

# Prediksi Tingkat Kerawanan Kebakaran di Daerah Kudus Menggunakan Fuzzy Tsukamoto

*Prediction of Fire Vulnerability Level in Kudus Using Fuzzy Tsukamoto*

Christian Ardianto<sup>1</sup>, Hanny Haryanto<sup>2</sup>, Edy Mulyanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Teknik Informatika Univ. Dian Nuswantoro

E-mail: \*<sup>1</sup>[111201206926@mhs.dinus.ac.id](mailto:111201206926@mhs.dinus.ac.id), <sup>2</sup>[hanny.haryanto@dsn.dinus.ac.id](mailto:hanny.haryanto@dsn.dinus.ac.id),  
<sup>3</sup>[edy.mulyanto@dsn.dinus.ac.id](mailto:edy.mulyanto@dsn.dinus.ac.id)

## **Abstrak**

Kebakaran yaitu sebuah peristiwa yang di sebabkan dari kelalaian manusia dengan dampak kerugian harta benda yang merugikan masyarakat. Di daerah Kudus, sebagai kota yang termasuk padat penduduk dan industri, tercatat ada dua puluh sembilan peristiwa kebakaran yang terjadi sepanjang tahun 2015 dan mengakibatkan kerugian material mencapai Rp 40 miliar. Salah satu hal penting yang dilakukan dalam penanganan bencana kebakaran adalah dengan melakukan pencegahan. Pencegahan ini dapat dilakukan dengan informasi bencana yang dapat memprediksi terlebih dahulu daerah-daerah rawan bencana kebakaran dengan menggunakan metode Fuzzy Tsukamoto dengan input berupa luas wilayah, jumlah penduduk dan curah hujan dengan keluaran berupa tingkat kerawanan kecamatan yang dipilih. Penelitian ini akan menerapkan metode Fuzzy Tsukamoto pada sistem prediksi untuk memprediksi tingkat kebakaran pada suatu daerah sehingga kerugian dapat diminimalisir. Karena tidak hanya mengandalkan nilai benar dan salah, metode ini dapat memberikan hasil yang baik dalam prediksi. Hasil akhir dari penelitian ini adalah terciptanya logika Fuzzy Tsukamoto dalam sistem prediksi untuk daerah-daerah rawan kebakaran yang dapat digunakan untuk memprediksi daerah-daerah rawan kebakaran di kota Kudus

**Kata Kunci** — Prediksi, Kebakaran, Fuzzy Tsukamoto, Kudus

## **Abstract**

Fire is an event that caused from human negligence with the impact of loss of property that harms the community. In the Kudus area, as a densely populated and industrial city, there are twenty-nine fire events that occurred during the year 2015 and resulted in a material loss of Rp 40 billion. One of the important things to do in handling fire disaster is by doing prevention. This prevention can be done with disaster information that can predict in advance disaster-prone areas of fire using Fuzzy Tsukamoto method with input in the form of area, population and rainfall with output in the form of area disaster prone level. This research will apply Fuzzy Tsukamoto method to prediction system to predict fire level in an area so that losses can be minimized. Because not only rely on true and false values, this method can give good results in predictions. The end result of this research is the creation of Fuzzy Tsukamoto logic in prediction system for fire prone areas that can be used to predict fire-prone areas in Kudus city.

