



Implementasi *Fuzzy Inference System* Metode Sugeno Untuk Menentukan Kualitas Produksi Pada Industri Manufaktur Menggunakan Model SDLC Agile Berbasis Web (Studi Kasus: Pabrik Tempe Pak Syarif)

Ardila Putri Nur Karisma Dewi¹, Hadi Zakaria^{2*}

^{1,2}Fakultas Ilmu Komputer, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

Email: ¹ardillakarismadewi@gmail.com, ^{2*}dosen00274@unpam.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak – Pabrik Tempe Pak Syarif adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi tempe berkualitas tinggi. Sebagai salah satu produsen makanan berbahan dasar kedelai di Indonesia, perusahaan menghadapi tantangan utama dalam menentukan kualitas produksi tempe secara konsisten. Ketidakakuratan dalam penilaian kualitas produksi dapat berdampak pada ketidakstabilan hasil produksi, yang selanjutnya memengaruhi kepuasan pelanggan dan daya saing perusahaan di pasar. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang mampu mengevaluasi dan menentukan kualitas produksi tempe secara akurat dan efisien. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis membangun sebuah sistem aplikasi berbasis *Fuzzy Inference System (FIS)* dengan metode Sugeno, yang dirancang khusus untuk menentukan kualitas produksi tempe berdasarkan parameter-parameter seperti tekstur, aroma, dan ketahanan produk. Sistem ini bertujuan memberikan solusi dalam pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efisien terkait kualitas produksi. Dalam pengembangannya, penulis menggunakan bahasa pemrograman *PHP* karena fleksibilitasnya dalam pengolahan data serta kemampuannya untuk terintegrasi dengan berbagai pustaka yang mendukung logika *fuzzy*. Untuk pengelolaan data, digunakan *database MySQL* yang memiliki kapasitas penyimpanan dan memproses data dalam jumlah besar secara efektif. Melalui implementasi aplikasi ini, penulis berharap dapat menghadirkan sebuah sistem yang tidak hanya mampu menyelesaikan permasalahan dalam menentukan kualitas produksi tempe di Pabrik Tempe Pak Syarif tetapi juga memberikan kemudahan dalam *monitoring* dan analisis data secara *real-time*. Selain itu, dengan adanya aplikasi ini, perusahaan diharapkan mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan berbasis data. Dengan kata lain, aplikasi ini diharapkan tidak hanya menjadi alat bantu teknis, tetapi juga sebagai pendukung yang strategis dalam mencapai tujuan perusahaan, yaitu menghasilkan produk tempe berkualitas tinggi secara konsisten dan meningkatkan daya saing di pasar.

Kata Kunci: *Fuzzy Inference System (FIS)*, Metode Sugeno, Kualitas Produksi Tempe, *PHP*, *MySQL*

Abstract – Pak Syarif Tempe Factory is a company engaged in the production of high-quality tempeh. As one of the soy-based food producers in Indonesia, the company faces a major challenge in determining the quality of tempeh production consistently. Inaccuracies in production quality assessment can lead to instability in production output, which in turn affects customer satisfaction and the company's competitiveness in the market. Therefore, a system that is able to evaluate and determine the quality of tempeh production accurately and efficiently is required. To overcome these problems, the author built an application system based on Fuzzy Inference System (FIS) with Sugeno method, which is specifically designed to determine the quality of tempeh production based on parameters such as texture, aroma, and product durability. This system aims to provide solutions in making more accurate and efficient decisions regarding production quality. In its development, the author uses the PHP programming language because of its flexibility in data processing and its ability to integrate with various libraries that support fuzzy logic. For data management, MySQL database is used which has the capacity to store and process large amounts of data effectively. Through the implementation of this application, the author hopes to present a system that is not only able to solve problems in determining the quality of tempe production at Pak Syarif Tempe Factory but also provides convenience in monitoring and analysing data in real-time. In addition, with this application, the company is expected to be able to improve the quality of data-based decision making. In other words, this application is expected not only to be a technical tool, but also as a strategic support in achieving the company's goal, which is to produce high-quality tempeh products consistently and increase competitiveness in the market.

Keywords: *Fuzzy Inference System (FIS)*, Sugeno Method, Tempeh Production Quality, *PHP*, *MySQL*



1. PENDAHULUAN

Pabrik Tempe Pak Syarif merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi tempe berkualitas tinggi. Sebagai salah satu produsen makanan berbahan dasar kedelai di Indonesia, perusahaan ini menghadapi tantangan utama dalam menentukan kualitas produksi tempe secara konsisten. Ketidakakuratan dalam penilaian kualitas produksi seringkali menyebabkan ketidakstabilan hasil produksi, yang berdampak pada menurunnya kepuasan pelanggan dan melemahnya daya saing perusahaan di pasar. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan sebuah sistem yang mampu mengevaluasi dan menentukan kualitas produksi tempe secara akurat dan efisien, sehingga dapat mendukung konsistensi kualitas produk, meningkatkan kepuasan pelanggan, dan memperkuat posisi perusahaan dalam persaingan industri.

Implementasi dalam pengembangan aplikasi adalah proses mengubah kode program yang telah ditulis menjadi sebuah aplikasi yang dapat berjalan di perangkat pengguna. Ini melibatkan kompilasi kode, pembuatan instalasi, pengujian menyeluruh, dan penyebaran aplikasi ke platform yang di targetkan. Tujuannya adalah untuk menghasilkan aplikasi yang stabil, efisien, dan memenuhi kebutuhan pengguna. (Gede et al., 2023).

