktik budidaya tradisional dan teknologi mutakhir dengan mengusulkan sistem pemantauan IoT yang komprehensif untuk budidaya jamur tiram. Dengan mengintegrasikan perangkat keras *Wemos D1 R1*, sensor *DHT22* dan *LM35*, serta menerapkan metode *K-Nearest Neighbour* (KNN) untuk analisis data, penelitian ini bertujuan memberikan petani alat yang handal untuk memantau dan mengelola kondisi lingkungan, yang pada akhirnya dapat mendukung industri budidaya jamur tiram menjadi lebih berkelanjutan dan produktif.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi dalam penelitian ini, antara lain:

1. Keterbatasan Pemantauan Manual:
Masalah: Praktik pemantauan manual pada budidaya jamur tiram cenderung keterbatasan dalam akurasi dan konsistensi.
Implikasi: Kesalahan pengukuran dan ketidakmampuan untuk mendeteksi perubahan kondisi secara real-time dapat menghambat pertumbuhan dan hasil panen.
2. Kurangnya Kontrol Lingkungan:
Masalah: Kurangnya kontrol yang efektif terhadap suhu udara dan tanah di dalam kumbung jamur.
Implikasi: Variabilitas suhu dan kelembaban dapat mengakibatkan pertumbuhan jamur yang tidak konsisten, mengurangi kualitas dan kuantitas hasil panen.
3. Tidak Tepat Waktu dalam Pengambilan Keputusan:
Masalah: Keterlambatan dalam mendapatkan informasi mengenai kondisi lingkungan.
Implikasi: Keputusan yang diambil berdasarkan data yang tidak tepat waktu dapat menyebabkan penurunan efisiensi dan produktivitas.
4. Ketergantungan pada Intervensi Manusia:
Masalah: Budidaya yang terlalu mengandalkan intervensi manusia dapat memakan waktu dan tenaga.
Implikasi: Efisiensi produksi dapat terhambat, dan keberlanjutan operasional menjadi lebih rentan terhadap faktor manusia.
5. Kesulitan Menganalisis Pola Pertumbuhan:
Masalah: Keterbatasan dalam menganalisis data untuk mengidentifikasi pola dan tren pertumbuhan jamur.
Implikasi: Kesulitan dalam membuat keputusan strategis untuk optimalisasi kondisi pertumbuhan.
6. Kurangnya Integrasi Teknologi:

Masalah: Keterbatasan integrasi teknologi dalam budidaya jamur tiram.

Implikasi: Potensi untuk memanfaatkan keuntungan teknologi IoT dalam meningkatkan efisiensi dan hasil panen tidak sepenuhnya dieksplorasi.

Pengidentifikasian masalah ini menjadi landasan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring otomatis berbasis IoT, dengan harapan dapat mengatasi hambatan-hambatan tersebut dan meningkatkan keseluruhan kinerja dalam budidaya jamur tiram.

1.3 Tujuan

Tujuan adalah pemanfaatan teknologi dalam memonitoring kumbung jamur tiram, tujuan penelitian meliputi:

1. **Automatisasi Pemantauan Lingkungan:**
Mengembangkan sistem otomatisasi pemantauan lingkungan kumbung jamur tiram untuk memperoleh data suhu dan kelembaban secara real-time.
2. **Optimalisasi Kontrol Suhu dan Kelembaban:**
Menyelidiki penggunaan sensor DHT22 dan LM35 untuk mengukur dan mengoptimalkan suhu dan kelembaban udara serta tanah dalam kumbung jamur.
3. **Penyediaan Informasi Real-time:**
Memastikan informasi mengenai kondisi lingkungan kumbung jamur tersedia secara real-time, memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat.
4. **Reduksi Ketergantungan pada Intervensi Manusia:**
Mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia dengan mengotomatiskan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan.
5. **Analisis Data yang Akurat:**
Menerapkan metode K-Nearest Neighbour (KNN) untuk menganalisis data suhu dan kelembaban, sehingga dapat mengidentifikasi pola pertumbuhan jamur tiram dengan lebih akurat.
6. **Peningkatan Efisiensi Produksi:**
Meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam budidaya jamur tiram melalui kontrol yang lebih baik terhadap faktor lingkungan.
7. **Pengembangan Model Pertumbuhan:**
Membangun model pertumbuhan jamur tiram berdasarkan data yang dikumpulkan, sehingga dapat memberikan rekomendasi untuk meningkatkan hasil panen.
8. **Pengembangan Keselamatan Hasil Panen:**
Menjamin kualitas dan keselamatan hasil panen jamur tiram dengan memonitor kondisi lingkungan yang optimal.
9. **Integrasi Penuh Teknologi IoT:**
Meningkatkan integrasi teknologi IoT dalam budidaya jamur tiram untuk memanfaatkan potensi penuhnya dalam mendukung keberlanjutan operasional.

Dengan mencapai tujuan-tujuan ini, diharapkan bahwa sistem monitoring otomatis berbasis IoT dapat memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan budidaya jamur tiram.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini meliputi sebagai berikut:

1. **Peningkatan Produktivitas:**
Implementasi sistem monitoring otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan produktivitas budidaya jamur tiram dengan memberikan kontrol yang lebih baik terhadap faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan.
2. **Efisiensi Pengelolaan Sumber Daya:**

