

Sistem Notifikasi Token Listrik Menggunakan Metode Fuzzy Tsukamoto Dengan Sms Gateway Berbasis Arduino

Soni ^{*1}, Miftakhul Jannah ², Yulia Fatma ³

Email: ¹soni@umri.ac.id, ²170401024@student.umri.ac.id, ³yuliafatma@umri.ac.id,

^{1,2,3} Program Studi Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Riau

Diterima: 20 April 2023 | Direvisi: - | Disetujui: 30 April 2023
©2020 Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Muhammadiyah Riau, Indonesia

Abstrak

Kemajuan teknologi yang berkembang pesat mendorong munculnya berbagai peralatan pengukuran listrik yang semakin canggih, termasuk di antaranya yaitu Kilo Watt Hour meter (KWH). Kelemahan dari sistem KWH meter ini yaitu sistem peringatan hanya berupa lampu indikator dan alarm buzzer yang sering diabaikan pengguna juga terbatas jangkauannya. Pengguna yang sedang diluar rumah juga tidak dapat mengetahui kondisi listrik dirumah. Maka dibutuhkan sistem notifikasi token listrik untuk memudahkan pengguna. Alat ini dirancang dengan memanfaatkan Arduino Uno, SIM 800L, Potensio. SIM 800L digunakan untuk mengirim notifikasi sms dan Potensio untuk simulasi jumlah token listrik. Pada alat ini diterapkan metode Fuzzy Tsukamoto untuk menentukan kondisi keluaran berdasarkan nilai input. Tujuan dari perancangan alat ini adalah untuk meningkatkan sistem peringatan KWH meter agar dapat menjangkau pengguna diluar rumah..

Kata kunci: KWH meter, sistem peringatan, Fuzzy Tsukamoto, SIM 800L, ArduinoUno

Electricity Token Notification System Using Fuzzy Tsukamoto Method With Arduino-Based Sms Gateway

Abstract

Rapidly developing technological advances have encouraged the emergence of various increasingly sophisticated electrical measurement equipment, including the Kilo Watt Hour meter (KWH). The weakness of this KWH meter system is that the warning system is only in the form of indicator lights and buzzer alarms which are often ignored by users and their range is limited. Users who are outside the home also cannot know the condition of electricity at home. So an electricity token notification system is needed to make it easier for users. This tool is designed by utilizing Arduino Uno, SIM 800L, Potentio. SIM 800L is used to send SMS notifications and Potentio to simulate the number of electricity tokens. In this tool Tsukamoto Fuzzy method is applied to determine the output condition based on the input value. The purpose of designing this tool is to improve the KWH meter warning system so that it can reach users outside the home

Keywords— KWH meter, warning system, Fuzzy Tsukamoto, SIM 800L, ArduinoUno

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang berkembang pesat mendorong munculnya berbagai peralatan pengukuran listrik yang semakin canggih, termasuk di antaranya yaitu Kilo Watt Hour meter (KWH) digital prabayar [1]. Saat ini di Indonesia sudah banyak diimplementasikan listrik pra bayar [2]. Layanan ini memiliki keunggulan dibanding teknologi terdahulu. Berbeda dengan KWH meter analog, pada sistem KWH meter digital prabayar, sistem pembayaran tidak lagi dilakukan berdasarkan pengukuran jumlah daya yang telah digunakan oleh pengguna dalam jangka waktu tertentu, melainkan berdasarkan token pulsa pada KWH meter tersebut [3].

Kelemahan yang didapat dari adanya sistem KWH meter digital prabayar ini adalah sistem peringatan yang ada pada KWH meter digital saat ini hanya berupa perubahan lampu indikator dan bunyi alarm yang terbatas jangkauannya [4]. Hal tersebut seringkali tidak cukup membantu pengguna apabila pengguna sedang berada diluar rumah[5].

Masyarakat atau pelanggan baru mengeluhkan listrik prabayar, listrik tiba-tiba mati karena kehabisan pulsa [6]. Rupanya, mereka tidak tahu bahwa listrik prabayar dilengkapi alarm khusus sebagai peringatan pulsa habis[7]. Karena tidak paham, pelanggan mengabaikan meski alarm berbunyi. Akibatnya, listrik mati karena pulsa habis [8].