Fuzzy Inference System (FIS) merupakan suatu metode dalam kecerdasan buatan yang digunakan untuk memodelkan sistem kompleks dengan menggunakan logika fuzzy. Logika fuzzy ini memungkinkan kita untuk merepresentasikan informasi yang tidak pasti. Dengan kemampuannya dalam memproses informasi yang bersifat fuzzy, 2 FIS dapat menghasilkan solusi yang lebih baik dan lebih relevan dengan kondisi nyata. (Iqbal et al., 2024).

Metode Sugeno merupakan salah satu pendekatan dalam logika *fuzzy* yang dikembangkan oleh Michio Sugeno pada tahun 1985. Meskipun sudah dikembangkan sejak lama, metode ini masih sangat relevan dan banyak digunakan dalam pengambilan keputusan berbasis data yang bersifat tidak pasti atau samar (uncertain). Metode ini sering disebut juga sebagai *Takagi-Sugeno-Kang* (TSK) model. Dalam beberapa tahun terakhir, metode Sugeno telah mengalami perkembangan signifikan, khususnya dalam implementasinya pada bidang sistem cerdas seperti sistem pendukung keputusan, sistem klasifikasi, dan prediksi dalam berbagai sektor. Metode Sugeno juga memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas karena mampu mengakomodasi fungsi linier dalam bagian konsekuen. Ini memungkinkan metode ini digunakan untuk pemodelan sistem yang memiliki hubungan input-output kompleks, misalnya dalam sistem kontrol suhu atau klasifikasi data cuaca (Yuliani dan Setiawan 2023).

Kualitas produksi dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti bahan baku, mesin, tenaga kerja, metode kerja, dan lingkungan kerja. Oleh karena itu, pengendalian kualitas (*quality control*) menjadi elemen kunci dalam menjaga konsistensi dan meningkatkan performa produk. Penerapan kontrol kualitas seperti inspeksi berkala, pemantauan proses produksi, dan pelatihan karyawan dapat secara signifikan menurunkan tingkat cacat produk dan meningkatkan kepuasan pelanggan (Handayani 2023).

Produksi dalam informatika dapat diartikan sebagai proses sistematis untuk menghasilkan solusi teknologi yang dapat digunakan untuk menyelesaikan 3 permasalahan bisnis maupun sosial. Proses ini biasanya mencakup perencanaan, perancangan sistem, pemrograman, pengujian, dan implementasi. Hasil dari proses ini adalah sebuah produk digital, seperti aplikasi web, sistem informasi, atau layanan berbasis cloud (Wijaya, 2022).

Industri adalah suatu kegiatan ekonomi yang melibatkan proses pengolahan bahan mentah, bahan baku, atau barang setengah jadi menjadi produk baru yang memiliki nilai tambah yang lebih tinggi. Proses ini melibatkan berbagai tahapan, mulai dari perencanaan, produksi, hingga distribusi produk ke pasar. Industri tidak hanya mencakup sektor manufaktur yang menghasilkan barang fisik, tetapi juga mencakup sektor jasa seperti perbankan, telekomunikasi, dan teknologi informasi. Secara sederhana, industri adalah segala aktivitas yang bertujuan untuk menghasilkan barang atau jasa yang dapat memenuhi kebutuhan dan keinginan masyarakat. Industri tidak lagi sekadar dipahami sebagai kumpulan pabrik atau manufaktur, melainkan telah berevolusi menjadi ekosistem yang kompleks dan terintegrasi, melibatkan riset dan pengembangan (R&D), teknologi informasi, logistik, hingga sistem pendukung berbasis data. Hal ini sejalan dengan konsep *Industry 4.0*, yang menekankan



konektivitas, otomatisasi, kecerdasan buatan, dan penggunaan big data dalam proses produksi (Suryadi, 2022).

Manufaktur adalah proses pengolahan bahan mentah, bahan baku, atau komponen menjadi produk akhir yang memiliki nilai guna lebih tinggi. Proses ini melibatkan serangkaian aktivitas seperti perancangan, produksi, perakitan, dan penyelesaian akhir. Manufaktur dapat melibatkan penggunaan mesin, teknologi, dan tenaga kerja untuk mengubah bahan mentah menjadi produk yang siap digunakan. Industri manufaktur sangat penting bagi perekonomian suatu negara karena berperan 4 dalam menciptakan lapangan kerja, meningkatkan produktivitas, dan mendorong inovasi. (Wahyuning, 2023).

Software Development Life Cycle merupakan sebuah metode terstruktur yang diterapkan dalam proses pengembangan perangkat lunak. SDLC merinci serangkaian tahapan yang harus dilalui, mulai dari perencanaan, analisis, desain, pengembangan, pengujian, hingga implementasi dan pemeliharaan suatu perangkat lunak. Tujuan utama SDLC adalah untuk memastikan bahwa perangkat lunak yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, memenuhi kebutuhan pengguna, dan dapat diselesaikan tepat waktu serta sesuai anggaran. Dengan mengikuti SDLC, tim pengembang dapat mengelola proyek perangkat lunak secara lebih efektif dan mengurangi risiko kegagalan. (Wijayanto et al., 2024).