- Dengan pemantauan yang otomatis, pemakaian sumber daya seperti air dan energi dapat dioptimalkan, menghasilkan budidaya yang lebih efisien dan berkelanjutan.
3. **Kualitas dan Keselamatan Hasil Panen:**
Pemantauan yang lebih baik terhadap suhu dan kelembaban dapat meningkatkan kualitas dan keselamatan hasil panen jamur tiram, mengurangi risiko kontaminasi dan kerusakan.
 4. **Pengambilan Keputusan yang Cepat:**
Informasi real-time yang diperoleh dari sistem monitoring memungkinkan petani untuk mengambil keputusan dengan cepat dan tepat, menghindari potensi kerugian akibat kondisi lingkungan yang tidak optimal.
 5. **Reduksi Ketergantungan pada Tenaga Manusia:**
Otomatisasi pemantauan mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia, mengurangi beban kerja petani dan meningkatkan efisiensi operasional.
 6. **Optimalisasi Biaya Produksi:**
Dengan kontrol yang lebih baik terhadap faktor lingkungan, biaya produksi dapat dioptimalkan, meningkatkan profitabilitas bagi para petani.
 7. **Pengembangan Keilmuan:**
Penelitian ini dapat menjadi sumbangan terhadap pengembangan ilmu pertanian berbasis teknologi, khususnya dalam penerapan IoT untuk budidaya tanaman.
 8. **Pengurangan Risiko Kegagalan Panen:**
Dengan pemantauan yang cermat terhadap kondisi lingkungan, risiko kegagalan panen akibat perubahan suhu atau kelembaban yang tiba-tiba dapat diminimalkan.
 9. **Penurunan Dampak Lingkungan:**
Pemantauan dan kontrol yang lebih baik dapat membantu mengurangi dampak lingkungan yang mungkin timbul dari penggunaan sumber daya secara berlebihan atau tidak efisien.
 10. **Peningkatan Daya Saing Pasar:**
Petani yang mengadopsi teknologi ini dapat memperoleh keunggulan daya saing di pasar, karena dapat menawarkan hasil panen yang lebih konsisten dan berkualitas.

1.5 Metodologi Penelitian

Langkah-langkah atau metodologi penelitian antara lain:

1. **Studi Literatur:**
Melakukan tinjauan literatur untuk memahami konsep dasar budidaya jamur tiram, teknologi Internet of Things (IoT), sensor suhu (DHT22 dan LM35), Wemos D1 R1, dan metode K-Nearest Neighbour (KNN).
2. **Identifikasi Kebutuhan Sistem:**
Menentukan kebutuhan sistem berdasarkan literatur dan kajian lapangan, termasuk parameter lingkungan yang perlu dipantau dan kendali yang diperlukan.
3. **Desain Sistem:**
Merancang sistem monitoring berbasis IoT dengan memilih dan menyesuaikan perangkat keras (Wemos D1 R1) dan sensor (DHT22, LM35) serta merancang antarmuka koneksi ke platform Antares.
4. **Pengembangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak:**
Mengimplementasikan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan, termasuk pemrograman Wemos D1 R1, integrasi sensor suhu, dan pengaturan koneksi ke platform Antares.
5. **Uji Coba Prototipe:**
Melakukan uji coba prototipe di lingkungan simulasi untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi dengan baik sebelum penerapan di lapangan.

6. Penerapan di Lapangan:
Memasang sistem monitoring IoT di kumbung jamur tiram yang sesungguhnya, memastikan integrasi yang baik dengan lingkungan budidaya.
7. Pengumpulan Data:
Mengumpulkan data suhu dan kelembaban yang dihasilkan oleh sensor-sensor secara berkala selama periode pertumbuhan jamur tiram.
8. Analisis Data:
Menganalisis data yang terkumpul menggunakan metode K-Nearest Neighbour (KNN) untuk mengidentifikasi pola dan tren pertumbuhan jamur tiram berdasarkan kondisi lingkungan.
9. Evaluasi Sistem:
Melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem secara keseluruhan, termasuk keakuratan pemantauan, kinerja perangkat keras, dan efektivitas metode KNN dalam analisis data.
10. Perbaikan dan Peningkatan:
Memperbaiki dan meningkatkan sistem berdasarkan temuan dari evaluasi, apabila diperlukan, untuk memastikan kinerja yang optimal.
11. Penyusunan Laporan:
Menyusun laporan penelitian yang mencakup semua aspek metodologi, temuan, dan rekomendasi untuk pengembangan selanjutnya.

Dengan mengikuti metodologi ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan sistem monitoring otomatis berbasis IoT untuk budidaya jamur tiram.

2. Landasan Teori

2.1 Budidaya Jamur

Budidaya jamur memerlukan perhatian khusus terhadap kondisi lingkungan, khususnya suhu dan kelembapan di dalam rumah jamur. Dalam rangka meningkatkan efisiensi dan hasil panen, penelitian ini memanfaatkan sensor DHT22 untuk memonitor suhu dan kelembapan di lingkungan budidaya. Data yang diperoleh dari sensor tersebut kemudian diolah oleh mikrokontroler Wemos D1, dan hasilnya dikirimkan melalui platform Antares. Dengan sistem monitoring ini, diharapkan petani dapat dengan mudah memantau dan mengontrol kondisi lingkungan secara real-time, mendukung pertumbuhan optimal dan hasil panen yang lebih baik dalam budidaya jamur. Buku oleh Paul Stamets [1] menyoroti pentingnya pengendalian faktor lingkungan, seperti suhu dan kelembapan, dalam budidaya jamur tiram. Stamets menekankan bahwa pemeliharaan kondisi lingkungan yang tepat adalah kunci untuk pertumbuhan yang konsisten dan hasil panen yang maksimal [2]. Penelitian terkait monitoring dan kontrol jamur tiram [3], sistem ini menerapkan pembudidayaan jamur tiram melalui koneksi internet dari perangkat Raspberry Pi dengan mengirim data monitoring dan status pengontrolan berdasarkan kondisi lingkungan. Hasil data yang diolah Raspberry Pi tersebut selanjutnya akan dikirim ke server untuk di simpan datanya dan ditampilkan menjadi sistem informasi monitoring berupa web server.

Jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) dapat ditemukan di lingkungan hutan, pegunungan, atau daerah alam terbuka yang memiliki suhu sejuk, tumbuh sebagai saprofit pada permukaan batang pohon yang telah membusuk [4]. Menurut penelitian oleh Saparindo, Cahyo, dan Sunarmi [5], jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) mengandung nutrisi yang signifikan dan bermanfaat bagi kesehatan manusia. Lebih lanjut dijelaskan bahwa selain memiliki cita rasa yang enak, jamur tiram putih juga diyakini memiliki manfaat sebagai obat untuk berbagai penyakit, termasuk liver, diabetes, anemia, serta sebagai antiviral dan anti-kanker. Jamur ini juga diketahui dapat menurunkan kadar kolesterol, meningkatkan daya tahan tubuh terhadap serangan polio dan influenza, serta membantu mengatasi kekurangan gizi. Pada sisi lain, jamur tiram juga dianggap membantu dalam proses penurunan berat badan karena kandungan serat tingginya yang mendukung pencernaan [6].

Menurut penelitian yang dilakukan di Departemen Sains Kementerian Industri Thailand, jamur tiram putih mengandung berbagai zat penting seperti protein (10,5-30,4%), karbohidrat 50,59%, serat 1,56%, lemak 0,17%, dan abu 1,14%. Dalam setiap 100 gram jamur tiram segar juga terdapat

45,65 kalori, serta kandungan kalsium sebanyak 8,9 mg, besi 1,9 mg, fosfor 17,0 mg, Vitamin B1 0,15 mg, Vitamin B2 0,75 mg, dan Vitamin C 12,40 mg [6].

Meskipun pengetahuan dan minat masyarakat terhadap konsumsi jamur tiram putih terus meningkat (20-25% per tahun), permintaan yang meningkat tersebut belum dapat dipenuhi oleh pelaku usaha jamur di Indonesia (Masyarakat Agribisnis Jamur Indonesia, 2012). Namun, Sito [7] mengindikasikan bahwa pasar domestik untuk jamur tiram putih masih sangat potensial, mengingat populasi penduduk Indonesia yang besar dan pertumbuhan industri pengolahan, pariwisata, perhotelan, restoran, dan rumah makan. Oleh karena itu, informasi terkait prospek pengembangan usaha jamur tiram putih sangat penting untuk memberikan motivasi kepada pelaku usaha agar dapat mengoptimalkan potensi pasar, baik di dalam negeri maupun ekspor.

2.2 K-Nearest Neighbour (K-NN)

K-NN pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1950an [8]. K-NN adalah algoritma klasifikasi yang mengkategorikan data baru berdasarkan kedekatannya [9]. Cara kerja K-NN melibatkan pencarian jarak terdekat antara data uji dan k tetangga terdekat dari data latih [10][11]. Pengukuran kedekatan ini umumnya menggunakan fungsi jarak, di mana Euclidean distance adalah salah satu fungsi yang umum digunakan [12][13]. K-NN memiliki kelebihan, seperti sederhana dan hasilnya mudah dijelaskan [14], serta mudah dimengerti untuk klasifikasi dan [15]. K-NN menjadi salah satu metode yang populer dan sederhana [16], terutama dalam teknik klasifikasi pola [17][18] menyatakan bahwa K-NN efektif dalam pengenalan pola dan memiliki konsep sederhana yang memudahkan aplikasinya.

Meskipun K-NN merupakan metode tertua dan paling sederhana dalam klasifikasi pola [19], namun memiliki kelemahan. Hasil klasifikasinya sangat dipengaruhi oleh skala input data dan fungsi pengukuran jarak Euclidean, yang memperlakukan atribut data secara sama, tidak selalu sesuai dengan relevansi masing-masing atribut data, menyebabkan penurunan hasil klasifikasi [20]. Kekurangan utama K-NN terletak pada sensitivitas terhadap skala input data dan pengukuran atribut [21]. Ada dua kelemahan utama, yakni 1) ketergantungan pada skala awal atribut data dan 2) pengukuran fungsi jarak Euclidean yang tidak mempertimbangkan relevansi masing-masing atribut data. Pengukuran kesamaan menggunakan fungsi jarak Euclidean dapat menjadi sensitif terhadap rentang variabel masukan, dan normalisasi sering kali diperlukan [13].

Normalisasi adalah tahap pre-processing yang bermanfaat untuk mencegah perbedaan besar dalam rentang atribut[9][22]. Ada beberapa metode normalisasi yang dapat digunakan, salah satunya adalah metode MinMax. MinMax adalah metode normalisasi sederhana di mana data baru dihasilkan dengan mengurangi nilai data terkecil dan membaginya dengan selisih antara nilai data terbesar dan terkecil. Penerapan normalisasi MinMax dapat meningkatkan kinerja algoritma Neural Network (NN) [23], serta meningkatkan kinerja algoritma Artificial Neural Network (ANN) [24] pada prediksi area daun.

Setelah normalisasi, data diklasifikasikan menggunakan metode K-NN dengan Euclidean distance sebagai fungsi pengukuran jarak. Namun, Euclidean distance sering kali dianggap kurang sesuai dengan keadaan sebenarnya karena memperlakukan semua atribut data secara sama [25]. Siminski [26] mencatat bahwa setiap atribut tidak selalu memberikan kontribusi yang sama terhadap kinerja algoritma, dan dengan memberikan bobot pada atribut, kinerja algoritma dapat ditingkatkan. Jiang et al. [8] menyarankan penggunaan pembobotan atribut sebagai solusi untuk meningkatkan akurasi pengukuran jarak antar data pada Euclidean distance.