**Keywords** — Prediction, Fire, Fuzzy Tsukamoto, Kudus

## 1. PENDAHULUAN

Kebakaran yaitu sebuah peristiwa yang disebabkan dari kelalaian manusia dengan dampak kerugian harta benda yang merugikan masyarakat [1]. Disamping mengurus harta benda juga akan merenggut korban jiwa ketika penanganan bencana kebakaran tersebut dilakukan terlambat dan tidak maksimal [1]. Pada daerah yang padat penduduk atau di daerah industri maka resiko kebakaran ini akan semakin meningkat juga [2]. Di daerah Kudus, sebagai kota yang termasuk padat penduduk dan industri, tercatat ada dua puluh sembilan peristiwa kebakaran yang terjadi sepanjang tahun 2015 dan mengakibatkan kerugian material mencapai Rp 40 miliar [3]. Salah satu hal penting yang dilakukan dalam penanganan bencana kebakaran adalah dengan melakukan pencegahan. Pencegahan ini dapat dilakukan dengan informasi bencana yang dapat memprediksi terlebih dahulu daerah-daerah rawan bencana kebakaran [4]. Menurut kamus besar bahasa indonesia hasil dari kegiatan memprediksi atau ramalan dan perkiraan disebut dengan memprediksi. Memprediksi dapat didasari dari metode ilmiah ataupun subyektif belaka [5]. Dalam melakukan sistem prediksi secara otomatis, maka diperlukan penggunaan kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan yaitu studi tentang bagaimana membuat komputer melakukan hal-hal yang saat ini tidak dapat dilakukan lebih baik dari manusia [6]. Salah satu metode kecerdasan buatan yang sering diterapkan dalam sistem prediksi adalah Fuzzy logic. Fuzzylogica adalah sebuah metodologi pemecahan masalah yang cocok untuk sistem berbasis akuisisi data dan sistem kontrol [6]. Karena tidak hanya mengandalkan nilai benar dan salah, metode ini dapat memberikan hasil yang baik dalam prediksi, terutama pada prediksi yang menghasilkan nilai kontinyu. Penelitian sebelumnya adalah penerapan fuzzy mamdani dimana model ini digunakan untuk membangun sebuah sistem yang menyerupai intuisi atau perasaan manusia yang meneliti soal memprediksi harga minyak kelapa sawit [7]. Kemudian pada jurnal sebelumnya yang dilakukan oleh Nur Endah Sari adalah merancang sebuah prediksi cuaca berbasis fuzzy logic untuk merekomendasi penerbangan di bandara udara menggunakan metode sugeno [8]. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh [9] yang menggunakan Fuzzy Tsukamoto untuk prediksi krisis energi. Penelitian terkait dengan prediksi kebakaran dilakukan oleh [10] yang membuat model spasial untuk tingkat kerawanan kebakaran dengan metode analisis regresi dan kemudian [11] melakukan prediksi wilayah rawan kebakaran dengan metode jaringan syaraf tiruan propagasi balik. Penelitian yang dilakukan oleh [12] membahas detail tentang elemen-elemen penyebab kebakaran.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder yaitu data jumlah penduduk yang ditunjukkan Tabel 1, luas wilayah pada Tabel 2, curah hujan pada kecamatan Kudus pada tahun 2016 diperlihatkan di Tabel 3. Data juga diperoleh dari dinas pemadam kebakaran kabupaten Kudus terdiri dari jumlah kebakaran pada tiap-tiap kecamatan di kabupaten kudus dari bulan januari sampai desember pada tahun 2016 yang digunakan sebagai ukuran dari hasil prediksi yang ditunjukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 1. Data Jumlah Penduduk (Orang)

Kecamatan	Jumlah
Kota	94.443
Jati	85.551
Mejobo	83.910
Jekulo	91.151
Gebog	86.268
Dawe	61.582

Tabel 2. Data Luas Wilayah (Km<sup>2</sup>)

Kecamatan	Jumlah
Kota	10.50
Jati	26.30
Mejobo	36.80
Jekulo	74.80
Gebog	52.50
Dawe	78.50

Tabel 3. Data Curah Hujan Tahun 2016(MM)