Model Agile mengacu pada sekumpulan prinsip dan praktik yang berfokus pada pengembangan inkremental, dengan pengujian yang berkelanjutan dan keterlibatan aktif pengguna selama proses pengembangan. Agile tidak sekadar metode teknis, melainkan pendekatan manajerial yang menekankan pada kolaborasi, komunikasi terbuka, serta kecepatan dalam merespon dinamika proyek. kolaborasi berkelanjutan antara pengembang dan pemilik produk memungkinkan pemahaman kebutuhan yang lebih dalam serta mengurangi risiko miskomunikasi. Agile juga mendorong tim untuk melakukan refleksi dan peningkatan proses secara reguler melalui pertemuan retrospektif (Kassem dan Alhadjj, 2022).

Situs web (website) merupakan kumpulan halaman web yang berhubungan antara satu dengan lainnya. Website adalah halaman atau kumpulan situs yang dapat diakses dan dilihat oleh pengguna di internet. Pengguna Internet semakin hari semakin 5 bertambah banyak, sehingga hal ini adalah potensi pasar yang berkembang terus menerus. (Ismail, 2020).

2. METODE

2.1 Metode Pengumpulan Data

a. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan langsung ke lokasi penelitian, yaitu di Pabrik Tempe Pak Syarif. Tujuannya adalah untuk memahami proses produksi tempe secara menyeluruh, mengidentifikasi parameter penting seperti kadar air, kebersihan bahan baku, dan tingkat cacat produk yang menjadi faktor penentu kualitas produksi.

b. Metode Wawancara

Wawancara dilakukan secara langsung dengan pemilik Pabrik Tempe Pak Syarif guna memperoleh informasi secara rinci mengenai proses produksi, permasalahan yang dihadapi dalam penilaian kualitas produk, serta kebutuhan sistem yang diinginkan untuk membantu proses pengambilan keputusan

c. Studi Literature

Studi ini dilakukan dengan cara menelaah dan merangkum berbagai referensi dari jurnal ilmiah, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan implementasi metode *fuzzy* Sugeno, kontrol kualitas produksi, parameter kualitas tempe, serta pengembangan sistem informasi berbasis web. Studi ini mendukung pemahaman konseptual dan teknis dalam pengembangan sistem yang sesuai dengan kebutuhan pabrik.

2.2. Metode Pengembangan

Untuk pengembangan sistem, penulis menggunakan metode pengembangan perangkat lunak model SDLC Agile. Metode ini dipilih karena mampu memberikan fleksibilitas dan responsif terhadap perubahan kebutuhan pengguna selama proses pengembangan berlangsung. Agile juga mendukung pengembangan sistem secara iteratif dan bertahap, yang sangat sesuai dengan kebutuhan implementasi sistem berbasis web pada Pabrik Tempe Pak Syarif.

Adapun tahapan-tahapan dalam pengembangan sistem menggunakan model SDLC Agile adalah sebagai berikut:

1. *Planning*

Tahap awal ini melibatkan diskusi dengan stakeholder untuk memahami kebutuhan sistem dan menetapkan ruang lingkup proyek. Pada tahap ini juga ditentukan parameter penting seperti kadar air, kebersihan, dan tingkat cacat yang menjadi dasar penilaian kualitas produksi.

2. *Design*

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem berdasarkan kebutuhan yang telah dikumpulkan, termasuk perancangan antarmuka pengguna (UI), struktur basis data, dan logika fuzzy Sugeno untuk menentukan kualitas produksi.

3. *Development*

Pengkodean sistem dilakukan secara bertahap dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Setiap iterasi mencakup pengembangan fitur kecil yang langsung dapat diuji dan dievaluasi.

4. *Testing*

Setelah fitur dikembangkan, dilakukan pengujian baik secara fungsional maupun berdasarkan logika fuzzy Sugeno. Pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memberikan hasil evaluasi kualitas produksi secara akurat dan sesuai dengan parameter yang ditentukan.

5. *Deployment*

Setelah sistem selesai diuji, sistem kemudian diimplementasikan pada lingkungan operasional di Pabrik Tempe Pak Syarif dan mulai digunakan oleh pengguna.

6. *Review*

Agile memungkinkan adanya perbaikan dan pengembangan lanjutan secara berulang. Umpan balik dari pengguna digunakan untuk meningkatkan fungsionalitas sistem pada iterasi selanjutnya.

7. *Launch*

Fase di mana produk atau fitur yang telah melalui pengembangan, pengujian, dan review akhirnya dirilis secara resmi. Pada tahap ini, memastikan bahwa semua aspek produk, termasuk fungsionalitas, keamanan, dan kinerja, telah memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. Peluncuran dapat dilakukan secara bertahap atau sekaligus, tergantung pada strategi yang dipilih.