Internet Of Things (IoT) adalah program dimana sebuah objek mampu memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan tanpa bantuan perangkat komputer [9]. Salah satu penerapan IoT yang populer adalah *Mikrokontroler*[10]. Mikrokontroler adalah suatu chip berupa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat menerima sinyal *input*, mengolahnya dan memberikan sinyal output sesuai dengan program yang diisikan kedalamnya [11].

Logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output [12]. Penggunaan metode *Fuzzy Tsukamoto* sangat tepat untuk digunakan dalam proses pendukung pengambilan keputusan, hal ini dikarenakan *Fuzzy Tsukamoto* menggunakan teori representasi kebenaran dalam dua nilai benar/salah [13].

Beberapa penelitian sebelumnya tentang sistem notifikasi token listrik menggunakan *Arduino Uno* dengan mengirimkan notifikasi melalui SMS [14]. Selanjutnya membuat perangkat monitoring dan mencatat pemakaian listrik menggunakan aplikasi *arduino* berdasarkan arus beban sehingga memberikan informasi perubahan arus listrik secara *real time* [11]. Menggunakan *Arduino Nano Atmega 328* untuk membuat alat notifikasi status kredit token kwh meter bekerja dengan mendeteksi perubahan warna dan frekuensi berkedip LED dan mengirim dengan SMS [4]. Menerapkan *fuzzy tsukamoto* dalam menentukan harga sewa hotel mendapatkan hasil akurasi dengan tipe kamar *premiere* 27.75% [15]. *Fuzzy tsukamoto* digunakan untuk mendeteksi penyakit pada sapi dengan 12 sampel dan akurasi 100% [16]. Pada game kuis tebak nada sunda menerapkan *fuzzy tsukamoto* dengan 40 responden dan akurasi 77.75% [17]. Penggunaan *tsukamoto* untuk memprediksi kebutuhan bahan baku [18]. *Fuzzy tsukamoto* sebagai penentuan faktor pembeban pada trafo PLN [19].

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sebuah perangkat sistem notifikasi listrik berbasis *arduino* dengan *sms gateway* dengan menggunakan metode *fuzzy tsukamoto*.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan langkah penting dalam sebuah penelitian. Alur penelitian ini menggunakan metode *waterfall* dilakukan secara berurutan yaitu analisa, perancangan, penerapan logika, pengujian dan hasil.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

2.1. Analisa

Pada tahapan ini analisis dilakukan untuk menganalisa segala kebutuhan apa saja diperlukan untuk membangun sistem notifikasi ini baik berupa perangkat keras maupun perangkat lunak serta alat dan bahan yang digunakan sehingga dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

2.1.1 Analisa Perangkat Keras

Tabel 1. Analisa Hardware

No.	Nama Perangkat	Fungsi Perangkat
1.	Asus Vivobook 14	Windows 10 AMD Ryzen 3 3200U 4096MB RAM
2.	Solder	Untuk memasang pin pada perangkat yang belum terpasang.
3.	Kabel Micro USB	Sebagai penghubung ke power supply
4.	Arduino Uno R3	Sebagai mikrokontroler
5.	Modul SIM 800L	Untuk koneksi mengirim notifikasi
6.	Breadboard	Untuk merancang rangkaian elektronik sederhana

No.	Nama Perangkat	Fungsi Perangkat
7.	Resistor 330 Ohm	Untuk menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan suatu rangkaian elektronika
8.	Modul Charger TP4056	Digunakan untuk mengisi daya baterai sebagai alternatif apabila arus listrik utama padam
9.	Potensio B100K Mono	Digunakan untuk simulasi jumlah token listrik
10.	Step Down LM2598 DC	Untuk menurunkan tegangan sesuai dengan kebutuhan elektronika
11.	Holder baterai	Sebagai tempat baterai Li-Ion
12.	Baterai Li-Ion 18650	Sebagai power supply ke arduino
13.	Kabel Dupont, female-female, female-male, male-male	Untuk menghubungkan kabel dengan PCB dan komponen elektronika pada proyek breadboard
14.	Lampu LED 5 mm	Sebagai simulasi kondisi listrik rumah

2.1.1 Analisa Perangkat Lunak

Tabel 2. Analisa Software

No.	Nama Perangkat Lunak	Fungsi Perangkat
1.	Arduino IDE	Sebagai text editor

2.2. Perancangan

Tahap perancangan dilakukan untuk dengan melakukan perhitungan logika fuzzy dan perancangan perangkat keras, perhitungan logika fuzzy dilakukan untuk menyesuaikan masukkan dengan metode *Fuzzy Tsukamoto* dan perancangan perangkat keras untuk menyesuaikan rangkaian perangkat keras dengan logika fuzzy.

