

Model Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Perancangan Sistem Informasi Sebaran Industri Kecil dan Menengah Kabupaten Bondowoso

(Tsukamoto's Fuzzy Logic Model in the Design of Information Systems for The Distribution of Small and Medium Industries in Bondowoso Regency)

Nugroho Setyo Wibowo^{[1]*}, Erna Selviyanti^[2], Wenny Dhamayanti^[3]

^[1]Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember

^[2]Rekam Medik, Politeknik Negeri Jember

^[3]Manajemen Agribisnis, Politeknik Negeri Jember

E-mail: nugroho@polije.ac.id, ernaselviyanti@polije.ac.id, wenny@polije.ac.id

KEYWORDS:

artificial intelligence, fuzzy logic, small and medium industries

ABSTRACT

The existence of the COVID-19 pandemic and the global economic crisis did not affect the existence of Small and Medium Industries and even experienced relatively stable growth. Small and Medium Industries in the manufacturing sector were able to realize an investment value of up to IDR 72.3 trillion in the third quarter of 2020. In the context of creating competitive Small and Medium Industries, strengthening the national industrial structure, alleviating poverty, expanding job opportunities, and producing industrial goods and/or services for export purposes, the strategic role of Small and Medium Industries needs to be increased through the digitization of Small and Medium Industries. This study uses Fuzzy Tsukamoto's logic calculations in making the membership function of the distribution area of Small and Medium Industries in Bondowoso Regency. From the Fuzzy Logic model obtained, an Information system design for the distribution of Small and Medium Industries can be made in the form of context diagrams and interface designs. From this design, it will be easier for the Bondowoso Regency Cooperatives and Industry Office to develop a web and mobile-based application in the context of the process of digitizing Small and Medium Industries. The existence of this information system will provide benefits for the Office of Cooperatives, Industry and Trade as well as Small and Medium Industry players in Bondowoso Regency, not only being able to visualize the distribution of Small and Medium Industries but also being able to provide an overview of Small and Medium Industry parameter data that can be used as decision makers. Decisions for existing stakeholders.

KATA KUNCI:

industri kecil dan menengah, logika fuzzy, kecerdasan buatan,

ABSTRAK

Adanya pandemi COVID-19 dan krisis ekonomi global tidak mempengaruhi keberadaan Industri Kecil dan Menengah bahkan mengalami pertumbuhan yang relatif stabil. Industri Kecil dan Menengah di sektor manufaktur mampu merealisasikan nilai investasi hingga Rp 72,3 triliun pada triwulan III-2020. Dalam rangka menciptakan Industri Kecil dan Menengah yang berdaya saing, memperkuat struktur industri nasional, mengentaskan kemiskinan, memperluas kesempatan kerja, dan menghasilkan barang dan/atau jasa industri untuk tujuan ekspor, maka peran strategis Industri Kecil dan Menengah perlu ditingkatkan melalui digitalisasi Industri Kecil dan Menengah. Penelitian ini menggunakan perhitungan logika Fuzzy Tsukamoto dalam membuat fungsi keanggotaan daerah sebaran Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso. Dari model Logika Fuzzy yang diperoleh dapat dibuat sebuah rancangan sistem informasi sebaran Industri Kecil dan Menengah dalam bentuk diagram konteks dan desain interface. Dari rancangan tersebut akan memudahkan pihak Dinas Koperasi dan Perindustrian Kabupaten Bondowoso dalam mengembangkan sebuah aplikasi berbasis web maupun mobile dalam rangka proses digitalisasi Industri Kecil dan Menengah. Dengan adanya sistem informasi ini akan memberikan manfaat bagi Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan serta pelaku Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso, tidak hanya dapat memvisualisasikan sebaran Industri Kecil dan

I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan Visi Pemerintah Republik Indonesia dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024 bahwa Industri Kecil Menengah (IKM) memiliki peran strategis dalam perekonomian nasional. Untuk lebih meningkatkan peran strategis, maka perlu dilakukan pemberdayaan IKM [1][2][3]. Tujuannya adalah untuk menciptakan industri kecil dan menengah yang kompetitif terutama mampu berperan penting dalam memperkuat struktur industri nasional, mengentaskan kemiskinan, memperluas kesempatan kerja, serta memproduksi barang dan/atau jasa industri untuk tujuan ekspor [4][5].