2.3 Fuzzy Inference System Sugeno

1. Fuzzifikasi

Mengubah input crisp ke dalam derajat keanggotaan fuzzy menggunakan fungsi keanggotaan:

$$\mu_A(x) = \text{fungsi keanggotaan dari input } x \text{ terhadap himpunan } A$$

$$\mu_B(y) = \text{fungsi keanggotaan dari input } y \text{ terhadap himpunan } B$$



2. *Firing Strength*

Tingkat kekuatan suatu rule dihitung berdasarkan metode operator logika fuzzy (misalnya: AND = min atau AND = perkalian). Jika menggunakan operator perkalian, maka:

$$\alpha_i = \mu_{A_i}(x) \cdot \mu_{B_i}(y)$$

dimana:

- α_i : firing strength rule ke-i
- $\mu_{A_i}(x)$: derajat keanggotaan input x terhadap fuzzy set A pada rule ke-i
- $\mu_{B_i}(y)$: derajat keanggotaan input y terhadap fuzzy set B pada rule ke-i

3. Fungsi Output (Z_i)

Pada metode Sugeno, output rule berupa fungsi linier atau konstan. Rumus fungsi linier:

$$Z_i = a_i x + b_i y + c_i$$

Jika output konstan (misal kualitas produksi baik = 80, buruk = 60), maka:

$$Z_i = \text{konstanta}$$

4. Defuzzikasi

Menggabungkan semua rule menjadi satu nilai crisp output dengan menggunakan metode rata-rata berbobot (weighted average):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n \alpha_i}$$

dimana:

- Z : nilai output defuzzifikasi
- α_i : firing strength rule ke-i
- Z_i : output rule ke-i (bisa linier atau konstan)

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

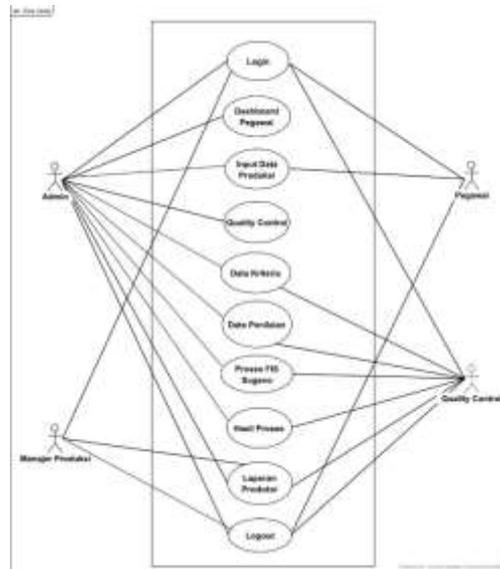
Analisa sistem melibatkan pengumpulan informasi yang relevan mengenai masalah yang ada, serta analisis terhadap kebutuhan dan harapan pengguna. Hal ini penting agar sistem yang dikembangkan dapat memenuhi ekspektasi dan memberikan solusi yang efektif. (Widyastuti, Y. M., Oktiarso, T., & Putrianto, N. K. 2024).

3.1 Analisa Sistem Usulan

Sistem usulan ini mengimplementasikan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan pendekatan Sugeno untuk menentukan kualitas produksi dalam industri manufaktur. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi evaluasi kualitas produksi dan memastikan hasil yang lebih akurat dalam pengambilan keputusan.

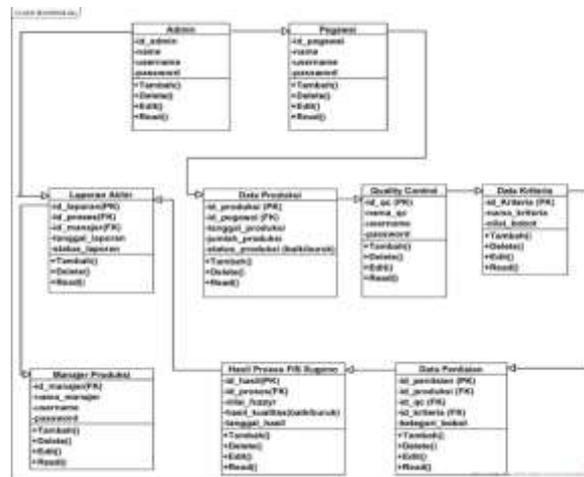
3.3 Perancangan Unified Modeling Language (UML)

3.3.1 Usecase Diagram



Gambar 4 Usecase Diagram

3.3.2 Class Diagram



Gambar 5 Class Diagram

3.4 Struktur Data

3.4.1 Data produksi Tempe

Tabel 1 Data Produksi Tempe

N o	Tanggal Produksi	Jumlah Produksi (pcs)	Kadar Air (%)	Kebersihan Kedelai	Tingkat Cacat (%)	Lama Fermentasi (jam)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	1/1/2025	70	29	98	1.41	48	36.59	69.25
2	1/2/2025	70	51	4	1.43	38	31.92	69.1
3	1/3/2025	70	35	70	1.98	42	32.26	69.82

4	1/4/2025	70	40	63	2.53	36	31.52	69.37
5	1/5/2025	70	17	40	1.68	32	32.16	69.46
6	1/6/2025	70	44	56	1.39	32	34.83	69.23
7	1/7/2025	70	65	77	1.82	33	32.29	69.81
8	1/8/2025	70	22	73	1.96	45	34.79	69.74
9	1/9/2025	70	64	50	2.42	36	31.56	69.81
10	1/10/2025	70	19	88	2.44	43	32.16	69.62

3.4.2 Operasional Variabel

Tabel 2 Nilai Konsentrasi

Variabel	Himpunan	Domain
Kadar Air (%)	Rendah	15 - 30
Kadar Air (%)	Normal	31 - 45
Kadar Air (%)	Tinggi	46 - 65
Kebersihan Kedelai	Kotor	0 - 50
Kebersihan Kedelai	Bersih	51 - 100
Tingkat Cacat (%)	Rendah	< 2
Tingkat Cacat (%)	Tinggi	> 2