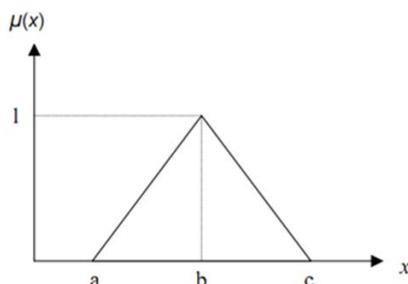
Kecamatan	Bulan											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Kota	376	287	235	196	33	8	0	0	0	12	236	432
Jati	396	320	220	235	85	5	0	0	0	0	103	332
Mejobo	435	354	247	140	60	8	0	0	0	0	135	435
Jekulo	511	309	201	306	100	5	0	0	0	1	245	320
Gebog	666	374	229	235	93	9	0	0	0	6	86	452
Dawe	727	390	193	291	109	78	7	36	0	0	53	421

Tabel 4. Data Kerawanan kebakaran pada tiap-tiap kecamatan  
Dari bulan Januari sampai Desember

Bulan	Hasil Defuzzifikasi (Z%)					
	Kota	Jati	Mejobo	Jekulo	Gebog	Dawe
Januari	10	26	33	99	27	29
Februari	10	26	33	99	27	29
Maret	10	26	33	99	27	29
April	10	26	33	99	27	29
Mei	49	25	32	99	23	29
Juni	100	80	71	50	76	29
Juli	100	80	71	50	76	57
Agustus	100	80	71	50	76	37
September	100	80	71	50	76	57
Oktober	93	80	71	50	76	57
November	10	26	33	99	26	32
Desember	10	26	33	99	27	29

Selanjutnya dalam rancangan Fuzzy Tsukamoto yang digunakan dalam sistem prediksi untuk daerah-daerah rawan kebakaran di dalamnya meliputi kriteria, fuzzifikasi, pembentukan rule, dan defuzzifikasi.

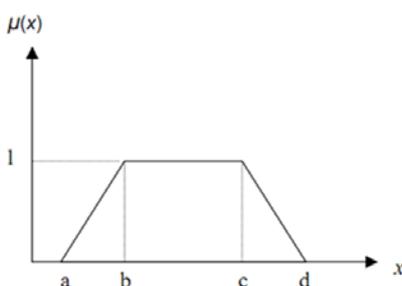
- Kriteria yang digunakan dalam logika Fuzzy Tsukamoto dalam sistem prediksi untuk daerah-daerah rawan kebakaran adalah:
  - Jumlah penduduk sebagai input
  - Luas wilayah sebagai input
  - Curah hujan sebagai input
  - Tingkat kerawanan sebagai output
- Fuzzifikasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium dengan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 1. Fungsi Segitiga

Fungsi segitiga pada Gambar 1 dihitung dengan rumus (1) sebagai berikut.

$$Segitiga(x, a, b, c) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq c \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b < x < c \\ 1, & x = b \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 2. Fungsi Trapesium

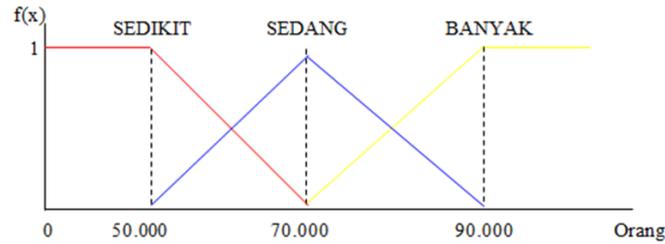
Fungsi segitiga di Gambar 2 dihitung dengan rumus (2) sebagai berikut.

$$Trapeسيوم(x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a, x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}, & a < x < b \\ \frac{d-x}{d-c}, & c < x < d \\ 1, & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2)$$

