

## Implementasi Fuzzy Tsukamoto untuk Memprediksi Jumlah Produksi Batu Bata Merah pada Industri Batu Bata di Kecamatan Pino Raya

Miki Andika<sup>1\*</sup>, Edy Hermansyah<sup>2</sup>, Dewi Suranti<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Universitas Dehasen Bengkulu, Indonesia

<sup>1</sup>[mikiandika89@gmail.com](mailto:mikiandika89@gmail.com), <sup>2</sup>[edhermanz@gmail.com](mailto:edhermanz@gmail.com), <sup>3</sup>[dewisuranti@unived.ac.id](mailto:dewisuranti@unived.ac.id)



### Histori Artikel:

Diajukan: 25 Juni 2026

Disetujui: 14 Juli 2026

Dipublikasi: 19 Juli 2026

### Kata Kunci:

Prediksi, Produksi Batu Bata Merah, Fuzzy Tsukamoto, MAPE. Black Box Testing

*Digital Transformation Technology (Digitech) is an Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0).*

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto dalam memprediksi jumlah produksi batu bata merah pada industri batu bata di Kecamatan Pino Raya. Permasalahan yang melatarbelakangi penelitian ini adalah proses penentuan jumlah produksi yang masih dilakukan secara manual, sehingga kerap menimbulkan ketidaksesuaian antara jumlah produksi dengan permintaan dan persediaan yang tersedia. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan sebuah sistem berbasis web menggunakan bahasa pemrograman PHP dan basis data MySQL, dengan variabel permintaan dan persediaan sebagai input, serta variabel produksi sebagai output. Perhitungan dalam sistem ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi fuzzy, dan defuzzifikasi. Pengujian terhadap sistem dilakukan menggunakan metode Black Box Testing untuk menguji fungsionalitas sistem, serta Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk mengukur tingkat akurasi prediksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat melakukan prediksi jumlah produksi batu bata merah secara otomatis dengan tingkat akurasi yang tergolong baik, ditunjukkan oleh nilai MAPE sebesar 13,73% pada penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto di industri batu bata Kecamatan Pino Raya.

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi saat ini berlangsung sangat pesat dan telah memberikan dampak yang signifikan di berbagai sektor, termasuk sektor industri dan usaha kecil menengah. Pemanfaatan teknologi tersebut tidak hanya berperan dalam mempercepat proses kerja, tetapi juga mendukung peningkatan efisiensi, ketepatan pengambilan keputusan, serta optimalisasi sumber daya. Dalam konteks industri, teknologi informasi banyak dimanfaatkan untuk membantu perencanaan, pengendalian, dan prediksi produksi.

Kecamatan Pino Raya, yang terletak di Kabupaten Bengkulu Selatan, Provinsi Bengkulu, merupakan salah satu wilayah dengan mayoritas penduduknya menjalankan usaha industri batu bata merah yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan bahan bangunan di wilayah sekitarnya. Proses produksi yang diterapkan hingga saat ini masih bersifat tradisional, mulai dari pengambilan tanah liat, pencampuran dengan air, pencetakan manual menggunakan cetakan kayu, pengeringan dengan memanfaatkan sinar matahari, hingga pembakaran menggunakan tungku sederhana. Seluruh tahapan produksi tersebut sangat bergantung pada kondisi cuaca dan ketersediaan tenaga kerja, sehingga turut memengaruhi kelancaran dan kapasitas produksi. Permasalahan semakin kompleks mengingat permintaan batu bata merah bersifat fluktuatif, baik secara harian, mingguan, maupun bulanan, sementara pencatatan data permintaan, persediaan, dan produksi masih dilakukan secara sederhana melalui pembukuan manual. Sebagian pelaku industri bahkan hanya mengandalkan pengalaman dan ingatan tanpa dukungan perhitungan yang sistematis, sehingga sering menyebabkan terjadinya kelebihan maupun kekurangan produksi.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode Fuzzy Tsukamoto. Metode ini dipilih karena bekerja dengan aturan if-then yang bersifat intuitif dan mudah dipahami, serta menghasilkan output tegas (crisp) melalui fungsi keanggotaan yang monoton, sehingga hasil perhitungannya dapat langsung digunakan sebagai nilai produksi yang tercatat secara kuantitatif.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas metode Fuzzy Tsukamoto dalam permasalahan serupa. Penelitian yang dilakukan oleh Khozali et al. (2026) bertujuan untuk menerapkan metode fuzzy tsukamoto dalam menentukan jumlah produksi tahu berdasarkan data permintaan dan persediaan, dengan melalui tahapan fuzzifikasi, pembentukan aturan, inferensi  $\alpha$ -predikat, dan defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot, sehingga diperoleh rekomendasi jumlah produksi optimal sebesar 3.958 kg pada kondisi permintaan 4.325 kg dan persediaan 560 kg, yang menunjukkan bahwa metode ini mampu menghasilkan keputusan produksi yang lebih terukur. Selanjutnya, penelitian oleh Purba dan Avianto (2025) mengimplementasikan logika fuzzy tsukamoto untuk mengoptimalkan jumlah produksi es batu kemasan dengan variabel permintaan dan persediaan, dan menghasilkan nilai MAPE sebesar 1,86% dengan tingkat akurasi sangat

baik. Selain itu, penelitian oleh Bayyinah et al. (2024) menentukan jumlah produksi optimal pada UMKM Strudel Kota Bogor menggunakan logika fuzzy dengan tiga variabel input berupa bahan baku, permintaan, dan persediaan, serta satu variabel output berupa jumlah produksi, dengan hasil produksi optimal untuk varian apel pada periode tertentu sebesar 60 pcs. Ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto secara konsisten mampu memberikan hasil prediksi atau rekomendasi produksi yang akurat pada berbagai jenis industri, sehingga relevan untuk diterapkan pada permasalahan produksi batu bata merah.