Sebagai tulang punggung perekonomian nasional, sektor IKM berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi, penciptaan lapangan kerja dan penyerapan tenaga kerja, pembentuk produk domestik bruto (PDB), serta sumber ekspor nonmigas. IKM juga memiliki fungsi sosial sebagai penyedia jaring pengaman terutama bagi masyarakat berpenghasilan rendah agar dapat melakukan kegiatan ekonomi produktif. Tidak hanya dalam kondisi perekonomian yang normal dan stabil, IKM terbukti kuat dalam menghadapi krisis ekonomi yang melanda Indonesia pada tahun 1998 dan 2008. Pada kedua krisis tersebut, sebagian besar IKM relatif tidak mengalami masalah yang serius. Alhasil, IKM bisa menjadi katup pengaman perekonomian nasional saat krisis. Peran strategis IKM sebagai tulang punggung perekonomian nasional merupakan sektor dominan dari populasi industri di tanah air. Selama krisis ekonomi global dan pandemi COVID-19, IKM hampir tidak terpengaruh, dan pertumbuhannya relatif lebih stabil.

Pusat Data dan Informasi Kementerian Perindustrian Republik Indonesia mencatat di tengah tekanan berat akibat pandemi Covid-19, sektor industri pengolahan IKM mampu merealisasikan nilai investasi sebesar Rp. 72,3 triliun selama triwulan III 2020. Pencapaian ini meningkat 69,3% dibandingkan periode sebelumnya. Dari nilai investasi tersebut, sektor manufaktur memberikan kontribusi sebesar 34,6% terhadap total investasi Indonesia pada triwulan III-2020 yang mencapai Rp209 triliun. Selama triwulan III tahun 2020,

Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN) untuk sektor industri pengolahan sebesar Rp. 19,5 triliun, meningkat 34,3% dibandingkan periode yang sama tahun lalu. Sedangkan penanaman modal asing langsung (PMA) sebesar Rp 52,8 triliun, meningkat 87,3%. Dana yang dikucurkan sektor manufaktur pada Januari-September 2020 mencapai Rp. 201,9 triliun, meningkat 37% dibandingkan periode yang sama tahun 2019. Investasi tersebut terdiri dari PMDN sebesar Rp. 62,3 triliun, meningkat 18%, dan FDI sebesar Rp. 139,6 triliun, naik 47,7% [4].

Penanaman modal dalam negeri di sektor manufaktur didominasi oleh sektor industri makanan dengan nilai Rp. 21,9 triliun atau menyumbang 35,1 persen selama sembilan bulan tahun ini. Selanjutnya, industri kimia dan barang kimia sebesar Rp7,9 triliun (berkontribusi 12,7%), dan industri mineral bukan logam sebesar Rp5,3 triliun (berkontribusi 8,5%)[7].

Industri Kecil dan Menengah (IKM) memiliki peran penting dalam pengembangan usaha di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur, Indonesia. Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso merupakan industri yang potensial untuk dikembangkan. Setiap daerah memiliki ciri tersendiri yang membedakan antara daerah yang satu dengan yang lainnya, hal ini dapat disebabkan oleh faktor lingkungan, sosial, dan budaya. Perbedaan tersebut terlihat jelas dan tercermin dalam sikap dan perilaku anggota masyarakat yang bersangkutan. Dengan adanya industri kecil dan menengah ini dapat membuka peluang untuk menciptakan lapangan pekerjaan sehingga dapat meningkatkan perekonomian di Kabupaten Bondowoso dan mengurangi kemiskinan. Pada umumnya industri kecil lebih banyak berkembang di pedesaan dan kota-kota kecil yang seringkali merupakan usaha sampingan atau pola paruh waktu dari kegiatan ekonomi lainnya. Indikasi ini sangat positif dalam mendukung pembangunan daerah sebagai penggerak ekonomi.