3.4.3 Rule

Tabel 3 Rule

No	Kadar Air	Kebersihan	Tingkat Cacat	Kualitas Produksi
1	Rendah	51 – 100 (Bersih)	Rendah	Baik
2	Rendah	51 – 100 (Bersih)	Tinggi	Buruk
3	Rendah	0 -50 (Kotor)	Rendah	Buruk
4	Rendah	0 – 50 (Kotor)	Tinggi	Buruk
5	Normal	51 – 100 (Bersih)	Rendah	Baik
6	Normal	51 – 100 (Bersih)	Tinggi	Buruk
7	Normal	0 – 50 (Kotor)	Rendah	Buruk
8	Normal	0 – 50 (Kotor)	Tinggi	Buruk
9	Tinggi	51- 100 (Bersih)	Rendah	Buruk
10	Tinggi	51 – 100 (Bersih)	Tinggi	Buruk
11	Tinggi	0 – 50 (Kotor)	Rendah	Buruk
12	Tinggi	0 – 50 (Kotor)	Tinggi	Buruk



3.5 Pengujian

Metode Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* pada variabel input untuk menentukan tingkat keanggotaan suatu nilai, kemudian menerapkan aturan *fuzzy* (*IF-THEN rules*) untuk menghasilkan output dalam bentuk nilai numerik tetap (konstan atau linear).

3.5.1 Identifikasi Variabel dan Himpunan Fuzzy

Pada penelitian ini, sistem *Fuzzy Inference System* (FIS) dengan metode Sugeno digunakan untuk menilai kualitas produksi tempe berdasarkan tiga variabel input, yaitu:

- Kadar Air (%): Mempunyai tiga himpunan *fuzzy* (rendah, normal, tinggi).
- Kebersihan Kedelai: Mempunyai dua himpunan *fuzzy* (kotor, bersih).
- Tingkat Cacat (%): Mempunyai dua himpunan *fuzzy* (rendah, tinggi).

Sedangkan variabel output adalah kualitas produksi tempe, dengan dua kategori:

- Baik
- Buruk

Fungsi keanggotaan untuk masing-masing variabel dihitung menggunakan pendekatan linear berbasis data historis produksi tempe selama dua bulan

3.5.2 Pembentukan Aturan Fuzzy

Aturan *fuzzy* dibuat berdasarkan kombinasi variabel input yang ada. Jumlah aturan dihitung sebagai:

Jumlah Aturan = (Jumlah Himpunan Kadar Air) x (Jumlah Himpunan Kebersihan) x (Jumlah Himpunan Tingkat Cacat)

$$= 3 \times 2 \times 2 = 12 \text{ aturan } \textit{fuzzy}$$

Contoh beberapa aturan *fuzzy* yang diterapkan:

1. Jika Kadar Air Rendah dan Kebersihan Bersih dan Tingkat Cacat Rendah, maka Kualitas Produksi = Baik.
2. Jika Kadar Air Tinggi dan Kebersihan Kotor dan Tingkat Cacat Tinggi, maka Kualitas Produksi = Buruk

3.5.3 Inferensi Fuzzy

Inferensi dilakukan dengan metode Sugeno, di mana setiap aturan *fuzzy* menghasilkan output tetap berdasarkan bobot *firing strength* (α). menggunakan operator min: $\alpha = \min(\mu_{\text{Kadar Air}}, \mu_{\text{Kebersihan}}, \mu_{\text{Tingkat Cacat}})$. Setelah itu, nilai keluaran dihitung menggunakan model Sugeno:

$$z_i = a_i \times \text{Kadar Air} + b_i \times \text{Kebersihan} + c_i \times \text{Tingkat Cacat} + d_i$$

Dengan a, b, c, dan d adalah konstanta yang disesuaikan dengan kualitas produksi.

3.5.4 Menentukan Firing Strength (α)

Nilai α diperoleh dari perpotongan antara keanggotaan *fuzzy* dengan aturan *fuzzy* yang telah ditetapkan. Aturan Fuzzy Sugeno:

- Jika Kadar Air Rendah, Kebersihan Bersih DAN Tingkat Cacat Rendah \rightarrow Produksi Baik ($z = 70$)
- Jika Kadar Air Normal, Kebersihan Bersih DAN Tingkat Cacat Rendah \rightarrow Produksi Baik ($z = 68$)
- Jika Kadar Air Tinggi, Kebersihan Kotor DAN Tingkat Cacat Tinggi \rightarrow Produksi Buruk ($z = 45$) 100

- Jika Kadar Air Tinggi, Kebersihan Bersih DAN Tingkat Cacat Rendah → Produksi Baik ($z = 65$)
- Jika Kadar Air Rendah, Kebersihan Kotor DAN Tingkat Cacat Tinggi → Produksi Buruk ($z = 50$)

Firing Strength dihitung dengan rumus:

$$\alpha = \min(\mu_{\text{kadar air}}, \mu_{\text{kebersihan}}, \mu_{\text{tingkat cacat}})$$

3.5.5 Menentukan Kualitas Produksi (Zi) Menggunakan Metode Sugeno

Untuk menentukan kualitas produksi (baik atau buruk) dilakukan dengan empat langkah utama menggunakan metode *fuzzy* Sugeno, sebagai contoh menggunakan lima data teratas pada tabel 1 data produksi tempe yaitu:

Data ke-1

Langkah 1: Hitung Keanggotaan Fuzzy

- Kadar Air = 29% → Rendah:

$$\mu_{\text{Rendah}} = \frac{30 - 29}{30 - 15} = \frac{1}{15} = 0,0667$$

- Kebersihan = 98% → Bersih:

$$\mu_{\text{Bersih}} = \frac{98 - 51}{100 - 51} = \frac{47}{49} \approx 0,9592$$

- Tingkat Cacat = 1.41% Rendah:

(Tingkat Cacat < 2) → Rendah →

$$\mu_{\text{Rendah}} = 1$$

Langkah 2: Rule yang terpenuhi:

- R: (Rendah, Bersih, Rendah) → Baik
- R: (Rendah, Bersih, Tinggi) → Buruk

Langkah 3: Firing Strength:

- $w_1 = \min(0,0667, 0,9592, 1) = 0,0667$
- $w_2 = \min(0,0667, 0,9592, 0) = 0$

Langkah 4: Output Sugeno (Zi):

$$Z_1 = \frac{(w_1 \cdot 80) + (w_2 \cdot 50)}{w_1 + w_2} = \frac{(0,0667 \cdot 80) + (0 \cdot 50)}{0,0667 + 0} = \frac{5,336}{0,0667} = 80$$

Data ke-2

Langkah 1: Hitung Keanggotaan Fuzzy

- Kadar Air = 51% → Tinggi:

$$\mu_{Tinggi} = \frac{51 - 46}{65 - 46} = \frac{5}{19} \approx 0,2632$$

- Kebersihan = 4% → Kotor:

$$\mu_{Kotor} = \frac{50 - 4}{50 - 0} = \frac{46}{50} = 0,92$$

- Tingkat Cacat = 1.43% Rendah:

(Tingkat Cacat < 2) → Rendah →

$$\mu_{Rendah} = 1$$

Langkah 2: Rule yang terpenuhi:

- R: (Tinggi, Kotor, Rendah) → Buruk
- R: (Tinggi, Kotor, Tinggi) → Buruk

Langkah 3: Firing Strength:

- $w_1 = \min(0,2632, 0,92, 1) = 0,2632$
- $w_2 = \min(0,2632, 0,92, 0) = 0$

Langkah 4: Output Sugeno (Zi):

$$Z_2 = \frac{(w_1 \cdot 50) + (w_2 \cdot 50)}{w_1 + w_2} = \frac{(0,2632 \cdot 50) + (0 \cdot 50)}{0,2632 + 0} = \frac{13,16}{0,2632} = 50$$

Data ke-3

Langkah 1: Hitung Keanggotaan Fuzzy

- Kadar Air = 35% → Normal:

$$\mu_{Normal} = \frac{45 - 35}{45 - 31} = \frac{10}{14} \approx 0,7143$$

- Kebersihan = 70% → Bersih:

$$\mu_{Bersih} = \frac{70 - 51}{100 - 51} = \frac{19}{49} \approx 0,3878$$



- Tingkat Cacat = 1.98% Rendah:
(Tingkat Cacat < 2) → Rendah →

$$\mu_{Rendah} = 1$$

Langkah 2: Rule yang terpenuhi:

- R: (Normal, Bersih, Rendah) → Baik
- R: (Normal, Bersih, Tinggi) → Buruk

Langkah 3: Firing Strength:

- $w_1 = \min(0,7143, 0,3878, 1) = 0,3878$
- $w_2 = \min(0,7143, 0,3878, 0) = 0$

Langkah 4: Output Sugeno (Zi):

$$Z_3 = \frac{(w_1 \cdot 80) + (w_2 \cdot 50)}{w_1 + w_2} = \frac{(0,3878 \cdot 80) + (0 \cdot 50)}{0,3878 + 0} = \frac{31,024}{0,3878} = 80$$

Data ke-4

Langkah 1: Hitung Keanggotaan Fuzzy

- Kadar Air = 40% → Normal:

$$\mu_{Normal} = \frac{45 - 40}{45 - 31} = \frac{5}{14} \approx 0,3571$$

- Kebersihan = 63% → Bersih:

$$\mu_{Bersih} = \frac{63 - 51}{100 - 51} = \frac{12}{49} \approx 0,2449$$

- Tingkat Cacat = 2.53% Tinggi
(Tingkat Cacat > 2) → Tinggi →

$$\mu_{Rendah} = 1$$

- R: (Normal, Bersih, Tinggi) → Buruk
- R: (Normal, Bersih, Rendah) → Baik

Langkah 3: Firing Strength:

- $w_1 = \min(0,3571, 0,2449, 1) = 0,2449$
- $w_2 = \min(0,3571, 0,2449, 0) = 0$

Langkah 4: Output Sugeno (Zi):

$$Z_4 = \frac{(w_1 \cdot 50) + (w_2 \cdot 80)}{w_1 + w_2} = \frac{(0,2449 \cdot 50) + (0 \cdot 80)}{0,2449 + 0} = \frac{12,245}{0,2449} = 50$$

Data ke-5

Langkah 1: Hitung Keanggotaan Fuzzy

- Kadar Air = 17% → Rendah:

$$\mu_{\text{Rendah}} = \frac{30 - 17}{30 - 15} = \frac{13}{15} \approx 0,8667$$

- Kebersihan = 40% → Kotor:

$$\mu_{\text{Kotor}} = \frac{50 - 40}{50 - 0} = \frac{10}{50} = 0,2$$

- Tingkat Cacat = 1.68% Rendah:

(Tingkat Cacat < 2) → Rendah →

$$\mu_{\text{Rendah}} = 1$$

Langkah 2: Rule yang terpenuhi:

- R: (Rendah, Kotor, Rendah) → Baik
- R: (Rendah, Kotor, Tinggi) → Buruk

Langkah 3: Firing Strength:

- $w_1 = \min(0,8667, 0,2, 1) = 0,2$
- $w_2 = \min(0,8667, 0,2, 0) = 0$

Langkah 4: Output Sugeno (Zi):

$$Z_5 = \frac{(w_1 \cdot 80) + (w_2 \cdot 50)}{w_1 + w_2} = \frac{(0,2 \cdot 80) + (0 \cdot 50)}{0,2 + 0} = \frac{16}{0,2} = 80$$

3.5.6 Hasil Contoh 5 Perhitungan Manual Data Produksi Tempe

Setelah perhitungan manual dilakukan data produksi tempe, hasilnya adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Perhitungan Manual 5 Data

No	Kadar Air (%)	Kebersihan	Tingkat Cacat (%)	Firing Strength (α)	Kualitas Produksi (Zi)	Hasil
1	29	98	1.41	0.066	80	Baik
2	51	4	1.43	0.2632	50	Buruk
3	35	70	1.98	0.3878	80	Baik
4	40	63	2.53	0.2449	50	Buruk
5	17	40	1.68	0.2	80	Baik

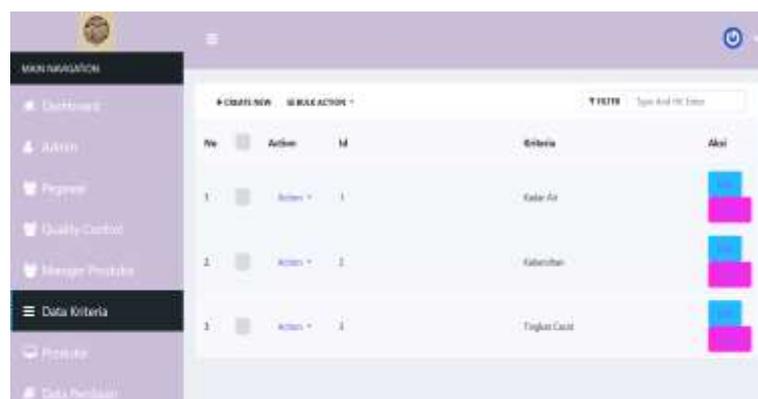
3.6 Implementasi ke aplikasi web



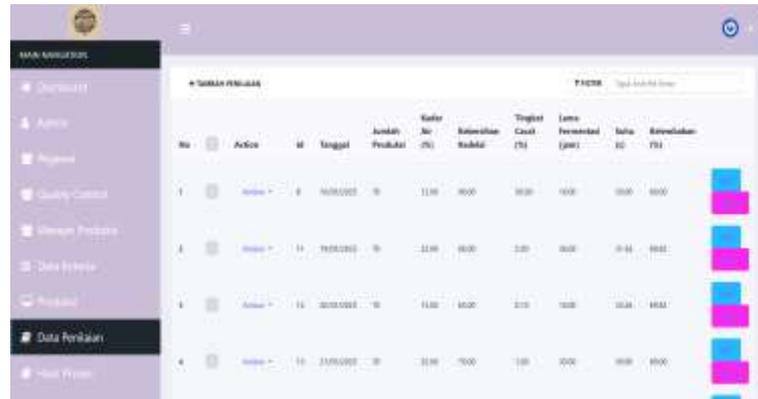
Gambar 6 Halaman Login



Gambar 7 Halaman Dashboard

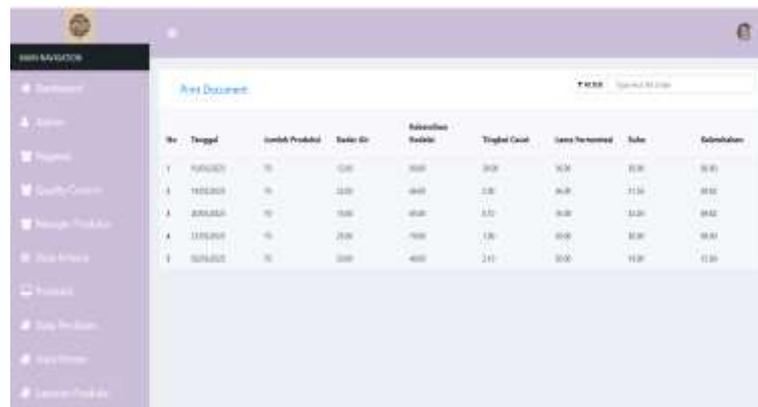


Gambar 8 Halaman Kriteria



No	Aksi	Id	Tanggal	Jumlah Produk	Suhu	Kebersihan	Tingkat Cacat	Lama Perencanaan	Suhu	Evaluasi
1	1100	9000	...	...	...	...	...
2	1100	9000	...	...	...	...	...
3	1100	9000	...	...	...	...	...
4	1100	9000	...	...	...	...	...