Berdasarkan kriteria yang digunakan logika Fuzzy Tsukamoto dalam sistem prediksi untuk daerah-daerah rawan kebakaran ada 4 variabel yang dapat dimodelkan yaitu :

a. Kriteria Jumlah Penduduk

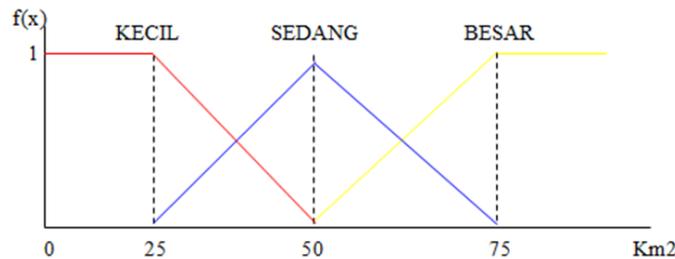
Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian pendataan di Dinas Kebakaran Kota Kudus, jumlah penduduk dikatakan sedikit jika  $\leq 50.000$ , sedang antara  $50.000$  sampai  $90.000$  dan banyak jika  $\geq 90.000$ . Kriteria jumlah penduduk dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu : **SEDIKIT**  $[0, 70.000]$ , **SEDANG**  $[50.000, 90.000]$  dan **BANYAK**  $[90.000, \infty]$ . Himpunan **SEDIKIT** dan **BANYAK** pendekatan fungsi keanggotaannya menggunakan yang berbentuk bahu, kemudian himpunan **SEDANG** pendekatan fungsi keanggotaannya berbentuk segitiga seperti yang terlihat pada gambar. Fungsi keanggotaan pada Gambar 3 akan digunakan untuk fuzzifikasi pada Jumlah penduduk.



Gambar 3. Fungsi keanggotaan kriteria Jumlah Penduduk

b. Kriteria Luas Wilayah

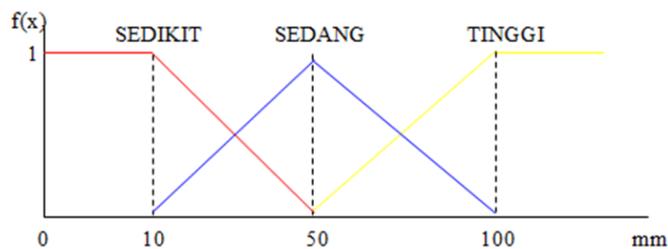
Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian pendataan di Dinas Kebakaran Kota Kudus, luas wilayah dikatakan kecil jika  $\leq 25$ , sedang antara 25 sampai 75 dan besar jika  $\geq 75$ . Kriteria luas wilayah di bagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu: KECIL [0 50], SEDANG [25 75] dan BESAR [75  $\infty$ ]. Himpunan KECIL dan BESAR pendekatan fungsi keanggotaan nya menggunakan yang berbentuk bahu, kemudian himpunan SEDANG pendekatan fungsi keanggotaannya berbentuk segitiga. Fungsi keanggotaan yang ditunjukkan di Gambar 4 akan digunakan untuk fuzzifikasi pada Luas Wilayah.



Gambar 4. Fungsi keanggotaan kriteria Luas wilayah

c. Kriteria Curah Hujan

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian pendataan di Dinas Kebakaran Kota Kudus, curah hujan dikatakan sedikit jika  $\leq 10$ , sedang antara 10 sampai 100 dan tinggi jika  $\geq 100$ . Kriteria curah hujan di bagi menjadi 3 himpunan *fuzzy* yaitu : SEDIKIT [0 50], SEDANG [10 100] dan TINGGI [100  $\infty$ ]. Himpunan SEDIKIT dan TINGGI pendekatan fungsi keanggotaan nya menggunakan yang berbentuk bahu, kemudian himpunan SEDANG, pendekatan fungsi keanggotaannya berbentuk segitiga. Fungsi keanggotaan di Gambar 5 akan digunakan untuk fuzzifikasi pada Curah Hujan.