Berdasarkan permasalahan dan kajian penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto sebagai solusi untuk memprediksi jumlah produksi batu bata merah dengan variabel input berupa permintaan dan persediaan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi industri batu bata merah di Kecamatan Pino Raya dalam meningkatkan ketepatan perencanaan produksi serta mendukung pengelolaan usaha yang lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dalam memprediksi jumlah produksi batu bata merah berdasarkan variabel permintaan dan persediaan, serta bagaimana perancangan dan pembangunan sistem prediksi yang mampu membantu menentukan jumlah produksi batu bata merah pada industri batu bata di Kecamatan Pino Raya. Sejalan dengan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto dalam memprediksi jumlah produksi batu bata merah berdasarkan variabel permintaan dan persediaan, serta merancang dan membangun sistem prediksi berbasis web yang dapat membantu pelaku industri batu bata merah di Kecamatan Pino Raya dalam menentukan jumlah produksi secara lebih tepat dan terukur.

## STUDI LITERATUR

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan efektivitas metode Fuzzy Tsukamoto dalam permasalahan penentuan jumlah produksi pada berbagai jenis industri. Khozali et al. (2026) menerapkan metode tersebut untuk menentukan jumlah produksi tahu berdasarkan data permintaan dan persediaan, melalui tahapan fuzzifikasi, pembentukan aturan, inferensi  $\alpha$ -predikat, dan defuzzifikasi menggunakan metode rata-rata terbobot, dan memperoleh rekomendasi produksi optimal sebesar 3.958 kg pada kondisi permintaan 4.325 kg dan persediaan 560 kg. Purba dan Avianto (2025) mengimplementasikan logika fuzzy Tsukamoto untuk mengoptimalkan jumlah produksi es batu kemasan dengan variabel permintaan dan persediaan, dan menghasilkan tingkat akurasi sangat baik dengan nilai MAPE sebesar 1,86%. Sementara itu, Bayyinah et al. (2024) menggunakan logika fuzzy dengan tiga variabel input, yaitu bahan baku, permintaan, dan persediaan, untuk menentukan jumlah produksi optimal pada UMKM Strudel di Kota Bogor, dengan hasil produksi optimal varian apel sebesar 60 pcs pada satu periode produksi. Ketiga penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto secara konsisten dapat menghasilkan keputusan produksi yang lebih terukur pada beragam konteks industri, meskipun variabel input maupun objek penerapannya berbeda-beda.

Secara konseptual, logika fuzzy merupakan cabang kecerdasan buatan yang mensimulasikan proses penalaran manusia melalui algoritme komputer yang mampu memberikan interpretasi logis terhadap pernyataan yang bersifat tidak presisi (Nugroho et al., 2023). Logika ini menggabungkan aturan logika dengan konsep matematis untuk mengonversi nilai numerik menjadi nilai linguistik yang dapat dipahami manusia, melalui penerapan fungsi keanggotaan, himpunan fuzzy, operasi fuzzy, aturan fuzzy, dan inferensi fuzzy, sehingga menghasilkan pengambilan keputusan yang lebih adaptif dibandingkan sistem konvensional (Purba & Avianto, 2025). Salah satu pendekatan dalam logika fuzzy yang digunakan untuk mengatasi situasi pengambilan keputusan kompleks adalah metode Tsukamoto.

Metode Fuzzy Tsukamoto bekerja dengan menghitung setiap output dari aturan *if-then* menggunakan himpunan fuzzy yang bersifat monoton, sehingga setiap konsekuensi aturan diwakili oleh bentuk yang jelas dan output akhirnya bersifat tegas (crisp), memudahkan identifikasi hubungan antara input dan output (Purba & Avianto, 2025). Metode ini banyak diterapkan untuk menentukan jumlah produksi yang optimal karena mampu mengolah variabel-variabel dinamis seperti permintaan dan persediaan yang sifatnya fleksibel, dengan hasil akhir diperoleh melalui perhitungan rata-rata terbobot berdasarkan nilai  $\alpha$ -predikat dari setiap aturan (Jawa & Wati, 2024; Purba & Avianto, 2025). Keunggulan utama metode Tsukamoto terletak pada kemudahannya untuk dipahami serta kemampuannya menangani informasi yang bersifat kualitatif, tidak tepat, dan tidak jelas, sehingga sesuai untuk diterapkan pada permasalahan produksi yang dipengaruhi oleh faktor-faktor yang sulit diukur secara pasti, seperti pada industri batu bata merah.

Proses komputasi pada metode Fuzzy Tsukamoto terdiri atas tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah fuzzifikasi, yaitu proses mengonversi data input ke dalam variabel linguistik dengan menetapkan semesta pembicaraan, himpunan fuzzy, dan domain setiap himpunan, yang umumnya direpresentasikan melalui kurva linear naik maupun linear turun untuk memperoleh nilai fungsi keanggotaan (Purba & Avianto, 2025). Tahap kedua adalah inferensi fuzzy, yaitu proses penentuan keputusan berdasarkan aturan *if-then* yang telah ditetapkan, dengan nilai  $\alpha$ -predikat diperoleh dari nilai minimum derajat keanggotaan pada bagian *if* setiap aturan, dan nilai output tegas (Z) dihitung berdasarkan  $\alpha$ -predikat tersebut. Tahap terakhir adalah defuzzifikasi, yaitu proses

mengubah variabel fuzzy hasil inferensi menjadi nilai numerik akhir, dengan metode centroid sebagai salah satu pendekatan yang umum digunakan, yaitu dengan menghitung titik pusat ( $z^*$ ) melalui rata-rata terbobot dari  $\alpha$ -predikat dan nilai  $Z$  setiap aturan.