Data-data keberadaan Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso selama ini masih dalam bentuk manual dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel sehingga tidak dapat menggambarkan informasi secara detil dan komprehensif. Oleh karenanya, dalam rangka untuk meningkatkan peran strategis keberadaan Industri

Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso perlu dilakukan digitalisasi melalui pemanfaatan teknologi informasi. Peranan teknologi informasi dan komunikasi ini menjadi suatu hal yang tidak dapat dihindarkan lagi sehingga nantinya dapat memberikan sebuah aplikasi berbasis teknologi dalam menggambarkan Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso.

Sejalan dengan visi Dinas Koperasi Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso Jawa Timur yaitu meningkatkan dan mengoptimalkan IKM di Kabupaten Bondowoso, penelitian ini mengembangkan suatu model kecerdasan buatan distribusi IKM. Model logika fuzzy yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan basis kecerdasan buatan yang tidak hanya dapat memvisualisasikan sebaran IKM di Kabupaten Bondowoso, tetapi juga dapat memberikan gambaran data parameter IKM yang dapat digunakan sebagai pengambilan keputusan oleh Dinas Perhubungan, Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan, Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur.

Logika fuzzy adalah logika yang memiliki nilai ketidakjelasan antara benar atau salah. Profesor Lotfi A. Zadeh, seorang profesor di University of California, Berkeley, adalah pencetus dan sekaligus memasarkankan gagasan mekanisme pemrosesan atau manajemen ketidakpastian yang kemudian dikenal sebagai logika fuzzy. Logika fuzzy dapat digunakan dalam bidang teori kontrol, teori keputusan, dan beberapa bidang ilmu manajemen. Kelebihan logika fuzzy adalah mampu melakukan penalaran linguistik, sehingga dalam perancangannya tidak diperlukan persamaan matematis untuk objek yang dikendalikan. Logika fuzzy umumnya diterapkan pada masalah yang mengandung unsur ketidakpastian, ketidaktepatan, dan sebagainya. Logika fuzzy menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau signifikansi (*significance*). Logika fuzzy dikembangkan berdasarkan bahasa manusia (*natural language*) [10].

Model Logika Fuzzy yang dikembangkan pada penelitian ini memudahkan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso Jawa Timur untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai lokasi, jumlah tenaga kerja, data nilai investasi, jumlah produksi, jumlah IKM, data eksisting pusat, pendistribusian data dan pemetaan perkembangan IKM itu sendiri serta visualisasi data

jenis-jenis IKM dalam rangka proses pengambilan keputusan. Dengan adanya model ini diharapkan dapat membantu pemerintah daerah Kabupaten Bondowoso dalam upaya melakukan digitalisasi Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso.

Model logika fuzzy ini merupakan salah satu fungsi Artificial Intelligent yang memiliki kemampuan sangat baik dalam pengambilan keputusan [11] [12]. Penerapan model logika fuzzy sebagai kecerdasan buatan dalam penelitian ini menggambarkan nilai dan parameter Industri Kecil Menengah di Kabupaten Bondowoso sehingga model tersebut dapat diterapkan pada digitalisasi Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso.

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat Penelitian

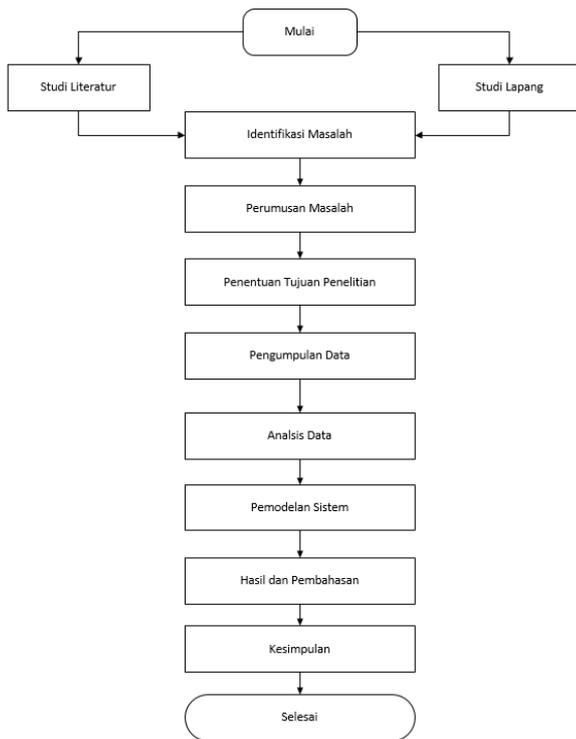
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2021 hingga Oktober 2021 di Program Studi Teknik Informatika Politeknik Negeri Jember dan Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur, Indonesia.

B. Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Microsoft Office Visio
- Power Designer Software
- Basis Data MySQL
- Laptop Asus Vivo Book
- Printer Epson Seri L365
- Koneksi internet 200Mbps

Kegiatan penelitian ini dimulai dari tahap studi lapang, kemudian studi pustaka, perumusan masalah, penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data, analisis data, pemodelan sistem, hasil dan pembahasan, dan terakhir membuat kesimpulan. Gambar 1 menunjukkan tahapan dalam kegiatan penelitian yang dilakukan.



Gbr. 1 Metodologi Penelitian

1) *Studi Lapangan*: Langkah pertama dalam kegiatan penelitian ini adalah melakukan studi lapang, dimana pada tahap ini penulis melakukan observasi dan pengumpulan data awal di Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur, Indonesia.

2) *Studi Pustaka*: Langkah berikutnya adalah melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mencari informasi untuk mendukung penelitian yang dilakukan. Studi literatur berasal dari jurnal, buku teks, laporan penelitian, internet, dan literatur lainnya yang berkaitan dengan teori metode logika fuzzy [8] [13].

3) *Identifikasi dan Perumusan Masalah*: Tahap penelitian selanjutnya adalah melakukan identifikasi dan merumuskan masalah. Masalah utama dalam penelitian ini adalah bagaimana melakukan perhitungan dengan menggunakan logika fuzzy Tsukamoto dapat menyelesaikan masalah pengambilan keputusan tentang distribusi data untuk Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso berdasarkan parameter yang ada..

4) *Penentuan Tujuan Penelitian*: Selanjutnya adalah menentukan tujuan dari penelitian ini yaitu membuat model logika fuzzy sebaran Industri Kecil

dan Menengah di Kabupaten Bondowoso. Model logika fuzzy ini digunakan dalam menghitung parameter Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso.

5) *Pengumpulan Data*: Kemudian Langkah berikutnya adalah mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam pengembangan model logika fuzzy. Adapun data-data yang diperlukan diantaranya adalah data Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso sebanyak kurang lebih 30 ribu IKM pada tahun 2020 sampai dengan 2021, serta data parameter Usaha Kecil Menengah di Kabupaten Bondowoso.

6) *Validasi Data*: Langkah validasi data dilakukan untuk memastikan bahwa data yang digunakan telah sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan dengan tujuan untuk memastikan bahwa data yang akan dimasukkan ke dalam database diketahui dan sumber serta kebenaran datanya dapat dijelaskan.

7) *Analisis Data*: Menganalisis data adalah Langkah berikutnya dimana data yang telah dikumpulkan sebelumnya dilakukan analisis dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh sudah efisien dan sesuai standar tertentu sehingga data yang dihasilkan dapat diolah.

8) *Pemodelan Sistem*: Langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan dari data yang diperoleh dan telah divalidasi. Tahap ini dilakukan untuk menemukan model logika fuzzy sebagai dasar pembuatan kecerdasan buatan yang akan dikembangkan [14][15].

9) *Hasil dan Pembahasan*: Tahap selanjutnya adalah melakukan hasil dan pembahasan dari kegiatan penelitian ini. Kegiatan ini merupakan hasil observasi dan validasi atas hasil penelitian tentang model logika fuzzy yang dikembangkan. Kegiatan ini juga melibatkan Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso agar hasil pembahasan dapat dijadikan bahan pertimbangan atau acuan perbaikan.