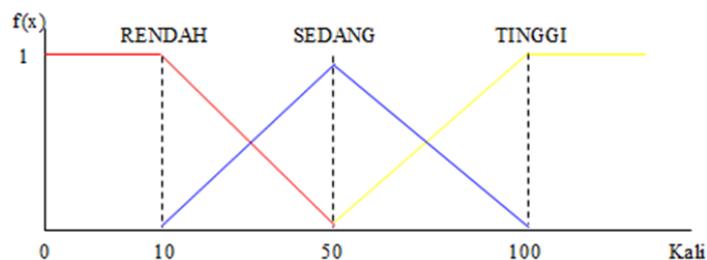


Gambar 5. Fungsi keanggotaan kriteria Curah Hujan

d. Kriteria Tingkat Kerawanan

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian pendataan di Dinas Kebakaran Kota Kudus, tingkat kerawanan dikatakan sedikit jika  $\leq 10$ , sedang antara 10 sampai 100 dan tinggi jika  $\geq 100$ . Kriteria tingkat kerawanan dibagi menjadi 3 himpunan fuzzy yaitu: RENDAH [0 50], SEDANG [10 100] dan TINGGI [100  $\infty$ ]. Himpunan RENDAH dan TINGGI pendekatan fungsi keanggotaan nya menggunakan yang berbentuk bahu, kemudian himpunan SEDANG pendekatan

fungsi keanggotaan nya berbentuk segitiga seperti yang terlihat pada gambar 6 yang akan digunakan untuk fuzifikasi pada Tingkat Kerawanan.



Gambar 6. fungsi keanggotaan kriteria Tingkat Kerawanan

### 3. Pembentukan Rule

Rule yang dihasilkan dalam Fuzzy logic Tsukamoto dalam sistem prediksi untuk daerah-daerah rawan kebakaran pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 tabel Rule

Rule	IF			THEN
	Jumlah Penduduk (JP)	Luas Wilayah (LW)	Curah Hujan (CH)	Tingkat Kerawanan (TK)
R1	Sedikit	Kecil	Sedikit	Sedang
R2	Sedikit	Kecil	Sedang	Sedang
R3	Sedikit	Kecil	Tinggi	Rendah
R4	Sedikit	Sedang	Sedikit	Tinggi
R5	Sedikit	Sedang	Sedang	Sedang
R6	Sedikit	Sedang	Tinggi	Rendah
R7	Sedikit	Besar	Sedikit	Sedang
R8	Sedikit	Besar	Sedang	Sedang
R9	Sedikit	Besar	Tinggi	Rendah
R10	Sedang	Kecil	Sedikit	Tinggi
R11	Sedang	Kecil	Sedang	Sedang
R12	Sedang	Kecil	Tinggi	Rendah
R13	Sedang	Sedang	Sedikit	Tinggi
R14	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang
R15	Sedang	Sedang	Tinggi	Rendah
R16	Sedang	Besar	Sedikit	Tinggi
R17	Sedang	Besar	Sedang	Sedang
R18	Sedang	Besar	Tinggi	Rendah
R19	Banyak	Kecil	Sedikit	Tinggi
R20	Banyak	Kecil	Sedang	Sedang
R21	Banyak	Kecil	Tinggi	Rendah
R22	Banyak	Sedang	Sedikit	Tinggi
R23	Banyak	Sedang	Sedang	Sedang
R24	Banyak	Sedang	Tinggi	Rendah
R25	Banyak	Besar	Sedikit	Sedang
R26	Banyak	Besar	Sedang	Sedang
R27	Banyak	Besar	Tinggi	Tinggi

#### 4. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi dalam logika Fuzzy Tsukamoto dalam sistem prediksi untuk daerah-daerah rawan kebakaran Kudus dicari dengan menggunakan rata-rata terbobot dengan rumus pada persamaan 3.