2.2.1 Perancangan Logika

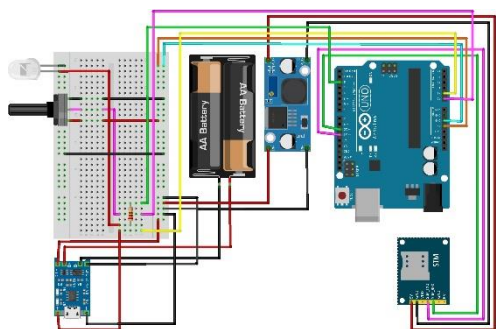
Pada tahapan perancangan logika ini dilakukan penyesuaian antara input dan output dengan metode *Fuzzy Tsukamoto*. Terdapat 5 kondisi, yaitu :

Tabel 3. Rancangan Logika

Nama Kondisi	Keterangan	Keluaran
Kondisi arus = OFF	Tidak ada arus listrik	Notifikasi "Mati Lampu"
Kondisi arus = ON	Tersedia arus yang masuk	Notifikasi "Hidup Lampu"
Kondisi Token = Token Habis	Jumlah token mencapai batas minimal yaitu 0	Notifikasi "Token Habis"
Kondisi Token = Token Mau Habis	Jumlah token sedikit mendekati jumlah batas minimal	Notifikasi "Token Mau Habis"
Kondisi Token = Token Penuh	Jumlah token mencapai batas maksimal	Tidak mengirim notifikasi

2.2.1 Perancangan Alat

Pada Gambar 2 dapat dilihat bagaimana keseluruhan alat atau modul pendukung yang dihubungkan ke perangkat *Arduino Uno R3*.



Gambar 2. Rancangan Alat

2.3. Penerapan Logika

Tahapan ini dilakukan untuk mengimplementasikan perhitungan metode *Fuzzy Tsukamoto* pada perancangan perangkat keras yang telah dilakukan pada tahapan sebelumnya yaitu tahapan perancangan. Penerapan dilakukan agar rancangan bekerja sesuai dengan kebutuhan.

1. Komponen variabel *input* nilai token listrik, memiliki variabel Habis, Sedikit, Banyak dengan nilai fuzzyfikasinya (0), (1-500), (500-700)
2. Komponen variabel *output* notifikasi token listrik yaitu token habis (0), token mau habis (1-7), token penuh (7-10)
3. Menentukan inferensi untuk mendapatkan nilai masing-masing rules. Menggunakan implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α -predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots \alpha_n$) kemudian masing-masing nilai predikat ini digunakan untuk menghitung keluaran hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3 \dots z_n$)
4. Defuzzifikasi menggunakan nilai rata-rata dengan mengubah *output fuzzy* menjadi nilai tegas. Dengan rumus sebagai berikut:

$$(1) \quad \bar{z} = \frac{(\alpha_1 \cdot Z_1) + (\alpha_2 \cdot Z_2)}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

Keterangan :

Z = nilai rata-rata (*average*)

α_1 = nilai prediket

z_1 = nilai dari *rules*

2.4. Konfigurasi Arduino

Melakukan konfigurasi *Arduino* berdasarkan logika *fuzzy* dan perhitungan *fuzzy tsukamoto* menggunakan *software Arduino IDE (Integrated Development Environment)* agar notifikasi SMS berjalan sesuai nilai inferensi yang sudah dihitung.