KNN merupakan sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap obyek baru berdasarkan (K) tetangga terdekatnya. KNN termasuk algoritma supervised learning, dimana hasil dari query instance yang baru, diklasifikasikan berdasarkan mayoritas dari kategori pada KNN. Kelas yang paling banyak muncul yang akan menjadi kelas hasil klasifikasi.[27]

Secara umum untuk mendefinisikan jarak antara dua objek x dan y, digunakan rumus jarak Euclidean pada persamaan 2.1.

$$dyx=\sqrt{\sum(x1-y1)2nf=1(2.1)}$$

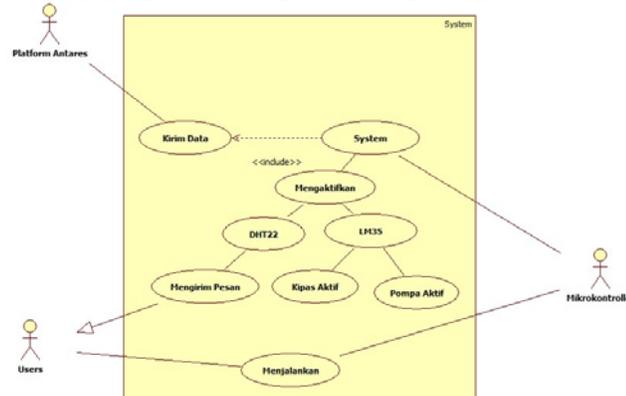
Keterangan :

Dyx = Jarak Euclidean
 X1 = Data Uji
 Y1 = Data Latih

3. Analisa

3.1 UML Diagram

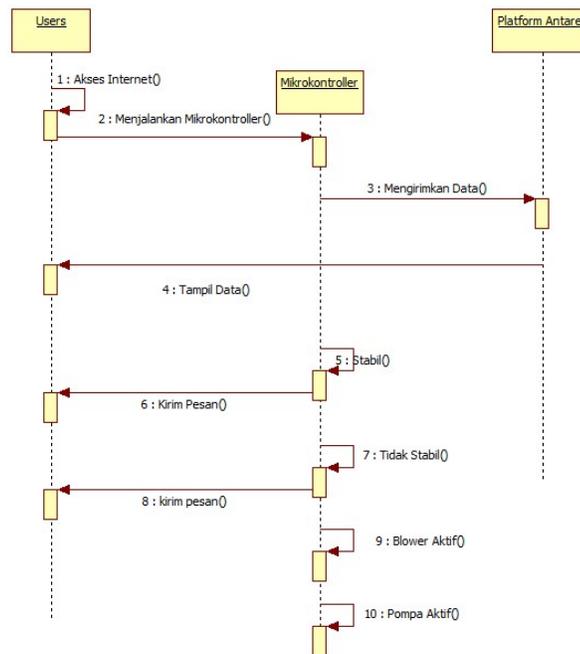
Diagram *use case* mendeskripsikan sebuah interaksi antara satu atau lebih *actor* dengan sistem yang akan dibuat. Diagram *use case* digunakan untuk mengetahui fungsi apa saja yang ada dalam sebuah sistem dan siapa saja yang berhak menggunakan fungsi-fungsi tersebut.



Gambar 3.1 Use Case Diagram

Sequence Diagram adalah suatu diagram yang menggambarkan interaksi antar obyek dan mengindikasikan komunikasi diantara obyek-obyek tersebut. Diagram ini juga menunjukkan serangkaian pesan yang dipertukarkan oleh obyek-obyek yang melakukan suatu tugas atau aksi tertentu.

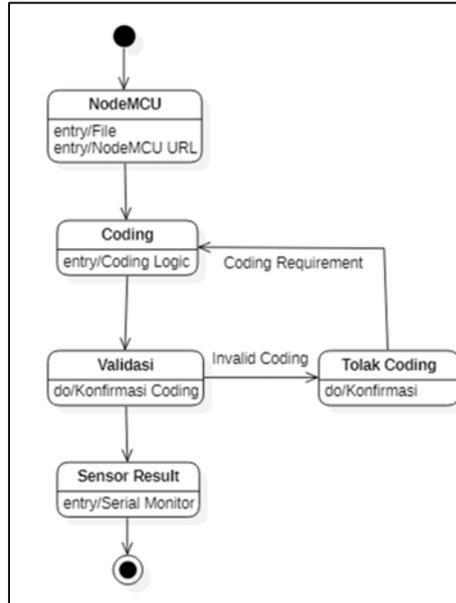
1. Sequence Diagram Arduino



Gambar 3.2 Sequence Diagram Arduino

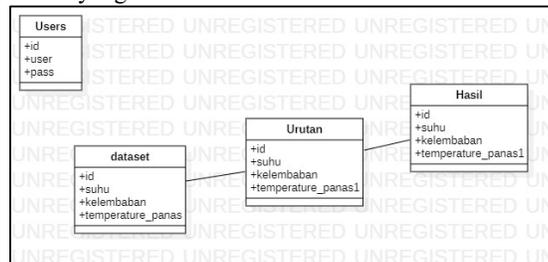
State diagram adalah teknik yang umum digunakan untuk menggambarkan behaviour sebuah sistem. Hal ini digunakan untuk membantu analis, perancang dan pengembang untuk memahami perilaku obyek pada sistem. Statechart diagram menggambarkan transisi dan perubahan keadaan (dari satu *state* ke *state* lainnya) suatu objek pada sistem sebagai akibat dari stimuli yang diterima.

1. State Diagram Mikrokontroller



Gambar 3.3 State Diagram Mikrokontroller

Class diagram adalah diagram yang digunakan untuk menampilkan beberapa kelas serta paket-paket yang ada dalam sistem atau perangkat lunak yang sedang digunakan. Class diagram merupakan kumpulan objek-objek yang mempunyai struktur umum, behaviour umum, relasi umum, dan semantik/ kata yang umum.



Gambar 3.4 Class Diagram

3.2 Implementasi K-NN

Ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk menghitung data menggunakan metode Algoritma K-NN diantaranya:

1. Teknik Pengambilan Data

Pada tahap ini kebutuhan dan persyaratan diperoleh melalui pengambilan data pada salah satunya ruangan di agen gas ibu nining. Dimana data yang sudah terkumpul akan di olah oleh penulis dengan menggunakan perhitungan Algoritma.