$$y = \sum \frac{\mu(y)y}{\mu(y)} \quad (3)$$

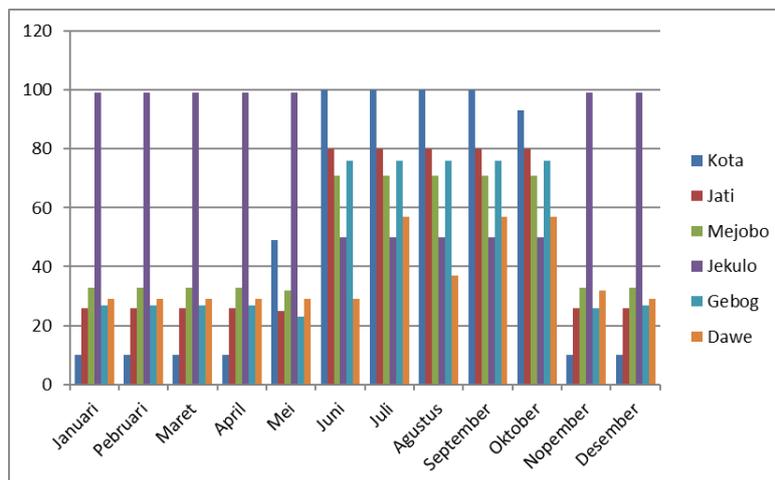
Dimana  $y$  adalah nilai *crisp* dan  $\mu(y)$  adalah derajat keanggotaan dari  $y$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan sebuah proses defuzzifikasi yang dihitung yaitu enam kecamatan yang ada dikudus pada bulan Januari sampai dengan Desember 2016 yang terlihat seperti di tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Defuzzifikasi

Bulan	Hasil Defuzzifikasi (Z%)					
	Kota	Jati	Mejobo	Jekulo	Gebog	Dawe
Januari	10	26	33	99	27	29
Februari	10	26	33	99	27	29
Maret	10	26	33	99	27	29
April	10	26	33	99	27	29
Mei	49	25	32	99	23	29
Juni	100	80	71	50	76	29
Juli	100	80	71	50	76	57
Agustus	100	80	71	50	76	37
September	100	80	71	50	76	57
Oktober	93	80	71	50	76	57
November	10	26	33	99	26	32
Desember	10	26	33	99	27	29



Gambar 5. Grafik Tingkat Kerawanan

Dari grafik tingkat kerawanan pada Gambar 5 diperoleh hasil prediksi diatas berisi tentang bulan januari-desember selanjutnya warna biru menunjukkan hasil prediksi kecamatan Kota, warna merah menunjukkan hasil prediksi kecamatan Jati, warna hijau menunjukkan hasil prediksi kecamatan Mejobo, warna ungu menunjukkan hasil prediksi kecamatan Jekulo, warna biru muda menunjukkan hasil prediksi kecamatan Gebog dan warna orange menunjukkan hasil prediksi

kecamatan Dawe. Dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh [10] yang menggunakan analisis dan [12] yang menggunakan jaringan syaraf tiruan propagasi balik, penelitian ini menunjukkan bahwa prediksi kebakaran juga dapat dilakukan menggunakan logika fuzzy dengan perhitungan yang lebih sederhana dan hasil yang bisa diterima.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dikerjakan oleh peneliti, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa dapat terciptanya prediksi penanganan kebakaran di daerah Kudus yang menggunakan fuzzy Tsukamoto dimana hasil prediksi tersebut dapat menentukan tingkat kerawanan kebakaran dari setiap kecamatan yang ada di Kudus. Dari hasil prediksi yang menggunakan fuzzy Tsukamoto didapatkan nilai yang berbeda dari setiap kecamatan semisal kecamatan kota di bulan januari sampai april tingkat kerawanan mencapai 10% sedangkan di kecamatan Jekulo tingkat kerawanan mencapai 99% hasil tersebut menunjukkan bahwa kecamatan jekulo memiliki tingkat kerawanan kebakaran yang tinggi dari pada kecamatan kota. Hasil keluaran dari sistem ini menampilkan tingkat kerawanan kebakaran di daerah Kudus yang dapat digunakan sebagai persiapan atau acuan untuk kedepannya dalam penanganan kebakaran di daerah Kudus. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa prediksi kebakaran juga dapat dilakukan menggunakan logika fuzzy dengan perhitungan yang lebih sederhana dan hasil yang bisa diterima dibanding dengan jaringan syaraf tiruan dan regresi linear yang mempunyai perhitungan yang lebih rumit.