Program Jurnal

```
void tsukamoto(float X){
  //FUZIFIKASI
  // float x = nilai_token;
  float sedikit = ((700 - x)/(700 - 500));
  float banyak = ((x - 500)/(700 - 500));

  if (sedikit <= 0){
    sedikit = 0;
  }
  if (banyak <= 0){
    banyak = 0;
  }
  // INFERENSI
  float fit_sed = (sedikit * (10 - 7));
  float fit_sedikit = (10 - (fit_sed));
  float fit_ban = (banyak * (10 - 7));
  float fit_banyak = (3 + fit_ban);

  //defuzifikasi
  float keputusan_fuzzy = (((sedikit * fit_sedikit)+(banyak * fit_banyak))/(sedikit + banyak));

  //menerapkan defuzifikasi ke aturan fuzifikasi
  if(keputusan_fuzzy <= 0){
    kondisi_token = "HABIS";
    digitalWrite(lampu, LOW);
  }else if(keputusan_fuzzy >0 && keputusan_fuzzy <=7){
    kondisi_token = "SEDIKIT";
    digitalWrite(lampu, HIGH);
  }else if(keputusan_fuzzy > 7){
    kondisi_token = "BANYAK";
    digitalWrite(lampu, HIGH);
  }
}
```

2.5. Pengujian

Pada tahapan ini dilakukan pengujian terhadap perangkat yang telah dibuat dalam bentuk simulasi *prototype* sistem notifikasi token listrik menggunakan *arduino*. Tahap pengujian dilakukan untuk menguji dari keseluruhan sistem untuk mengetahui apa saja kekurangan dan kendala dalam perangkat tersebut. Pengujian mencakup *prototype* perangkat keras dan logika *fuzzy* yang diterapkan pada perangkat keras.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Fuzzyfikasi variabel *input* dan *output*

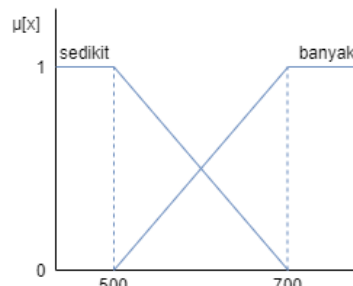
Variabel *input* yang digunakan adalah nilai token yang disimulasikan oleh nilai dari *potensiometer* dan variabel *output* sedangkan variabel *output* adalah sistem notifikasi token listrik.

3.1.1. Variabel *input* nilai token listrik

Komponen Variabel *Input* token memiliki variabel sedikit dan banyak dengan nilai Fuzzifikasi (0) habis, (1-500) sedikit, (500-700) banyak.

Tabel 4. Input Fuzzyfikasi

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Rentang
Input	Token	Habis	0
		Sedikit	1-500
		Banyak	500-700



Gambar 3. Keanggotaan variabel token

$$X = 500$$

$$\mu_{Sedikit}(x) = \begin{cases} x \leq 500 \\ 500 \leq x \leq 700 \\ x \geq 700 \end{cases}$$

$$\int_0^1 \frac{700-500}{700-500} = 1_{(\alpha_1)}$$

$$\mu_{Banyak}(x) = \begin{cases} x \leq 500 \\ 500 \leq x \leq 700 \\ x \geq 700 \end{cases}$$

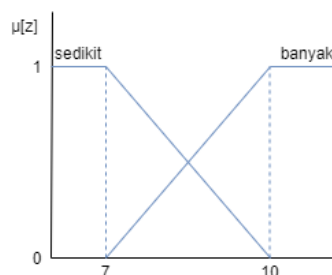
$$\int_1^0 \frac{500-500}{700-500} = 0_{(\alpha_2)}$$

3.1.2. Variabel *output* sistem notifikasi token listrik

Komponen Variabel *Output* sistem notifikasi token listrik dengan nilai (0) token habis, (1-7) token mau habis, (7-10) token banyak.

Tabel 5. Output Sistem Notifikasi

Fungsi	Variabel	Himpunan Fuzzy	Rentang
Output	Notifikasi token	Token habis	0
		Token mau habis	1-7
		Token banyak	7-10



Gambar 4. Keanggotaan variabel output

$$\mu_{Turun} \mu_{Sedikit}(z) = \int_0^1 \frac{Z_{Max}-Z}{Z_{Max}-Z_{Min}} \quad \begin{cases} Z \leq Z_{Min} \\ Z_{Min} \leq Z \leq Z_{Max} \\ Z \geq Z_{Max} \end{cases}$$

$$\mu_{Turun} \mu_{Sedikit}(z) = \int_0^1 \frac{10-Z}{10-7} \quad \begin{cases} Z \leq Z_{Min} \\ 7 \leq X \leq 10 \\ Z \geq 10 \end{cases}$$

$$\mu_{Banyak}(x) = \int_1^0 \frac{500-500}{700-500} = 0_{(\alpha_2)} \quad \begin{cases} Z \leq Z_{Min} \\ Z_{Min} \leq Z \leq Z_{Max} \\ Z \geq Z_{Max} \end{cases}$$

$$\mu_{Naik} \mu_{Banyak}(z) = \int_1^0 \frac{Z-7}{10-7} \quad \begin{array}{l} Z \leq Z_{Min} \\ 7 \leq X \leq 10 \\ Z \geq 10 \end{array}$$