10) *Kesimpulan*: Langkah terakhir adalah membuat kesimpulan dari proses penelitian yang telah dilakukan. Kesimpulan digunakan sebagai dasar untuk menjawab tujuan penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah model logika fuzzy untuk sebaran Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar Artificial Intelligence untuk mengetahui sebaran Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur, Indonesia [17][18][19]. Model Logika Fuzzy yang dikembangkan ini dapat membantu Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso dalam mengambil keputusan dalam rangka meningkatkan kualitas IKM di Kabupaten Bondowoso.

Untuk dapat menghasilkan sebaran daerah IKM, yang harus dilakukan adalah melakukan proses perhitungan dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto. Parameter yang digunakan adalah Data jumlah pegawai, Data jumlah Investasi/modal serta Data Jumlah Sentra pada masing-masing IKM di Kabupaten Bondowoso. Data parameter tersebut diperoleh dari Dinas Koperasi Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso seperti pada Tabel 1. Dibawah ini.

TABEL I
VARIABEL DAN DEFINISI OPERASIONAL DAERAH IKM BONDOWOSO

	Jumlah Pegawai	Jumlah Investasi / Modal	Jumlah Produksi
Besar	≥20 orang	≥ 1000 juta	≥ 1500 juta
Menengah	11-19 orang	501-999 juta	501-1499 juta
Kecil	≤ 10 orang	≤ 500 juta	≤ 500 juta

Dari data masing-masing parameter tersebut diatas akan direpresentasikan dengafungsi keanggotaan Fuzzy sebagai berikut [20]:

1) Fungsi Keanggotaan Jumlah Karyawan

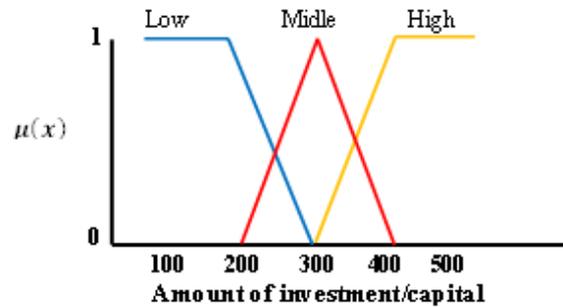


Gbr. 2 Fungsi Keanggotaan Jumlah Karyawan

Pada Gambar 2 tersebut merupakan representasi fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan jumlah

karyawan, memiliki tiga derajat keanggotaan, yaitu rendah, sedang dan tinggi.

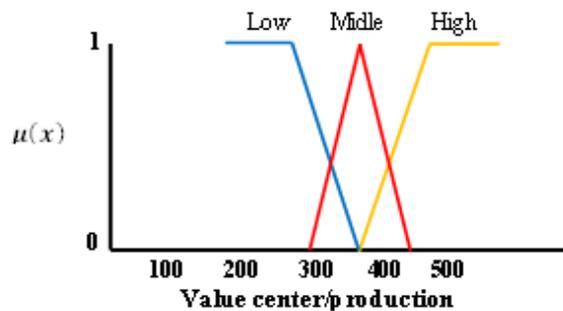
2) Fungsi Keanggotaan Jumlah Investasi/Modal



Gbr. 3 Fungsi Keanggotaan Jumlah Investasi/Modal

Pada Gambar 3 tersebut merupakan representasi fungsi jumlah investasi/modal. Fungsi keanggotaan jumlah jumlah investasi/modal, memiliki tiga derajat keanggotaan, yaitu rendah, sedang dan tinggi.