Tabel 3.1 Data Asli

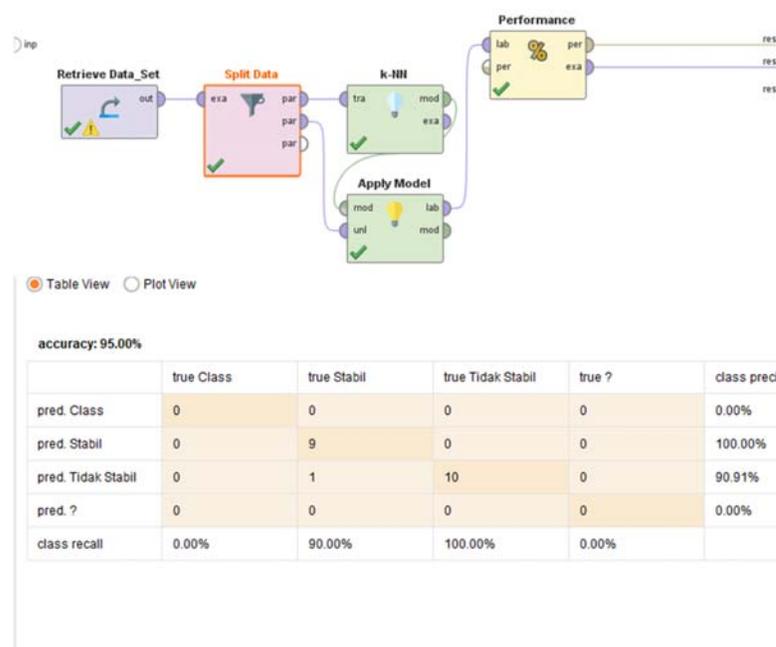
| No | Suhu | Kelembaban | Temperature Panas | Class |
|----|------|------------|-------------------|--------------|
| 1 | 26 | 70 | 95 | Stabil |
| 2 | 27 | 72 | 95 | Stabil |
| 3 | 29 | 96 | 143 | Tidak Stabil |

| No | Suhu | Kelembaban | Temperature Panas | Class |
|----|------|------------|-------------------|--------------|
| 4 | 31 | 98 | 153 | Tidak Stabil |
| 5 | 30 | 100 | 155 | Tidak Stabil |
| 6 | 26 | 89 | 88 | Stabil |
| 7 | 25 | 92 | 76 | Stabil |
| 8 | 26 | 92 | 76 | Stabil |
| 9 | 25 | 93 | 77 | Stabil |
| 10 | 29 | 99 | 123 | Tidak Stabil |
| 11 | 27 | 77 | 99 | Stabil |
| 12 | 26 | 75 | 98 | Stabil |
| 13 | 25 | 80 | 90 | Stabil |
| 14 | 29 | 92 | 101 | Tidak Stabil |
| 15 | 33 | 95 | 111 | Tidak Stabil |
| 16 | 32 | 102 | 145 | Tidak Stabil |
| 17 | 33 | 103 | 155 | Tidak Stabil |
| 18 | 27 | 74 | 90 | Stabil |
| 19 | 28 | 66 | 89 | Stabil |
| 20 | 27 | 65 | 93 | Stabil |
| 21 | 33 | 95 | 133 | Tidak Stabil |
| 22 | 34 | 96 | 134 | Tidak Stabil |
| 23 | 35 | 97 | 136 | Tidak Stabil |
| 24 | 27 | 90 | 90 | Stabil |
| 25 | 29 | 89 | 91 | Stabil |
| 26 | 28 | 88 | 92 | Stabil |
| 27 | 26 | 77 | 154 | Tidak Stabil |
| 28 | 31 | 75 | 144 | Tidak Stabil |
| 29 | 30 | 74 | 135 | Tidak Stabil |
| 30 | 29 | 76 | 136 | Tidak Stabil |
| 31 | 27 | 68 | 90 | Stabil |
| 32 | 26 | 89 | 91 | Stabil |
| 33 | 25 | 77 | 89 | Stabil |
| 34 | 24 | 88 | 87 | Stabil |
| 35 | 29 | 99 | 102 | Tidak Stabil |
| 36 | 34 | 78 | 105 | Tidak Stabil |
| 37 | 33 | 79 | 110 | Tidak Stabil |
| 38 | 30 | 81 | 111 | Tidak Stabil |
| 39 | 32 | 83 | 113 | Tidak Stabil |
| 40 | 23 | 67 | 88 | Stabil |
| 41 | 25 | 65 | 83 | Stabil |
| 42 | 24 | 64 | 81 | Stabil |
| 43 | 22 | 63 | 80 | Stabil |