3.1.3. Inferensi

Nilai Inferensi Sedikit	Nilai Inferensi Banyak
$\alpha = \mu_{Turun}[Z] \text{ atau } \mu_{Naik}[Z]$	$\alpha = \mu_{Turun}[Z] \text{ atau } \mu_{Naik}[Z]$
$\alpha_1 = \mu_{Sedikit}[Z] 1 = \frac{10-Z}{10-7}$	$\alpha_1 = \mu_{Banyak}[Z] 0 = \frac{Z-7}{10-7}$
$1 = \frac{10-Z}{10-7}$	$0 = \frac{Z-7}{10-7}$
$1 = \frac{10-Z}{3}$	$0 = \frac{Z-7}{3}$
$3 = 10-Z$	$0 = Z-7$
$Z = 7 (Z_1)$	$Z = 7 (Z_2)$

3.1.4. Deffuzzyfikasi

$$Z = \frac{(\alpha_1 \cdot Z_1) + (\alpha_2 \cdot Z_2)}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

Maka nilai Z adalah :

$$Z = \frac{(\alpha_1 \cdot Z_1) + (\alpha_2 \cdot Z_2)}{\alpha_1 + \alpha_2}$$

$$Z = \frac{(1.7) + (0.7)}{1 + 0}$$

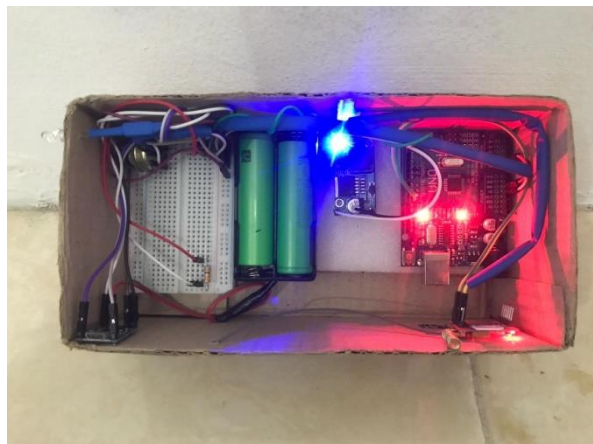
$$Z = \frac{7 + 0}{0}$$

$$Z = 7$$

3.2. Tampilan Hasil Perancangan

3.2.1. Tampilan *prototype* alat notifikasi token listrik

Pada tampilan *prototype* ini berupa simulasi notifikasi token listrik beserta beberapa komponen yang saling berkaitan yaitu *Arduino Uno*, modul GSM SIM 800L, Modul *Charger*, Modul *Stepdown*, *Beardboard*, Lampu LED, *Battery*. Alat ini menggunakan *power supply* sebagai sumber daya untuk menghidupkan *arduino*.



Gambar 5. Tampilan *prototype* notifikasi token listrik

3.2.2. Tampilan notifikasi SMS

Tampilan ini merupakan tampilan SMS yang dikirimkan dari perangkat ke pengguna kwh meter. Pada tampilan ini menunjukkan jika nilai simulasi token menggunakan *potensiometer* telah terbaca oleh *arduino* dan secara otomatis akan mengirimkan SMS notifikasi keadaan listrik di rumah kepada pengguna yang telah terdaftar.



Gambar 6. SMS Notifikasi token listrik

3.3. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian secara keseluruhan untuk mengetahui apakah alat bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan dengan menjalankan *prototype* sistem notifikasi token listrik. Pada Tabel 6 menjelaskan bahwa setiap notifikasi terkirim sesuai dengan kondisi listrik.