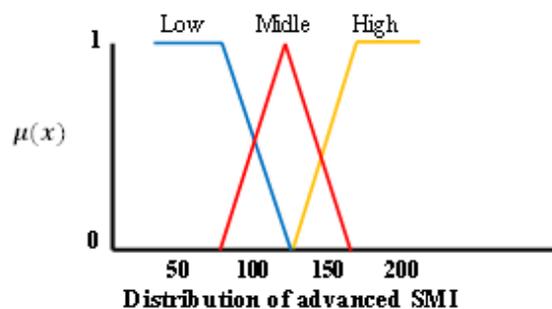
3) Fungsi Keanggotaan Jumlah Produk



Gbr. 4 Fungsi Keanggotaan Jumlah Produk

Pada Gambar 4 tersebut merupakan representasi fungsi jumlah produk. Fungsi keanggotaan jumlah produk, memiliki tiga derajat keanggotaan, yaitu rendah, sedang dan tinggi.

4) Fungsi Keanggotaan Distribusi IKM



Gbr. 5 Fungsi Keanggotaan Distribusi IKM

Pada Gambar 5 tersebut merupakan representasi fungsi distribusi IKM. Fungsi keanggotaan distribusi IKM, memiliki tiga derajat keanggotaan, yaitu besar, menengah, kecil.

Dari fungsi keanggotaan fuzzy yang didefinisikan tersebut, setiap konsekuen pada aturan berupa IF-THEN direpresentasikan oleh himpunan fuzzy sehingga diperoleh variabel input berupa himpunan fuzzy [21], yaitu:

1) Variabel Jumlah Karyawan terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi.

$$\mu_{Elow}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 10 \\ \frac{15-x}{10}, & 10 \leq x \leq 15 \\ 0, & x \geq 15 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Emedium}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \text{ or } x \geq 20 \\ \frac{x-10}{10}, & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20-x}{10}, & x \geq 15 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Ehigh}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 10 \\ \frac{15-x}{10}, & 15 \leq x \leq 20 \\ 1, & x \geq 20 \end{cases} \quad (3)$$

dimana μ_E adalah Jumlah Karyawan

2) Variabel Jumlah Investasi/Modal terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi.

$$\mu_{VClow}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 100 \\ \frac{300-x}{200}, & 100 \leq x \leq 300 \\ 0, & x \geq 300 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{VCmedium}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 100 \text{ or } x \geq 500 \\ \frac{x-100}{200}, & 100 \leq x \leq 300 \\ \frac{500-x}{200}, & 300 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{VChigh}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 300 \\ \frac{x-300}{200}, & 300 \leq x \leq 500 \\ 1, & x \geq 500 \end{cases} \quad (6)$$

dimana μ_{VC} adalah Total Investasi/Modal

3) Variabel Jumlah Produk terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi.

$$\mu_{Alow}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 200 \\ \frac{350-x}{250}, & 200 \leq x \leq 350 \\ 0, & x \geq 350 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{AImedium}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 200 \text{ or } x \geq 500 \\ \frac{x-200}{250}, & 200 \leq x \leq 350 \\ \frac{100-x}{500}, & 350 \leq x \leq 500 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{AHigh}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 350 \\ \frac{x-350}{250}, & 350 \leq x \leq 500 \\ 1, & x \geq 500 \end{cases} \quad (9)$$

dimana μ_{AI} adalah Jumlah Produk

4) Variabel Distribusi IKM terdiri dari 3 himpunan fuzzy yaitu rendah, sedang dan tinggi.

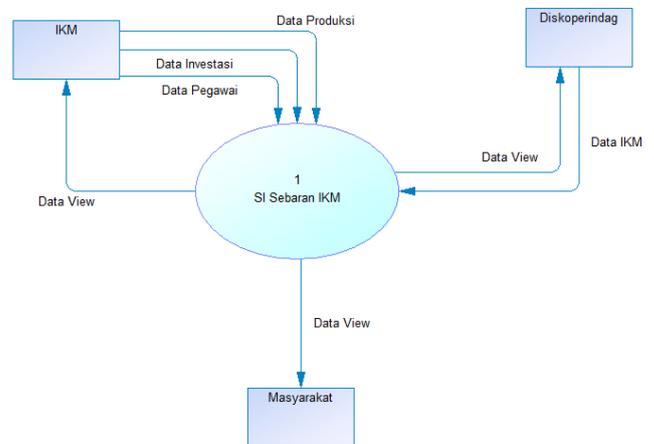
$$\mu_{DALow}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 90 \\ \frac{125-x}{90}, & 90 \leq x \leq 125 \\ 0, & x \geq 125 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{DAmedium}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 90 \text{ or } x \geq 160 \\ \frac{x-90}{90}, & 90 \leq x \leq 125 \\ \frac{160-x}{90}, & 125 \leq x \leq 160 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu_{DAhigh}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 125 \\ \frac{x-125}{90}, & 125 \leq x \leq 160 \\ 1, & x \geq 160 \end{cases} \quad (12)$$