Penerapan metode Fuzzy Tsukamoto dalam penelitian ini termasuk dalam ranah forecasting atau peramalan, yaitu teknik analisis yang menggunakan data historis sebagai dasar untuk memperkirakan tren atau kejadian pada masa mendatang (Riyanto & Putera, 2022). Peramalan berperan sebagai alat bantu perencanaan yang efektif, penetapan kebutuhan sumber daya pada masa depan, serta acuan dalam pengambilan keputusan manajerial (Supuwingsih et al., 2022). Akurasi suatu metode peramalan tetap mengandung unsur kesalahan (error) karena pada dasarnya peramalan hanya mengurangi ketidakpastian, bukan menghilangkannya sepenuhnya, sehingga pengukuran tingkat kesalahan melalui indikator seperti MAPE menjadi penting untuk menilai kelayakan suatu model prediksi.

Dari sisi implementasi teknis, sistem prediksi dalam penelitian ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP, yaitu bahasa pemrograman *open-source* yang dirancang khusus untuk pengembangan web dan dijalankan secara sepenuhnya di sisi server (*server-side*) (Sophan et al., 2025), serta basis data MySQL sebagai sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang banyak digunakan dalam pemrograman web karena keunggulannya dalam kecepatan proses, kemudahan penggunaan, sifat open source, serta kemampuannya mengelola data dalam jumlah besar (Setyadi et al., 2022). Perancangan alur proses sistem digambarkan melalui Data Flow Diagram (DFD), yaitu model yang membagi sistem ke dalam modul-modul yang lebih kecil untuk memudahkan pengguna, termasuk yang tidak memiliki latar belakang teknis komputer, dalam memahami proses dan aliran data yang berjalan pada sistem (Herlina et al., 2022).

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, terlihat bahwa penerapan metode Fuzzy Tsukamoto untuk prediksi atau optimalisasi jumlah produksi telah banyak dilakukan pada berbagai sektor industri, seperti produksi tahu, es batu kemasan, dan kue strudel, namun belum ditemukan penerapannya pada industri batu bata merah yang memiliki karakteristik produksi unik, yaitu sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca dan ketersediaan tenaga kerja. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan (gap) penelitian yang menjadi dasar bagi penelitian ini untuk menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto pada konteks industri batu bata merah di Kecamatan Pino Raya, dengan variabel permintaan dan persediaan sebagai input, guna menghasilkan sistem prediksi yang akurat dan dapat diimplementasikan secara praktis melalui platform berbasis web.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa perangkat lunak (*software engineering research method*) dengan model pengembangan Waterfall, yang terdiri atas lima tahapan: requirements definition, system and software design, implementation and unit testing, integration and system testing, serta operation and maintenance. Alur penelitian secara lengkap digambarkan pada flowchart gambar 1.

Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik, yaitu observasi langsung terhadap proses produksi batu bata pada tiga pelaku industri di Kecamatan Pino Raya (Ari Hartanto di Desa Tanggo Raso, Rici di Desa Padang Serasan, dan Jhoken di Desa Selipi), wawancara dengan ketiga pelaku usaha tersebut, serta studi pustaka dari jurnal dan buku terkait logika fuzzy dan metode Tsukamoto. Data yang dikumpulkan berupa jumlah permintaan, persediaan, dan produksi batu bata merah selama periode Juli–Desember 2025.

Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa proses produksi batu bata di Kecamatan Pino Raya masih bersifat tradisional dan pencatatan datanya dilakukan secara manual, sehingga sering terjadi ketidaksesuaian antara jumlah produksi dengan permintaan dan persediaan. Berdasarkan permasalahan tersebut, dirancang sebuah sistem prediksi berbasis web menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, dengan variabel permintaan ( $x$ ) dan persediaan ( $y$ ) sebagai input serta variabel produksi ( $z$ ) sebagai output. Setiap variabel direpresentasikan oleh dua himpunan fuzzy (permintaan: turun/naik; persediaan: sedikit/banyak; produksi: berkurang/bertambah) menggunakan fungsi keanggotaan kurva linear naik dan turun.

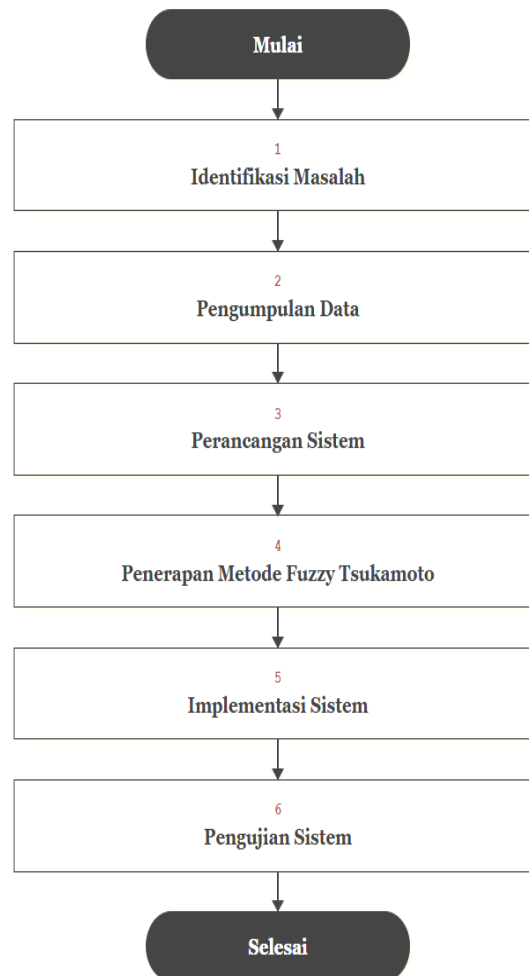
Proses komputasi Fuzzy Tsukamoto dilakukan melalui tiga tahap. Pertama, fuzzifikasi, yaitu konversi data crisp permintaan dan persediaan menjadi derajat keanggotaan pada masing-masing himpunan fuzzy. Kedua, inferensi, menggunakan basis aturan (*rule base*) yang terdiri atas empat aturan IF–THEN:

- R1: IF Permintaan TURUN AND Persediaan BANYAK THEN Produksi BERKURANG
- R2: IF Permintaan TURUN AND Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERKURANG
- R3: IF Permintaan NAIK AND Persediaan BANYAK THEN Produksi BERTAMBAH
- R4: IF Permintaan NAIK AND Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERTAMBAH

Nilai  $\alpha$ -predikat setiap aturan dihitung menggunakan operator minimum (MIN) antara derajat keanggotaan permintaan dan persediaan. Ketiga, defuzzifikasi, menggunakan metode rata-rata terbobot (*weighted average*) untuk menghasilkan nilai akhir prediksi produksi ( $Z$ ) yang bersifat tegas (crisp).

Arsitektur sistem terdiri atas komponen *crisp input* (data permintaan dan persediaan), *fuzzification interface*, *fuzzy rule base*, *inference engine*, *defuzzification interface*, hingga *crisp output* berupa hasil prediksi. Rancangan sistem dimodelkan melalui Data Flow Diagram (diagram konteks, DFD level 0, dan DFD level 1) serta Entity Relationship Diagram, dengan basis data terdiri atas empat tabel utama: admin, pelaku usaha, persediaan/permintaan, dan hasil prediksi. Sistem diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan basis data MySQL, dan diuji menggunakan Black Box Testing untuk memverifikasi fungsionalitas, serta Mean Absolute Percentage Error (MAPE) untuk mengukur tingkat akurasi hasil prediksi terhadap data aktual.

Tahapan penelitian yang dilakukan seperti terlihat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Berikut penjelasan dari tahapan penelitian yang terlihat pada gambar 1:

#### Identifikasi Masalah

Tahap identifikasi masalah merupakan proses awal penelitian yang bertujuan untuk mengenali, menganalisis, dan merumuskan permasalahan pada objek penelitian. Pada tahap ini, peneliti mengkaji kondisi yang terjadi di lapangan, mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi aktual dan kondisi yang diharapkan, serta menentukan batasan masalah sebagai dasar pengembangan sistem.

#### Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang relevan sebagai pendukung penelitian. Data diperoleh melalui berbagai teknik, seperti observasi, wawancara, studi pustaka, dan dokumentasi. Selanjutnya, data dianalisis untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem serta menentukan variabel yang diperlukan dalam penerapan metode Fuzzy Tsukamoto.

**Perancangan Sistem**

Tahap perancangan sistem bertujuan menyusun desain sistem yang akan dibangun. Perancangan meliputi alur proses, struktur basis data, antarmuka pengguna, dan mekanisme pengolahan data. Hasil dari tahap ini berupa rancangan sistem yang menjadi pedoman dalam proses implementasi.

**Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto**

Tahap ini berfokus pada implementasi metode Fuzzy Tsukamoto ke dalam sistem yang telah dirancang. Prosesnya meliputi penentuan variabel input dan output, pembentukan himpunan fuzzy, penyusunan aturan (rule base), proses inferensi, serta defuzzifikasi untuk menghasilkan nilai keputusan yang optimal.

**Implementasi Sistem**

Tahap implementasi merupakan proses penerjemahan rancangan sistem ke dalam bentuk aplikasi yang dapat dioperasikan. Kegiatan pada tahap ini meliputi pengkodean program, integrasi metode Fuzzy Tsukamoto, serta konfigurasi seluruh komponen sistem sehingga siap digunakan.

**Pengujian Sistem**

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Pengujian mencakup verifikasi fungsi sistem, evaluasi akurasi perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto, serta penilaian terhadap kinerja sistem secara keseluruhan.

**Selesai**

Tahap akhir menunjukkan bahwa seluruh rangkaian penelitian telah dilaksanakan secara sistematis. Jika sistem telah memenuhi tujuan yang ditetapkan dan menghasilkan keluaran yang sesuai, maka penelitian dinyatakan selesai dan sistem siap untuk diterapkan maupun dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

## **HASIL**

**Hasil Implementasi Sistem**

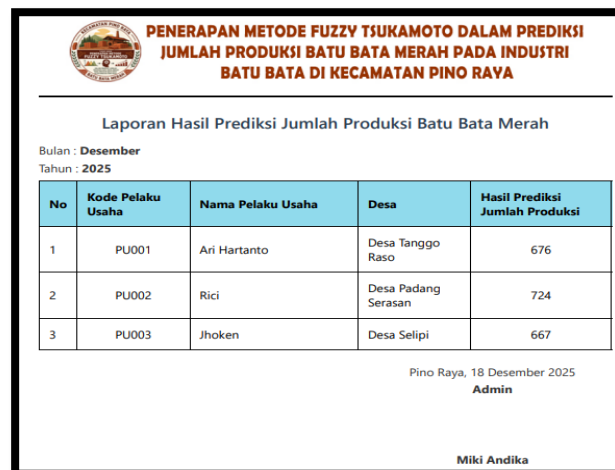
Implementasi sistem merupakan tahap merealisasikan hasil perancangan ke dalam aplikasi berbasis web yang mengintegrasikan antarmuka, basis data, dan metode Fuzzy Tsukamoto, sehingga dapat digunakan untuk mengolah data serta memprediksi jumlah produksi batu bata merah. Sistem dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan basis data MySQL, dan berfokus pada pengolahan data permintaan serta persediaan untuk menghasilkan prediksi jumlah produksi yang dapat dijadikan acuan oleh pelaku usaha dalam menentukan jumlah produksi pada periode berikutnya.