Tabel 6. Pengujian Notifikasi

Nama Kondisi	Keterangan	Status
Mati Lampu	Arus listrik yang sebelumnya hidup kemudian padam dan mengirim notifikasi “Mati Lampu”	Sukses
Hidup Lampu	Arus Listrik yang sebelumnya padam kemudian hidup dan mengirim notifikasi “Hidup Lampu”	Sukses
Token Mau Habis	Ada arus listrik, jumlah token sampai ke batas minimum mengirim notifikasi “Token Mau Habis”	Sukses
Token Habis	Ada arus listrik, jumlah token = 0 mengirim notifikasi “Token Habis”	Sukses
Token Banyak	Ada arus listrik, jumlah token mencapai batas maksimum tidak mengirim notifikasi SMS	Sukses

Berikut adalah rata-rata hasil pengujian.

No	Uraian	Status	Delay (s)
1	Pengujian ke-1	Berhasil	7,2
2	Pengujian ke-2	Berhasil	7,9
3	Pengujian ke-3	Berhasil	8,1
4	Pengujian ke-4	Berhasil	7,4
5	Pengujian ke-5	Berhasil	8,1
6	Pengujian ke-6	Berhasil	7,3
7	Pengujian ke-7	Berhasil	7,5
8	Pengujian ke-8	Berhasil	7,6
9	Pengujian ke-9	Berhasil	7,7
10	Pengujian ke-10	Berhasil	7,4

Adapun keberhasilan mengirim notifikasi SMS tersebut mencapai 100%. *Delay* penerimaan SMS pada telepon seluler sudah konsisten dengan nilai *delay* rata-rata 7,6 sekon.

4. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian, maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

1. *Prototype* sistem notifikasi token listrik berbasis notifikasi SMS dapat berjalan dengan baik sesuai dengan kondisi listrik.
2. Penggunaan metode *Fuzzy Tsukamoto* untuk menentukan nilai batasan input nilai token sehingga mendapatkan hasil yang sesuai untuk mengirimkan notifikasi ke pengguna yaitu berupa notifikasi SMS.
3. Hasil pengujian sistem notifikasi token listrik didapatkan akurasi ketepatan dalam mengirim notifikasi 100% dengan nilai *delay* rata-rata 7,6 sekon setiap kondisi listrik.

Berdasarkan keseluruhan penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem alat notifikasi token listrik kwh meter antara lain sebagai berikut :

1. Peneliti berikutnya memperluas jangkauan penelitian dengan menggunakan simulasi KWH meter yang sebenarnya.
2. Penambahan fitur seperti mengisi token listrik secara otomatis seperti melalui SMS.
3. Pengembangan kedepannya, diharapkan menggunakan logika terbaru sebagai keputusan.