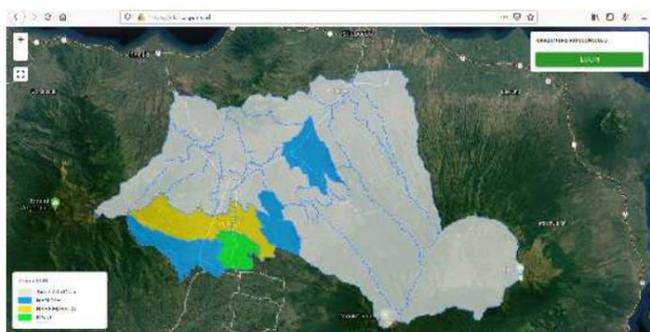
dimana μ_{DA} adalah Distribusi IKM

Dari perhitungan logika fuzzy Tsukamoto tersebut diatas dapat dikembangkan sebuah desain sistem informasi sebaran Industri Kecil dan Menengah dalam bentuk sebuah Diagram Konteks Sistem Informasi Sebaran Industri Kecil dan Menengah seperti pada Gambar 6 berikut ini.



Gbr. 6 Diagram Konteks Sistem Informasi Sebaran IKM

Dari desain sistem informasi yang telah dirancang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 tersebut diatas dihasilkan desain interface sistem informasi sebaran IKM di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur seperti ditunjukkan pada Gambar 7 dibawah ini.



Gbr. 7 Desain Interface Sistem Informasi Sebaran IKM

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah model logika fuzzy sebagai dasar kecerdasan buatan yang dapat digunakan untuk memvisualisasikan sebaran Industri Kecil dan Menengah di Kabupaten Bondowoso, Jawa Timur, Indonesia. Model Logika Fuzzy yang dikembangkan pada penelitian ini memudahkan Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso Jawa Timur untuk mendapatkan informasi yang lebih mendalam mengenai lokasi, jumlah tenaga kerja, data nilai investasi, jumlah produksi, jumlah IKM, data eksisting pusat, pendistribusian data dan pemetaan perkembangan IKM itu sendiri serta visualisasi data jenis-jenis IKM dalam rangka proses pengambilan keputusan. Dengan model ini dapat membantu pihak Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso Jawa Timur Indonesia dalam rangka digitalisasi Industri Kecil dan Menengah di wilayah Kabupaten Bondowoso.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Politeknik Negeri Jember serta Dinas Koperasi, Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Bondowoso yang telah memberikan fasilitas baik sarana dan prasarana dalam kegiatan penelitian ini.