Sebelum sistem diterapkan, pencatatan data permintaan, persediaan, dan produksi masih dilakukan secara manual melalui pembukuan sederhana, yang sering menimbulkan keterlambatan pencatatan, kesalahan perhitungan, serta kesulitan dalam menentukan jumlah produksi yang tepat. Setelah sistem diimplementasikan, proses pengolahan data dilakukan secara terkomputerisasi sehingga pencatatan dan perhitungan prediksi menjadi lebih cepat, lebih rapi, dan lebih minim kesalahan dibandingkan proses manual sebelumnya.

Sistem ini diimplementasikan secara *online* dan dapat diakses melalui jaringan internet pada alamat <https://pinorayabatubatamerah.online/>, sehingga pelaku usaha industri batu bata merah dapat mengelola data dan melakukan prediksi produksi kapan saja dan di mana saja. Antarmuka sistem terdiri atas tujuh halaman utama, yaitu halaman login, dashboard, input data pelaku usaha, input data persediaan, input data permintaan, proses prediksi produksi menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto, serta output laporan hasil prediksi jumlah produksi batu bata merah.

**Hasil Implementasi Antarmuka Sistem**

Antarmuka sistem yang dibangun terdiri atas delapan halaman utama yang saling terintegrasi: halaman login dan registrasi untuk autentikasi pengguna; dashboard yang menampilkan ringkasan data berupa total pelaku usaha, rata-rata persediaan, dan rata-rata permintaan; halaman input data pelaku usaha, persediaan, dan permintaan untuk pengelolaan data master; halaman prediksi produksi yang menjalankan perhitungan metode Fuzzy Tsukamoto; serta halaman output laporan yang menyajikan hasil prediksi berdasarkan periode dan pelaku usaha tertentu



| No | Kode Pelaku Usaha | Nama Pelaku Usaha | Desa                | Hasil Prediksi Jumlah Produksi |
|----|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| 1  | PU001             | Ari Hartanto      | Desa Tanggo Raso    | 676                            |
| 2  | PU002             | Rici              | Desa Padang Serasan | 724                            |
| 3  | PU003             | Jhoken            | Desa Selipi         | 667                            |

Pino Raya, 18 Desember 2025  
Admin  
Miki Andika

Gambar 2. Laporan Hasil Prediksi Jumlah Produksi Batu Bata Merah

Pada halaman prediksi pengguna memilih kode pelaku usaha yang akan diproses, kemudian sistem secara otomatis mengambil data permintaan dan persediaan dari database, menjalankan tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi, lalu menampilkan hasil prediksi jumlah produksi pada halaman laporan seperti terlihat pada gambar 2 di atas.

### Implementasi Metode Fuzzy Tsukamoto

#### Variabel dan Fungsi Keanggotaan

Implementasi metode Fuzzy Tsukamoto menggunakan dua variabel input (permintaan dan persediaan) serta satu variabel output (produksi), masing-masing dengan dua himpunan fuzzy: permintaan (TURUN/NAIK), persediaan (SEDIKIT/BANYAK), dan produksi (BERKURANG/BERTAMBAH). Rentang nilai setiap variabel ditentukan berdasarkan data enam bulan (Juli–Desember 2025) dari tiga pelaku usaha di Kecamatan Pino Raya seperti terlihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1 Data 3 Pelaku Usaha Industri Batu Bata Merah Bulan Juli-Desember Tahun 2025

| No. | Nama Pelaku Usaha                  | Bulan     | Jumlah Persediaan | Jumlah Permintaan | Jumlah Produksi |
|-----|------------------------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------------|
| 1   | Ari Hartanto<br>(Desa Tanggo Raso) | Juli      | 120               | 700               | 650             |
|     |                                    | Agustus   | 70                | 800               | 850             |
|     |                                    | September | 120               | 650               | 600             |
|     |                                    | Oktober   | 70                | 900               | 850             |
|     |                                    | November  | 20                | 600               | 750             |
|     |                                    | Desember  | 170               | 950               | 820             |
| 2.  | Rici<br>(Desa Padang Serasan)      | Juli      | 100               | 400               | 500             |
|     |                                    | Agustus   | 200               | 750               | 600             |
|     |                                    | September | 50                | 650               | 750             |
|     |                                    | Oktober   | 150               | 600               | 500             |
|     |                                    | November  | 50                | 600               | 650             |
|     |                                    | Desember  | 100               | 800               | 700             |
| 3.  | Jhoken<br>(Desa Selipi)            | Juli      | 100               | 400               | 600             |
|     |                                    | Agustus   | 300               | 650               | 500             |
|     |                                    | September | 150               | 650               | 700             |



|           |  |          |     |     |     |
|-----------|--|----------|-----|-----|-----|
|           |  | Oktober  | 200 | 600 | 500 |
|           |  | November | 100 | 600 | 650 |
|           |  | Desember | 150 | 650 | 700 |
| Nilai Max |  |          | 300 | 950 | 850 |
| Nilai Min |  |          | 20  | 400 | 500 |

Dari Tabel 1 tersebut, didapatkan bahwa variabel persediaan menghasilkan rentang persediaan 20–300, permintaan 400–950, dan produksi 500–850. Berdasarkan rentang tersebut, fungsi keanggotaan dirumuskan sebagai berikut:

**Variabel Persediaan (y):**

$$\mu_{SEDIKIT}(y) = \begin{cases} 1 & y \leq 20 \\ \frac{300 - y}{300 - 20} & 20 \leq y \leq 300 \\ 0 & y \geq 300 \end{cases}$$

$$\mu_{BANYAK}(y) = \begin{cases} 0 & y \leq 20 \\ \frac{y - 20}{300 - 20} & 20 \leq y \leq 300 \\ 1 & y \geq 300 \end{cases}$$