#### 5. SARAN

Untuk meningkatkan kinerja serta menyempurnakan penelitian yang telah dibuat ini, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Dalam perhitungan prediksi dengan menggunakan model FuzzyTsukamoto, dapat memperbanyak pilihan kriteria yang diajukan sistem yang bersifat dinamik yang terdiri dari variabel input kriteria Fuzzy.
2. Pengembangan selanjutnya, sistem diharapkan dapat menggabungkan metode Fuzzy Tsukamoto dengan metode yang lain seperti Fuzzy Mamdani agar hasil prediksi lebih kompleks.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2009, Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Pasal 108, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
  - [2] Aryati, D., 2003, Tinjauan Penerapan Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Di Unit Indo Stamping Pt. Pura Group Kudus, *Skripsi*, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.
  - [3] Radar Kudus, “Tungku menyala, Gudang kayu hangus”,  
<http://www.murianews.com/2017/08/30/124218/gudang-kayu-di-jati-kudus-ludes-terbakar.html>, Diakses 1 Mei 2016.
  - [4] Widyantara, H., 2008, Pendeteksian Dan Pengamanan Dini Pada Kebakaran Berbasis Personal Computer (PC) Dengan Fuzzy Logic, *Gematek Jurnal Teknik Komputer*, No. 1, Vol. 10, Hal. 27–36.
-

- 
- [5] Caraka , A. A., Haryanto, H., Kusumaningrum , D. P., dan Astuti, S., 2015, Logika Fuzzy Menggunakan Metode Tsukamoto Untuk Prediksi Perilaku Konsumen Di Toko Bangunan, *Techno.COM*, No. 4, Vol. 14, hal 255–265.
- [6] Sutojo, T., Mulyanto, E., dan Suhartono, V., 2011, *Kecerdasan Buatan, Ed 1*, Andi Ofset, Yogyakarta.
- [7] Mahmudah, E., Wibowo, A. T., dan Ariyanto, E., 2010, Prediksi Harga Minyak Kelapa Sawit (CPO) Menggunakan Kombinasi Metode Fuzzy-Mamdani dan Evolution Strategies, *Skripsi*, Teknik Informatika, Universitas Telkom.
- [8] Sari, N. E., dan Sukirman, E., 2011, Prediksi Cuaca Berbasis Logika Fuzzy Untuk Rekomendasi Penerbangan di Bandar Udara Raja Haji Fisabilillah, *Skripsi*, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma.
- [9] Zaki, A., Santoso, H. A., 2016, Model Fuzzy Tsukamoto untuk Klasifikasi dalam Prediksi Krisis Energi di Indonesia, *Creative Information Technology Journal (CITEC Journal)*, No. 3, Vol. 3, Hal. 185-199.
- [10] Andini, N., Zaitunah, A., Samsuri, 2016, Model spasial tingkat kerawanan kebakaran hutan dan lahan di Kabupaten Rokan Hilir, *Peronema Forestry Science Journal*, No 2, Vol. 5, Hal. 91-100.
- [11] Kartika, A., Irawan, B., Triyanto, D., 2016, Prediksi Wilayah Rawan Kebakaran Hutan Dengan Metode Jaringan Syaraf Tiruan Propagasi Balik (Study Kasus: Daerah Kabupaten Kuburaya), *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, No. 2, Vol. 4, Hal. 66–75.
- [12] Pereira, J. C. F., Pereira, J. M. C., Leite, A. L. A., dan Albuquerque, D. M. S., Calculation of Spotting Particles Maximum Distance in Idealised Forest Fire Scenarios, *Journal of Combust.*, No. - Vol. 2015, Hal. 17.
-