REFERENCES

- [1] A. A. Wening, "In Order to Survive, SMI Must Digitize Energy Management," 2021.
- [2] N. Zuraya, "Ministry of Industry Attempts to Build Smart IKM," 2020. <https://www.republika.co.id/berita/ql4hxa383/kemenperin-berupaya-bangun-smart-ikm> (accessed Jun. 20, 2021).
- [3] R. S. Pradana, "The Ministry of Industry Strives to Digitize the National SMI Sector," 2020. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20200709/257/1264009/kemenperin-upayakan-digitalisasi-sektor-ikm-nasional> (accessed Jun. 20, 2021).
- [4] RI Ministry of Industry, "The Number of Business Units and SMI Workforce is Targeted to Increase Every Year," Jakarta, 2019.
- [5] GRO, "IKM Actors are Encouraged Towards Digitization," 2021. <https://www.neraca.co.id/article/153534/pelaku-ikm-didorong-menuju-digitalisasi> (accessed Oct. 21, 2021).
- [6] V. Mahrizal, "Small and Medium Industries Become The Backbone of The National Economy," 2018. <https://jogja.tribunnews.com/2018/11/14/industri-kecil-dan-menengah-jadi-tulang-punggung-ekonomi-nasional> (accessed Jun. 18, 2020).
- [7] RI Ministry of Industry, "The Minister of Industry Focuses on Increasing SMI's Competitiveness, Population and Manpower," Jakarta, 2019.
- [8] Ershad Ali, "Geographic Information System (GIS): Definition, Development, Applications & Components," 2020. https://www.researchgate.net/publication/340182760_Geographic_Information_System_GIS_Definition_Development_Applications_Components (accessed Oct. 02, 2020).
- [9] Bo Huang, *Comprehensive Geographic Information Systems*, 1st Editio. Elsevier, 2017.
- [10] Syafnidawaty, "Fuzzy Logic," Universitas Raharja, 2020. <https://raharja.ac.id/2020/04/06/logika-fuzzy/> (accessed Jul. 07, 2021).
- [11] A. V. C. D. & C. A. Vitianingsih, "Analysis and Design of Web-Geographic Information System for Tropical Diseases-Prone Areas: A Case Study of East Java Province, Indonesia," 2017.
- [12] W. Dhamayanthi, E. Sugiartono, N. S. Wibowo, and K. Agustianto, "Development of Indonesian Geographical Small and Medium Enterprises (UMKM) Distribution Visualization Systems to Support the Improvement of People's Economy," 2019, [Online]. Available: <https://publikasi.polije.ac.id/index.php/ProceedingICOF-A/article/view/1873>.
- [13] R. M. Awangga, *Introduction to Geographic Information Systems: History, Definitions and Basic Concepts*. Kreatif, 2019.
- [14] Darmawati, "Disease Diagnosis Process Using Fuzzy Logic With Mamdani Method," *J. Mat. Sains dan Pembelajarannya*, vol. 3, 2017, doi: <https://doi.org/10.31605/saintifik.v3i2.156>.
- [15] M. A. A. dan A. Muhajirin, "Application of Fuzzy Logic in Lecturer Quality Assessment of the Tri Dharma of Higher Education," *J. Online Inform.*, vol. 2, 2017, doi: <https://doi.org/10.15575/join.v2i1.74>.
- [16] Hassane Jarar Oulidi, *Spatial Data on Water*, 1st Editio. ISTE Press - Elsevier, 2018.
- [17] M. T. A. Faiez Musa Lahmood Alrufaye, Mohammed Muanis I. Al-Sagheer, "Fuzzy Logic Using in Images Retrieval Depending on Their Features," *J. Southwest Jiaotong Univ.*, vol. 54, 2019, doi: <https://doi.org/10.35741/issn.0258-2724.54.5.32>.
- [18] T. N. R. Marcos Vinícius dos Santos Ferreira, Ricardo Rios, Rodrigo Mello, "Using Fuzzy Clustering to Address

- Imprecision and Uncertainty Present in Deterministic Components of Time Series,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 16, 2021, doi: <https://doi.org/10.24433/CO.8111087.v1>.
- [19] P. P. Oscar Castillo, Pranab Muhuri, Patricia Melin, “Emerging Issues and Applications of Type-2 Fuzzy Sets and Systems,” *Eng. Appl. Artif. Intell.*, vol. 106, 2021.
- [20] E. Gautama, “Fuzzy Logic Method (Fuzzy Logic) to Support Decisions,” Perbanas Institut, 2017. <https://dosen.perbanas.id/metode-fuzzy-logic-logika-fuzzy-untuk-mendukung-keputusan/> (accessed Jul. 03, 2021).
- [21] G. W. Yuying Dong, Yan Song, “Membership Function Dependent Model Predictive Control for Nonlinear Systems in a Piecewise Fuzzy Framework,” *Fuzzy Sets Syst.*, vol. 425, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.fss.2021.10.002>.