**Variabel Permintaan (x):**

$$\mu_{TURUN}(x) = \begin{cases} 1 & x \leq 400 \\ \frac{950 - x}{950 - 400} & 400 \leq x \leq 950 \\ 0 & x \geq 950 \end{cases}$$

$$\mu_{NAIK}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq 400 \\ \frac{x - 400}{950 - 400} & 400 \leq x \leq 950 \\ 1 & x \geq 950 \end{cases}$$

**Variabel Produksi (z):**

$$\mu_{BERKURANG}(z) = \begin{cases} 1 & z \leq 500 \\ \frac{850 - z}{850 - 500} & 500 \leq z \leq 850 \\ 0 & z \geq 850 \end{cases}$$

$$\mu_{BERTAMBAH}(z) = \begin{cases} 0 & z \leq 500 \\ \frac{z - 500}{850 - 500} & 500 \leq z \leq 850 \\ 1 & z \geq 850 \end{cases}$$

**Basis Aturan Fuzzy**

Pengambilan keputusan menggunakan empat aturan IF–THEN:

1. IF Permintaan TURUN AND Persediaan BANYAK THEN Produksi BERKURANG
2. IF Permintaan TURUN AND Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERKURANG
3. IF Permintaan NAIK AND Persediaan BANYAK THEN Produksi BERTAMBAH
4. IF Permintaan NAIK AND Persediaan SEDIKIT THEN Produksi BERTAMBAH

**Contoh Perhitungan:**

**Fuzzifikasi, Inferensi, dan Defuzzifikasi**

Sebagai ilustrasi, digunakan data Pelaku Usaha Ari Hartanto pada Desember 2025 dengan persediaan 170 dan permintaan 950.

**Fuzzifikasi:**

$$\mu_{SEDIKIT}(170) = \frac{300 - y}{300 - 20} = \frac{300 - 170}{300 - 20} = \frac{130}{280} = 0,464$$

$$\mu_{BANYAK}(170) = \frac{y - 20}{300 - 20} = \frac{170 - 20}{300 - 20} = \frac{150}{280} = 0,536$$

**Inferensi** (nilai  $\alpha$ -predikat menggunakan operator MIN, dan nilai z dari setiap aturan):

Tabel 2. Aturan Inferensi

| Aturan                                                                          | $\alpha$ -predikat       | Nilai z |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|
| <b>R1: TURUN <math>\wedge</math> BANYAK <math>\rightarrow</math> BERKURANG</b>  | $\min(0; 0,536) = 0$     | 850     |
| <b>R2: TURUN <math>\wedge</math> SEDIKIT <math>\rightarrow</math> BERKURANG</b> | $\min(0; 0,464) = 0$     | 850     |
| <b>R3: NAIK <math>\wedge</math> BANYAK <math>\rightarrow</math> BERTAMBAH</b>   | $\min(1; 0,536) = 0,536$ | 687,6   |
| <b>R4: NAIK <math>\wedge</math> SEDIKIT <math>\rightarrow</math> BERTAMBAH</b>  | $\min(1; 0,464) = 0,464$ | 662,4   |

**Defuzzifikasi** menggunakan metode rata-rata terbobot:

Defuzzifikasi merupakan tahap akhir dalam metode Fuzzy Tsukamoto yang digunakan untuk menghasilkan nilai output berupa jumlah produksi batu bata merah yang bersifat tegas (crisp). Pada penelitian ini proses defuzzifikasi dilakukan menggunakan metode rata-rata terbobot (weighted average). Nilai akhir prediksi diperoleh dari hasil perhitungan seluruh nilai  $\alpha$ -predikat dan nilai z yang dihasilkan pada proses inferensi fuzzy.

$$Z = \frac{\sum(\alpha_i * z_i)}{\sum \alpha_i}$$

Keterangan:

Z = hasil prediksi jumlah produksi

$\alpha_i$  = nilai  $\alpha$ -predikat dari aturan ke-i

$z_i$  = nilai output dari aturan ke-i

$$Z = \frac{(0 * 850) + (0 * 850) + (0,536 * 687,6) + (0,464 * 662,4)}{0 + 0 + 0,536 + 0,464}$$

$$Z = \frac{0 + 0 + 368,5536 + 307,3536}{1}$$

$$Z = \frac{675,907}{1}$$

$$Z = 675,907$$

Hasil tersebut menunjukkan prediksi jumlah produksi batu bata merah untuk Pelaku Usaha Ari Hartanto pada Desember 2025 sebesar **676 pcs**. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu menjalankan seluruh tahapan perhitungan — fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi — secara otomatis dan terkomputerisasi, sehingga mempercepat proses perhitungan serta mengurangi kesalahan dibandingkan perhitungan manual yang sebelumnya digunakan.

## Pengujian Sistem

### 1. Black Box Testing

Pengujian Black Box Testing dilakukan untuk memverifikasi fungsionalitas sistem tanpa memeriksa struktur kode program, dengan memberikan input pada sistem dan mengamati kesesuaian output yang dihasilkan. Pengujian dilakukan pada enam fungsi utama: input data permintaan, input data persediaan, proses fuzzifikasi, proses inferensi, proses defuzzifikasi, dan output hasil prediksi. Seluruh fungsi tersebut menunjukkan hasil yang sesuai dengan rancangan — sistem berhasil menerima dan menyimpan data sesuai input pengguna, menghitung derajat keanggotaan fuzzy dengan tepat, menjalankan aturan inferensi sesuai  $\alpha$ -predikat yang dihasilkan, serta menampilkan nilai akhir prediksi melalui proses defuzzifikasi rata-rata terbobot.