| No | Suhu | Kelembaban | Temperature Panas | Class |
|----|------|------------|-------------------|--------------|
| 44 | 23 | 55 | 81 | Stabil |
| 45 | 23 | 54 | 81 | Stabil |
| 46 | 29 | 99 | 100 | Tidak Stabil |
| 47 | 29 | 99 | 143 | Tidak Stabil |
| 48 | 32 | 101 | 275 | Tidak Stabil |
| 49 | 30 | 102 | 234 | Tidak Stabil |
| 50 | 31 | 201 | 345 | Tidak Stabil |
| 51 | 29 | 55 | 83 | Stabil |
| 52 | 32 | 67 | 81 | Stabil |
| 53 | 28 | 54 | 83 | Stabil |
| 54 | 33 | 77 | 145 | Tidak Stabil |
| 55 | 35 | 78 | 143 | Tidak Stabil |
| 56 | 34 | 79 | 142 | Tidak Stabil |
| 57 | 35 | 81 | 144 | Tidak Stabil |
| 58 | 36 | 83 | 143 | Tidak Stabil |
| 59 | 37 | 84 | 145 | Tidak Stabil |
| 60 | 38 | 85 | 145 | Tidak Stabil |
| 61 | 27 | 86 | 90 | Stabil |
| 62 | 27 | 88 | 89 | Stabil |
| 63 | 26 | 77 | 88 | Stabil |
| 64 | 26 | 66 | 78 | Stabil |
| 65 | 25 | 65 | 89 | Stabil |
| 66 | 25 | 64 | 90 | Stabil |
| 67 | 24 | 63 | 78 | Stabil |
| 68 | 24 | 78 | 76 | Stabil |
| 69 | 24 | 79 | 75 | Stabil |
| 70 | 25 | 79 | 76 | Stabil |
| 71 | 32 | 120 | 144 | Tidak Stabil |
| 72 | 33 | 121 | 145 | Tidak Stabil |
| 73 | 34 | 122 | 143 | Tidak Stabil |
| 74 | 35 | 123 | 234 | Tidak Stabil |
| 75 | 33 | 125 | 235 | Tidak Stabil |
| 76 | 33 | 131 | 245 | Tidak Stabil |
| 77 | 34 | 133 | 200 | Tidak Stabil |
| 78 | 34 | 135 | 214 | Tidak Stabil |
| 79 | 35 | 123 | 201 | Tidak Stabil |
| 80 | 35 | 122 | 202 | Tidak Stabil |
| 81 | 27 | 90 | 90 | Stabil |
| 82 | 26 | 90 | 90 | Stabil |
| 83 | 27 | 89 | 90 | Stabil |

| No | Suhu | Kelembaban | Temperature Panas | Class |
|-----|------|------------|-------------------|--------------|
| 84 | 26 | 89 | 90 | Stabil |
| 85 | 26 | 88 | 101 | Stabil |
| 86 | 25 | 86 | 111 | Stabil |
| 87 | 25 | 87 | 98 | Stabil |
| 88 | 26 | 86 | 103 | Stabil |
| 89 | 25 | 86 | 102 | Stabil |
| 90 | 24 | 86 | 97 | Stabil |
| 91 | 31 | 88 | 143 | Tidak Stabil |
| 92 | 34 | 92 | 149 | Tidak Stabil |
| 93 | 33 | 77 | 147 | Tidak Stabil |
| 94 | 33 | 76 | 134 | Tidak Stabil |
| 95 | 33 | 75 | 136 | Tidak Stabil |
| 96 | 37 | 76 | 155 | Tidak Stabil |
| 97 | 38 | 87 | 155 | Tidak Stabil |
| 98 | 34 | 76 | 167 | Tidak Stabil |
| 99 | 35 | 87 | 178 | Tidak Stabil |
| 100 | 35 | 98 | 188 | Tidak Stabil |

Proses Menggunakan Rapid Miner:



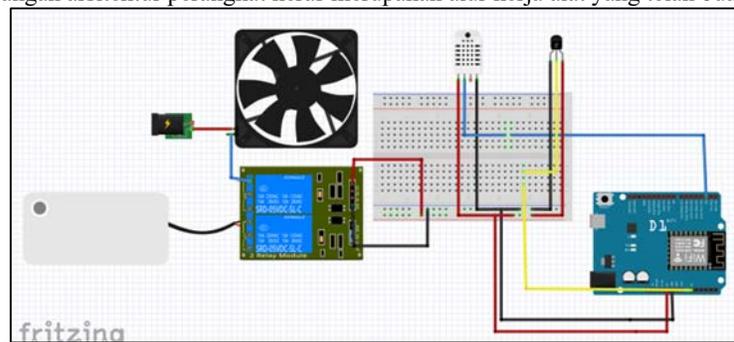
Open in Turbo Prep Auto Model Filter (21 / 21 examples): all

| Row No. | E | prediction(E) | confidence... | confidence... | confiden... ↑ | confidence(?) | A | B |
|---------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----|----|
| 1 | ? | Tidak Stabil | ? | ? | 0 | 0 | ? | ? |
| 4 | Stabil | Stabil | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 25 |
| 11 | Stabil | Stabil | 0 | 1 | 0 | 0 | 62 | 27 |
| 12 | Stabil | Stabil | 0 | 1 | 0 | 0 | 67 | 24 |
| 16 | Stabil | Stabil | 0 | 1 | 0 | 0 | 81 | 27 |
| 17 | Stabil | Stabil | 0 | 1.000 | 0 | 0 | 82 | 26 |
| 19 | Stabil | Stabil | 0 | 1 | 0 | 0 | 89 | 25 |
| 3 | Stabil | Stabil | 0 | 0.802 | 0.198 | 0 | 8 | 26 |
| 18 | Stabil | Stabil | 0 | 0.800 | 0.200 | 0 | 85 | 26 |
| 13 | Stabil | Stabil | 0 | 0.600 | 0.400 | 0 | 69 | 24 |
| 7 | Stabil | Tidak Stabil | 0 | 0.200 | 0.800 | 0 | 51 | 29 |
| 14 | Tidak Stabil | Tidak Stabil | 0 | 0.200 | 0.800 | 0 | 71 | 32 |
| 9 | Tidak Stabil | Tidak Stabil | 0.194 | 0 | 0.806 | 0 | 59 | 37 |

| Label | Binomial | 103 | Negative | Positive | Values |
|-------|----------|-----|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| F | Nominal | 2 | Least No (1) | Most 1 (1) | Values 1 (1) |
| A | Nominal | 2 | Least Suhu (1) | Most 26 (12) | Values 26 (12) |
| B | Nominal | 2 | Least Kelembaban (1) | Most 77 (6) | Values 77 (6) |
| D | Nominal | 2 | Least Temperature Panas (1) | Most 90 (10) | Values 90 (10) |
| E | Nominal | 2 | Least Class (1) | Most Tidak Stabil (51) | Values Tidak |
| G | Nominal | 2 | Least Jarak Euclidean (1) | Most 25.090722034374522 (2) | Values 25.090722034374522 (2) |
| C | Nominal | 2 | Least Jarak Euclidean (1) | Most 25.090722034374522 (2) | Values 25.090722034374522 (2) |
| H | Nominal | 3 | Least Ranking (1) | Most 3 (2) | Values 3 (2) |
| I | Nominal | 99 | Least Tidak Stabil (1) | Most Stabil (2) | Values Stabil |
| J | Nominal | 98 | Least K=3 (1) | Most Stabil (4) | Values Stabil |
| K | Nominal | 101 | Least Stabil (1) | Most K=5 (1) | Values K=5 (1) |