Daftar Rujukan

- [1] F. Bacharuddin and Kevin, "Sistem Peringatan Sisa Pulsa Pada KWH Meter Digital Prabayar," vol. 19, no. 1, p. 68, 2017.
- [2] T. P. Satya, F. Puspitasari, H. Prisyanti, and Elisabeth Ruthma Meilani Saragih, "Perancangan dan Analisis Sistem Alat Ukur Arus Listrik Menggunakan Sensor ACS712 Berbasis Arduino Uno dengan Standard CLAMPMETER," vol. 11, no. 1, pp. 39–44, 2020.
- [3] M. R. Nofianda, "Rancang Bangun Aplikasi Android Guna Melihat Info Biaya Listrik," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 5, no. 1, p. 50, 2019, doi: 10.33143/jics.vol5.iss1.508.
- [4] R. Cakrawala, "Rancang Bangun Alat Notifikasi Status Kredit Token KWH Meter Prabayar Berbasis Arduino Nano Atmega 328 dengan Komunikasi Modem GSM," pp. 1–6, 2018.
- [5] F. J. Atletiko, N. A. Rakhmawati, and H. A. Ts, "Determination of Freight Rates Based on Package Dimension and Distance of Delivery Using Fuzzy Logic System in Angkotin Application," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, pp. 527–534, 2019.
- [6] N. L. Giang, V. O. Truong, N. H. U. Ngoc, and P. V. A. N. Hai, "A New Complex Fuzzy Inference System With Fuzzy Knowledge Graph and Extensions in Decision Making," vol. 8, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3021097.
- [7] R. Hayami, H. Mukhtar, and A. Putri, "Penentuan Permohonan Pinjaman Menggunakan Sistem Pendukung Keputusan (Spk) Dengan Metode Fuzzy Tsukamoto," *J. Fasikom*, vol. 7, no. 2, pp. 266–272, 2018, doi: 10.37859/jf.v7i2.776.
- [8] N. Janahti and Isharijadi, "Analisis Penerimaan Pembayaran Listrik Paska Bayar dan Prabayar Terhadap Pendapatan PT.PLN di NGAWL," *J. Inform.*, pp. 41–47, 2011.
- [9] E. M. Leny, P. Studi, S. Teknik, F. Teknik, and U. N. Surabaya, "Sistem Current Limiter dan Monitoring Arus Serta Tegangan Menggunakan SMS Untuk Proteksi pada Penggunaan Beban Rumah Tangga," no. 30, pp. 39–46, 2018.
- [10] N. Ratama and Munawaroh, "Implementasi metode Fuzzy Tsukamoto Untuk Deteksi Dini Autisme Pada Balita Berbasis Android," *JIRE (Jurnal Inform. Rekayasa Elektron.)*, vol. 3, no. 2, 2020.
- [11] W. A. Suteja and adi surya Antara, "Sistem Pencatatan Pemakaian Listrik Menggunakan Aplikasi Arduino," *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 73–78, 2019, doi: 10.33387/protek.v6i2.1229.
- [12] W. E. Sari, O. Wahyunggoro, and S. Fauziati, "A comparative study on fuzzy Mamdani-Sugeno-Tsukamoto for the childhood tuberculosis diagnosis," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1755, no. July 2016, 2016, doi: 10.1063/1.4958498.
- [13] M. Ismail, M. Haddin, and Agus Suprajitno, "Implementasi Logika Fuzzy Untuk Akuisisi Data Berbasis Web Server," pp. 221–228, 2015.
- [14] Prameswari and E. Putri, "Rancang Bangun Alat Monitoring Pulsa Listrik Rumah Tinggal Dengan Masukan Suara Berbasis Arduino Uno," pp. 4–20, 2019.
- [15] R. P. Nugroho, B. D. Setiawan, and M. T. Furqon, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto untuk Menentukan Harga Sewa Hotel (Studi Kasus : Gili Amor Boutique Resort , Dusun Gili Trawangan , Nusa Tenggara Barat)," vol. 3, no. 3, pp. 2581–2588, 2019.
- [16] M. F. Sidiq and M. N. Faiz, "Review Tools Web Browser Forensics untuk Mendukung Pencarian Bukti Digital," *J. Edukasi dan Penelit. Inform.*, vol. 5, no. 1, pp. 67–73, 2019.
- [17] I. Haditama, C. Slamet, and D. F. Rahman, "Implementasi Algoritma Fisher-Yates dan Fuzzy Tsukamoto dalam GAME Kuis Tebak Nada Sunda Berbasis Android," vol. I, no. 1, pp. 51–58, 2016.
- [18] M. Huda, Kusriani, Henderi, and U. G. Mada, "Model Prediksi Kebutuhan Bahan Baku Pada Cafe Menggunakan Algoritma Fuzzy Tsukamoto," *Konf. Nas. Sist. Inf.*, pp. 8–9, 2018.
- [19] F. Thamrin, "Studi Inferensi Fuzzy Tsukamoto Untuk Penentuan Faktor Pembebanan Trafo PLN," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., no. April, 2018.
- [20] S, S., Hafid, A., & Sudyana, D. (2019). Analysis of Security Awareness in using Technology and Social Media at Muhammadiyah University of Riau. *International Journal of Computer Applications*, 177(18), 20–25.

<https://doi.org/10.5120/ijca2019919631>

- [21] Wardani, Rafqi Fuad, E. (2019). *Implementasi Floyd Warshall dalam Menentukan Rute Terpendek Menuju Halte Trans Metro Pekanbaru*. 1(1).
- [22] Zaki Fadhly, M., Fuad, E., & Soni. (2019). Perancangan Sistem Informasi Geografis Wisata Sejarah Dan Budaya Di Kota Pekanbaru Menggunakan Location Based Service(LBS). *Prosiding Seminar Nasional Computation Technology and Its Application*, 1(1), 35–40.