### 2. Pengujian Akurasi Menggunakan MAPE

Tingkat akurasi hasil prediksi diukur menggunakan Mean Absolute Percentage Error (MAPE), yang membandingkan nilai prediksi sistem dengan data produksi aktual dari tiga pelaku usaha selama Juli–Desember 2025 (Tabel 4.2). Perhitungan MAPE dirumuskan sebagai:



Tabel 3 Hasil Prediksi dan Real Jumlah Produksi Dari 3 Pelaku Usaha Industri Batu Bata Merah Bulan Juli-Desember Tahun 2025

| No. | Nama Pelaku Usaha               | Bulan     | Jumlah Produksi | Hasil Prediksi Jumlah Produksi |
|-----|---------------------------------|-----------|-----------------|--------------------------------|
| 1   | Ari Hartanto (Desa Tanggo Raso) | Juli      | 650             | 684                            |
|     |                                 | Agustus   | 850             | 734                            |
|     |                                 | September | 600             | 666                            |
|     |                                 | Oktober   | 850             | 758                            |
|     |                                 | November  | 750             | 627                            |
|     |                                 | Desember  | 820             | 676                            |
| 2.  | Rici (Desa Padang Serasan)      | Juli      | 500             | 643                            |
|     |                                 | Agustus   | 600             | 703                            |
|     |                                 | September | 750             | 662                            |
|     |                                 | Oktober   | 500             | 654                            |
|     |                                 | November  | 650             | 636                            |
|     |                                 | Desember  | 700             | 724                            |
| 3.  | Jhoken (Desa Selipi)            | Juli      | 600             | 643                            |
|     |                                 | Agustus   | 500             | 659                            |
|     |                                 | September | 700             | 667                            |
|     |                                 | Oktober   | 500             | 647                            |
|     |                                 | November  | 650             | 645                            |
|     |                                 | Desember  | 700             | 667                            |

Dari Tabel 3 tersebut, dilakukan perhitungan MAPE dengan rumus :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{Actual - Prediksi}{Actual} \right| * 100\%$$

$$MAPE = \frac{1}{18} \left( \left| \frac{650 - 684}{650} \right| + \left| \frac{850 - 734}{850} \right| + \left| \frac{600 - 666}{600} \right| + \left| \frac{850 - 758}{850} \right| + \left| \frac{750 - 627}{750} \right| + \left| \frac{820 - 676}{820} \right| + \left| \frac{500 - 643}{500} \right| + \left| \frac{600 - 703}{600} \right| + \left| \frac{750 - 662}{750} \right| + \left| \frac{500 - 654}{500} \right| + \left| \frac{650 - 636}{650} \right| + \left| \frac{700 - 724}{700} \right| + \left| \frac{600 - 643}{600} \right| + \left| \frac{500 - 659}{500} \right| + \left| \frac{700 - 667}{700} \right| + \left| \frac{500 - 647}{500} \right| + \left| \frac{650 - 645}{650} \right| + \left| \frac{700 - 667}{700} \right| \right) * 100\%$$

$$MAPE = \frac{1}{18} (2,471) * 100\%$$

$$MAPE = 0,1373 * 100\%$$

$$MAPE = 13,73\%$$

Nilai MAPE 13,73% tersebut di interpretasikan ke dalam Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4 Interpretasi MAPE

| Nilai MAPE | Tingkat Akurasi |
|------------|-----------------|
| < 10%      | Sangat Baik     |
| 10% – 20%  | Baik            |
| 20% – 50%  | Cukup           |
| > 50%      | Buruk           |

Berdasarkan 18 data uji (3 pelaku usaha  $\times$  6 bulan), diperoleh nilai MAPE sebesar **13,73%**. Berdasarkan tabel interpretasi MAPE seperti yang terlihat pada tabel 4, nilai tersebut berada pada rentang 10–20%, yang menunjukkan tingkat akurasi **"Baik"**. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto mampu memprediksi jumlah produksi batu bata merah pada industri batu bata di Kecamatan Pino Raya dengan tingkat akurasi yang baik.

### PEMBAHASAN

Hasil implementasi dan pengujian menunjukkan bahwa sistem prediksi jumlah produksi batu bata merah berbasis metode Fuzzy Tsukamoto dapat diterapkan pada industri batu bata di Kecamatan Pino Raya. Sistem berhasil mengolah data permintaan dan persediaan secara terkomputerisasi melalui tahapan fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi, sehingga proses prediksi dapat dilakukan lebih cepat dan membantu pelaku usaha dalam menentukan jumlah produksi berdasarkan data yang tersedia, dibandingkan dengan perhitungan manual yang sebelumnya digunakan.

Variasi nilai prediksi yang dihasilkan antar pelaku usaha mencerminkan kepekaan sistem terhadap kombinasi data permintaan dan persediaan: prediksi produksi cenderung meningkat ketika permintaan tinggi disertai persediaan rendah, dan sebaliknya menurun ketika persediaan masih mencukupi. Hal ini menunjukkan bahwa aturan fuzzy berbentuk IF–THEN yang dirancang berhasil merepresentasikan hubungan logis antara ketiga variabel tersebut, sekaligus membuktikan kemampuan metode Fuzzy Tsukamoto dalam mengolah data yang bersifat tidak pasti menjadi dasar pengambilan keputusan produksi yang lebih terukur.

Dari sisi fungsionalitas, hasil Black Box Testing menunjukkan bahwa seluruh fitur sistem — mulai dari input dan penyimpanan data, proses perhitungan fuzzy, hingga penyajian laporan hasil prediksi — berjalan sesuai dengan rancangan. Sementara itu, pengujian akurasi menggunakan MAPE menghasilkan nilai 13,73%, yang berada pada kategori **"Baik"**, mengindikasikan bahwa hasil prediksi sistem cukup mendekati data aktual dan metode Fuzzy Tsukamoto layak digunakan untuk memprediksi jumlah produksi batu bata merah pada konteks penelitian ini.