3.3 Skema Alat

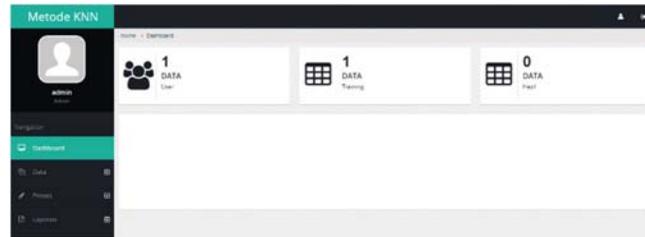
Perancangan arsitektur perangkat keras merupakan alur kerja alat yang telah buat.



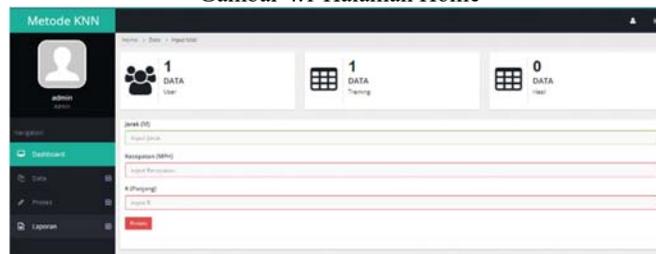
Gambar 3.1 Diagram Alir Sistem Informasi

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Halaman Home



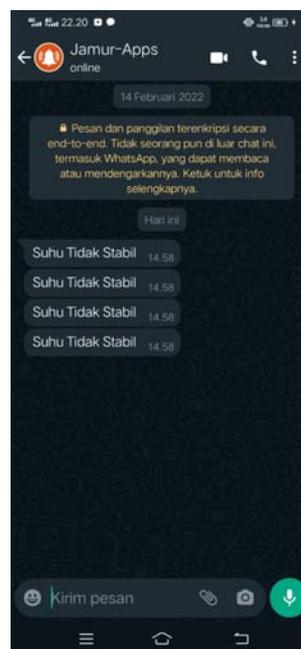
Gambar 4.1 Halaman Home



Gambar 4.2 Halaman Input Data



Gambar 4.3 Halaman Proses Data



Gambar 4.4 Notifikasi Whatsapp

4.2 Alat Pengujian

Implementasi pengujian alat merupakan gambaran dari pengujian alat yang sudah penulis uji tingkat kelayakan dan tingkat keakuratannya. Pada Gambar 4.5 penulis mengambil data suhu, kelembapan, getaran dan koordinat untuk diinputkan ke dalam database sistem yang sudah disiapkan.



Gambar 4.5 Pengujian alat

5 Kesimpulan

Dalam memahami teknologi routing dalam sistem informasi, terutama dalam konteks Sistem Monitoring Kumbung Jamur Tiram Otomatis berbasis IoT menggunakan Wemos D1 R1, Sensor DHT22, Sensor LM35, dan metode K-Nearest Neighbour (K-NN) menawarkan solusi modern dan efisien untuk memantau dan mengelola lingkungan pertumbuhan jamur tiram. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT), sistem ini memungkinkan pemantauan real-time terhadap suhu dan kelembapan di dalam kumbung jamur tiram, memastikan kondisi optimal untuk pertumbuhan jamur.

Sensor DHT22 dan LM35 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan, memberikan data yang akurat untuk evaluasi kondisi iklim mikro di dalam kumbung. Penggunaan Wemos D1 R1 sebagai mikrokontroler memungkinkan integrasi data sensor ke platform IoT.

Metode K-NN digunakan untuk menganalisis dan mengelompokkan data yang diperoleh dari sensor. Dengan memanfaatkan pendekatan ini, sistem dapat memberikan rekomendasi atau tindakan yang tepat berdasarkan pola data historis. Sebagai contoh, sistem dapat memberikan peringatan jika suhu atau kelembapan di dalam kumbung berada di luar rentang yang diinginkan.

Keseluruhan, sistem ini tidak hanya mempermudah pemantauan lingkungan kumbung jamur secara otomatis tetapi juga meningkatkan efisiensi produksi melalui analisis data yang cerdas. Dengan integrasi teknologi IoT dan metode K-NN, sistem ini dapat menjadi solusi yang berpotensi meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen jamur tiram.