Gambar 9 Halaman Penilaian



No	Tanggal	Jumlah Produk	Suhu	Kebersihan	Tingkat Cacat	Lama Perencanaan	Suhu	Evaluasi
1
2
3
4

Gambar 10 Halaman Laporan

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa aplikasi sistem penentuan kualitas produksi tempe berbasis web yang dibangun dengan metode *Fuzzy Inference System* (FIS) metode Sugeno dapat membantu Pabrik Tempe Pak Syarif dalam menilai kualitas produksi secara lebih akurat dan konsisten. Sistem ini mampu mengolah parameter kadar air, kebersihan, dan tingkat cacat untuk menghasilkan keputusan otomatis apakah produk tergolong baik atau buruk, sehingga dapat meminimalisir produk cacat dan mendukung efisiensi proses produksi.

REFERENCES

Gede, O. I., Sudipa, I., Agus, I. P., & Darma, E. (2023). METODE PENELITIAN BID INFORMATIKA (Teori & Ref Studi Kasus). 87155

Handayani, S. (2023). "Analisis Pengendalian Kualitas Produksi pada Industri Manufaktur Menggunakan Metode Six Sigma." *Jurnal Teknik Industri dan Sistem Produksi*, 12(1), 55–62.

Hadi Zakaria & Ismail. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM PRESENSI KARYAWAN BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN FRAMEWORK FLUTTER DAN LIBRARY GEOLOCATOR: (Studi Kasus : PT. KAIA Anugerah Internasional). *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 1(5), 1355–1369. Retrieved from <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/3309>

Iqbal, M., Nasir, J., Supriyadi, A., Nurhayati, S., Hafidzah, H., Pernando, Y., Hurnaningsih, H., Laksana, F. F., Rusdan, R., Alam, S. N., Julisawati, E. A., Prayudani, S., Husna, M., Lase, Y. Y., Mardiyati, S., & Purtingrum, S. W. (2024). *Konsep Kecerdasan Buatan*. 1–384.

Ismail. (2020). *Otodidak Web Programming: Membuat Website Edutainment*. 37. <https://books.google.co.id/books?id=I73NDwAAQBAJ>

Kassem, S., & Alhajj, R. (2022). "Analyzing Agile Principles in Modern Software Development Projects." *Journal of Systems and Software*, 188, 111251.



- Khoiriyah Ramdani, S., & Zakaria, H. (2023). Penerapan Framework Laravel Dalam Rancangan Aplikasi Data Warehouse Untuk Optimalisasi Pencarian Barang Dengan Metode Lifo . *JURIHUM : Jurnal Inovasi Dan Humaniora*, 1(4), 486–498. Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/Jurihum/article/view/750>
- Muhammad, R., & Zakaria, H. (2024). Penerapan Algoritma K-Means dalam Penentuan Siswa Bermasalah Berdasarkan Running Record (Studi Kasus: SMK Averus Jakarta). *JRIIN : Jurnal Riset Informatika Dan Inovasi*, 1(7). Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/jriin/article/view/819>
- Mujab, S., & Zakaria, H. (2023). Implementasi Algoritma Multilevel Feedback Queue Scheduling Untuk Sistem Antrian Booking Menggunakan Framework Flutter: (Studi Kasus : Bengkel Putra Jaya Motor) . *Buletin Ilmiah Ilmu Komputer Dan Multimedia (BIIKMA)*, 1(3), 382–395. Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/biikma/article/view/725>
- Puspitasari, A., & Zakaria, H. (2023). Sistem Informasi Aplikasi Penentuan Jurusan Yang Sesuai Dengan Minat Menggunakan Pendekatan Fuzzy Sugeno (Studi Kasus: SMK Fadilah). *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, 1(3), 630-642.
- Ridwansyah, M., & Zakaria, H. (2023). Implementasi Algoritma Gradient Boosting Pada Aplikasi Hutang Piutang Perorangan Secara Berbasis Web Untuk Meningkatkan Akurasi Prediksi Pelunasan Hutang: (Studi Kasus : PT Naila Kreasi Mandiri). *JURIHUM : Jurnal Inovasi Dan Humaniora*, 1(4), 440–451. Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/Jurihum/article/view/722>
- Rindiyani, & Zakaria, H. (2024). Implementasi Metode FIFO pada Sistem Pendaftaran dan Antrian Pasien pada FX Dental Clinic Berbasis Web. *JRIIN : Jurnal Riset Informatika Dan Inovasi*, 1(7). Retrieved from <https://jurnalmahasiswa.com/index.php/jriin/article/view/821>
- Suryadi, A. (2022). Transformasi Industri Menuju Era Digital: Konsep dan Aplikasi. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Wahyuning, S. (2023). Akuntansi Pajak. Yayasan Prima Agus Teknik, 9(1), 1–105.
- Widyastuti, Y. M., Oktiarso, T., & Putrianto, N. K. (2024). Perencanaan dan Analisis Kebutuhan Pengguna dalam Pengembangan Sistem Informasi Hubungan Pelanggan. *Kurawal: Jurnal Teknologi, Informasi dan Industri*, 7(1), 01-11.
- Wijaya, A. (2022). Manajemen Proyek Teknologi Informasi. Yogyakarta: Deepublish.
- Wijayanto, O. S., Putra, R. A., & Darmans, D. (2024). Buku Ajar Analisa perancang Informasi. 35.
- Yuliani, D., & Setiawan, H. (2023). Comparative Analysis of Mamdani and Sugeno Methods in Predictive Modeling. *International Journal of Fuzzy Systems and Data Science*, 8(1), 24-33.