Secara praktis, sistem yang dibangun menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan proses pencatatan manual sebelumnya, yaitu otomatisasi proses prediksi, pengurangan kesalahan perhitungan, percepatan pengolahan data, serta kemudahan akses melalui basis web yang terhubung internet. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu dicermati. Pertama, model prediksi hanya mempertimbangkan variabel permintaan dan persediaan, sementara faktor-faktor lain yang turut memengaruhi produksi batu bata merah — seperti kondisi cuaca, ketersediaan bahan baku, dan jumlah tenaga kerja — belum diakomodasi dalam sistem. Kedua, jumlah data yang digunakan masih terbatas pada periode enam bulan dari tiga pelaku usaha, sehingga pola produksi jangka panjang belum dapat tergambarkan secara menyeluruh. Kedua keterbatasan ini membuka peluang bagi penelitian selanjutnya untuk memperluas variabel input dan periode data guna meningkatkan akurasi serta generalisasi model prediksi.

### KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode Fuzzy Tsukamoto dapat diterapkan secara efektif untuk memprediksi jumlah produksi batu bata merah dengan memanfaatkan variabel permintaan dan persediaan sebagai input serta variabel produksi sebagai output, melalui rangkaian proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi yang menghasilkan tingkat akurasi tergolong **"Baik"** dengan nilai MAPE sebesar 13,73%. Selain itu, telah dirancang dan dibangun sebuah sistem prediksi berbasis web yang mampu membantu pelaku usaha industri batu bata merah di Kecamatan Pino Raya dalam mengolah data secara lebih cepat, rapi, dan minim kesalahan dibandingkan pencatatan manual sebelumnya, dengan seluruh fitur sistem—mulai dari input data, pengolahan, proses prediksi, hingga penyajian laporan—telah terbukti berfungsi dengan baik berdasarkan hasil pengujian Black Box Testing. Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar variabel prediksi diperluas dengan mempertimbangkan faktor lain yang turut memengaruhi jumlah produksi batu bata merah, seperti cuaca, jumlah tenaga kerja, ketersediaan bahan baku, dan proses pembakaran, serta dilakukan perbandingan dengan metode prediksi lain untuk mengetahui pendekatan yang memberikan tingkat akurasi terbaik.

### REFERENSI

- Andriati, W. (2023). Sistem Informasi Pelaporan Realisasi E-Order Berbasis Web Pada Pemerintah Kota Jakarta Timur. *Jurnal PROSISKO*, 10(1), 24–31.
- Bayyinah, A. N., Mulya, F. D., Puspita, M. D., Fiqr, M. R., & Gunawan, S. L. (2024). Model Penentuan Jumlah Produksi Menggunakan Logika Fuzzy Pada UMKM Strudel Kota Bogor. *Industri Inovatif- Jurnal Teknik Industri ITN Malang*.
- Hariyono, R. C. S., Kuntarto, G. P., Sudipa, I. G. I., Juliandy, C., Kharisma, L. P. I., Aryuni, M., Lestari, W. S., Saragih, Y. M., & Ulina, M. (2023). *BUKU AJAR PENGANTAR BASIS DATA*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=JDHhEAAAQBAJ>
- Herlina, Rusman, A. D. P., Marlina, & Suwardoyo, U. (2022). *Penerapan Sistem Informasi Berbasis IT Pengolahan Data Rekam Medis untuk Peningkatan Pelayanan di Rumah Sakit*. Penerbit NEM.

- <https://books.google.co.id/books?id=8XCAEAAAQBAJ>
- Jawa, A. P., & Wati, J. (2024). Metode Fuzzy Tsukamoto Memprediksi Jumlah Produksi Batako Di Nusa Cendana Berdasarkan Data Persediaan Jumlah Permintaan. *EJECTS: Journal Computer, Technology and Informations System*, 3(2), 38–44.
- Khozali, M., Siregar, S. K., & Saleh, K. (2026). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu Berdasarkan Data Permintaan dan Persediaan. *JIIIC: Jurnal Intelek Insan Cendikia*, 3(1).
- Nugroho, F., Putri Yusup, A. A. F., Awul, M. F., & Babys, R. A. (2023). Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Kebutuhan Praproduksi Pengolahan Tempe. *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, 4(4), 1925–1932. <https://doi.org/10.47065/bits.v4i4.3217>
- Purba, Y. G., & Avianto, D. (2025). Implementasi Logika Fuzzy Tsukamoto untuk Optimasi Jumlah Produksi Es Batu Kemasan. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 119–129. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1736>
- Riyanto, S., & Putera, A. R. (2022). *Metode Riset Penelitian Kesehatan & Sains*. Deepublish. <https://books.google.co.id/books?id=kC9OEQAQBAJ>
- Setyadi, H. A., Fauzi, A., Nurohim, G. S., & Perbawa, D. S. (2022). *Sistem Basis Data Teori dan Implementasi di MySQL (Pertama)*. Deepublish.
- Sophan, M. K., Yusuf, M., & Satoto, B. (2025). *Level Up Coding: Pemrograman Aplikasi Web Dengan Php Dan Mysql*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). <https://books.google.co.id/books?id=kFKiEQAAQBAJ>
- Supuwiningih, N. N., Kusuma, A. S., Pratiwi, E. L., & Pratami, N. W. C. A. (2022). *Statistik Forecasting dalam Sistem Informasi Geografis*. CV. Media Sains Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=M4WWEQAQBAJ>