Pustaka

- [1] P. Stamets, "Mushroom Cultivation: An Illustrated Guide to Growing Your Own Mushrooms". Ten Speed Press, 2005.
- [2] J. Mata et al., "Influence of Temperature and Substrate on *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus sajor-caju* Production," *Int. J. Mushroom Sci.*, vol. 9, no. 1, pp. 1-12, 2008.
- [3] K. Dewi and H. Nirwana, "Sistem Monitoring Dan Kontrol Suhu Serta Kelembaban Budidaya Jamur Tiram Berbasis Wireless Sensor Network," presented at Seminar Nasional Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat (SNP2M), 2018.
- [4] Gunawan, A. W., "Usaha Pembibitan Jamur," Penebar Swadaya, 2000, pp. 112, ISBN 979-489-539-3.
- [5] Cahyo Saparindo, Sunarmi, "Usaha 6 Jenis Jamur Skala Rumah Tangga," Penebar Swadaya, Jakarta, 2010.
- [6] Soeharjo, Patong, "Sendi-Sendi Pokok Ilmu Usaha Tani," Departemen Ilmu Sosial Ekonomi Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 1994.
- [7] Jakes Sito. SP., "Analisis Pendapatan Usahatani Budidaya Jamur Tiram Putih Di Kecamatan Keliling Danau Kabupaten Kerinci," Bp3k Kecamatan Depati Vii, Kabupaten Kerinci, 2010.
- [8] J. Han, M. Kamber, dan J. Pei, "Data Mining: Concepts and Techniques," 3rd ed., Morgan Kaufmann, Elsevier Inc., San Francisco, CA, doi: 10.1016/B978-0-12-381479-1.00001-0, 2012.
- [9] F. A. Hermawati, "Data Mining," ANDI, Yogyakarta, 2013.

- [10] C.G. Nugroho, D. Nugroho, dan S.H. Fitriasih, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Metode Kontrasepsi PADA Pasangan Usia Subur Dengan Algoritma K-Nearest Neighbor (K-NN)," *J. Ilmiah SINUS*, vol. 13, no. 1, pp. 21–30, 2015.
- [11] N.I. Raymundus, W. Laksito, YS, dan S. Siswanti, "Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Status Prestasi Siswa Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *J. Ilmiah SINUS*, vol. 11, no. 2, pp. 53–66, 2013.
- [12] K. Schenatto, E. Godoy De Souza, C. L. Bazzi, A. Gavioli, N. Miguel, and H. Martins, "Normalization of Data for Delineating Management Zones," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 143, pp. 238–248, Nov. 2017. doi: 10.1016/j.compag.2017.10.017.
- [13] M. Akhil, B. L. Deekshatulu, dan P. Chandra, "Classification of Heart Disease Using K-Nearest Neighbor and Genetic Algorithm," in *Procedia Technology*, vol. 10, pp. 85–94, Elsevier B.V., September 27-28, 2013.
- [14] J. Hocke dan T. Martinetz, "Feature Weighting by Maximum Distance Minimization," in *International Conference on Artificial Neural Networks*, pp. 420–425, Bulgaria, September 10-13, 2013.
- [15] in *International Conference on Artificial Neural Networks*, pp. 420–425, Bulgaria, September 10-13, 2013.
- [16] Y. Song, J. Liang, J. Lu, dan X. Zhao, "An Efficient Instance Selection Algorithm for K Nearest Neighbor Regression," *Neurocomputing*, Elsevier B.V., doi: 10.1016/j.neucom.2017.04.018. *Neurocomputing*, Elsevier B.V., doi: 10.1016/j.neucom.2017.04.018.
- [17] N. Ke, "Region Based Segmentation of Social Images Using Soft KNN Algorithm," in *Procedia Computer Science*, vol. 125, pp. 93–98, Elsevier B.V., December 7-8, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2017.12.014.
- [18] in *Procedia Computer Science*, vol. 125, pp. 93–98, Elsevier B.V., December 7-8, 2018, doi: 10.1016/j.procs.2017.12.014.
- [19] L. Jiao, Q. Pan, dan X. Feng, "Multi-Hypothesis Nearest-Neighbor Classifier Based on Class-Conditional Weighted Distance Metric," *Neurocomputing*, vol. 151, Part 3, Elsevier, pp. 1468–1476, doi: 10.1016/j.neucom.2014.10.039.
- [20] T.K. Neo dan D. Ventura, "A Direct Boosting Algorithm for the K-Nearest Neighbor Classifier via Local Warping of the Distance Metric," *Pattern Recognition Letters*, vol. 33, no. 1, Elsevier B.V., pp. 92–102, doi: 10.1016/j.patrec.2011.09.028.
- [21] M. Zolghadri, E. Parvinnia, dan R. John, "A Method of Learning Weighted Similarity Function to Improve the Performance of Nearest Neighbor," *Information Sciences*, vol. 179, no. 17, Elsevier Inc., pp. 2964–2973, doi: 10.1016/j.ins.2009.04.012.
- [22] A. Jain, K. Nandakumar, dan A. Ross, "Score Normalization in Multimodal Biometric Systems," *Pattern Recognition*, vol. 38, pp. 2270–2285, doi: 10.1016/j.patcog.2005.01.012.
- [23] N.M. Nawi, W.H. Atomi, dan M.Z. Rehman, "The Effect of Data Pre-Processing on Optimized Training of Artificial Neural Networks," in *Procedia Technology*, vol. 11, pp. 32–39, Elsevier B.V., June 24-25, 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.159.
- [24] G. Yunlong dan L. Yixiao, "An Improved Feature-Weight Method Based on K-NN," in *Proceedings of the 35th Chinese Control Conference*, pp. 6950–6956, Chengdu, July 27-29, 2016.
- [25] A. Shabani, K.A. Ali Reza, dan A.A. Kamgar-haghighi, *Scientia Horticulturae*, vol. 216, Elsevier B.V., pp. 103–110, doi: 10.1016/j.scienta.2016.12.032.
- [26] L. Jiang, Z. Cai, D. Wang, dan S. Jiang, "Survey of Improving K-Nearest-Neighbor for Classification," in *Proceedings - Fourth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2007*, vol. 1, pp. 679–683, Haikou, Aug 24-27, 2007, doi: 10.1109/FSKD.2007.552.
- [27] S. Mustafa, W. I. Simpen, "Perancangan Aplikasi Prediksi Kelulusan Tepat Waktu Bagi Mahasiswa Baru Dengan Teknik Data Mining (Studi Kasus: Data Akademik Mahasiswa STMIK Dipanegara Makassar)," *Teknik Informatika STMIK Dipanegara, Makasar*, 2014.