

APLIKASI MONITORING KONDISI PASIEN STROKE BERBASIS IOT

Yeni Dwi Fahlufi¹, Diki Arisandi², Ira Puspita Sari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Abdurrab

^{1,2,3}Jl. Riau Ujung No 73, Pekanbaru, Riau, telp. (0761) 38762

e-mail: ¹ yeni.dwi.f19@student.univrab.ac.id, ² diki@univrab.ac.id, ³

ira.puspita.sari@univrab.ac.id

Abstrak

Teknologi merambah dalam aspek kehidupan manusia dengan tujuan memudahkan manusia dalam melakukan suatu aktivitas, termasuk pemanfaatan teknologi mobile pada bidang kesehatan. Adapun salah satu aplikasi teknologi dalam bidang kesehatan yang berkaitan dengan hubungan antara perawat dan pasien salah satunya yaitu nurse call. Dalam beberapa kondisi membuat pasien tidak dapat menekan tombol pada nurse call untuk memanggil petugas medik, seperti pada pasien penderita stroke. Tujuan penelitian ini untuk membantu dan memudahkan pasien penderita stroke dalam berkomunikasi dengan memanfaatkan data gerakan jari tangan. Kemudian output kalimat kebutuhan pasien stroke akan ditampilkan pada perangkat smartphone. Aplikasi monitoring kondisi pasien stroke ini di bangun dengan metode fuzzy tsukamoto untuk memprediksi setiap pergerakan jari tangan pasien penderita stroke. Aplikasi monitoring diuji menggunakan black-box testing oleh developer. Pengujian dilakukan pada tampilan aplikasi di perangkat smartphone yang digunakan user. Pengujian ini berfokus pada tampilan halaman menu diaplikasi seperti halaman awal, halaman login dan daftarkan akun, dan halaman menu awal. Hasil uji coba tampilan halaman aplikasi monitoring stroke diperangkat smartphone yang digunakan oleh user dengan foto dan keterangan menunjukkan hasil valid atau sesuai.

Kata Kunci: pasien stroke, aplikasi seluler, metode fuzzy Tsukamoto, pengujian black-box.

Abstract

Technology has penetrated various aspects of human life with the aim of facilitating activities, including the utilization of mobile technology in the healthcare sector. One of the technological applications in healthcare that pertains to the relationship between nurses and patients is the nurse call system. In certain conditions, patients, such as those suffering from strokes, may be unable to press the nurse call button to summon medical personnel. This research aims to assist and facilitate stroke patients in communication by leveraging hand gesture motion data. Subsequently, the patient's required statements will be displayed on a smartphone device. The stroke patient monitoring application is developed using the fuzzy Tsukamoto method to predict each hand gesture movement of stroke patients. The monitoring application undergoes black-box testing conducted by the developers. The testing is performed on the application's user interface displayed on the smartphone device. This testing specifically focuses on the menu page display within the application, including the home page, login, account registration, and initial menu page. The results of the application's user interface testing for stroke patient monitoring on the smartphone device, along with accompanying photos and descriptions, demonstrate the validity and accuracy of the outcomes.

Keywords: stroke patient, mobile application, fuzzy Tsukamoto method, black-box testing.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi tidak bisa dipungkiri pada era digital sekarang ini. Teknologi berkembang sangat pesat dan fleksibel sehingga sudah dipakai di seluruh dunia. Teknologi merambah dalam aspek kehidupan manusia dengan tujuan memudahkan manusia dalam melakukan suatu aktivitas, termasuk pemanfaatan teknologi mobile pada bidang kesehatan. Adapun salah satu aplikasi teknologi dalam bidang kesehatan yang berkaitan dengan hubungan antara perawat dan pasien salah satunya yaitu *nurse call*. *Nurse call* merupakan suatu perangkat yang digunakan pasien rawat inap untuk memanggil perawat atau petugas medik lainnya. *Nurse call* dilengkapi dengan tombol yang apabila ditekan akan mengirimkan pesan keruang petugas medik, yang menandakan pasien membutuhkan bantuan atau pelayanan medik. Tombol *nurse call* terdapat disamping tempat tidur pasien. Indikator keberhasilan tombol *nurse call* tergantung pada kecepatan petugas medik untuk memberikan pertolongan [1].

Namun, *nurse call* dirasa kurang efektif dan efisien, karena jenis bantuan atau pelayanan medik yang dibutuhkan pasien tidak jelas. Sehingga membutuhkan waktu cukup banyak bagi petugas medik untuk bolak-balik keruang rawat pasien guna menanyakan bantuan atau pertolongan yang dibutuhkan. Bukan hanya membutuhkan waktu banyak, tetapi resiko yang didapat kan juga besar bila petugas medik terlambat memberikan pertolongan. Dalam beberapa kondisi membuat pasien tidak dapat menekan tombol pada *nurse call* untuk memanggil petugas medik, seperti pada pasien penderita stroke. Stroke adalah terputusnya aliran darah ke otak, umumnya akibat pecahnya pembuluh darah ke otak atau karena tersumbatnya pembuluh darah ke otak sehingga pasokan nutrisi dan oksigen ke otak berkurang. Stroke menyebabkan gangguan fisik atau disabilitas [2].

Dalam membangun aplikasi monitoring kondisi pasien stroke, peneliti menerapkan logika fuzzy, yaitu metode tsukamoto untuk memprediksi setiap pergerakan jari tangan pasien stroke. Dengan aplikasi monitoring stroke nantinya kalimat bantuan atau pertolongan yang dibutuhkan pasien dari data gerakan jari tangan akan ditampilkan pada perangkat *smartphone* sehingga bisa dipantau dari jarak jauh. Peran aplikasi monitoring sangat membantu dalam meningkatkan kecepatan perawat atau petugas medik dalam memberikan pertolongan, selain itu anggota keluarga juga dapat memantau secara tidak langsung kondisi pasien dari jarak jauh. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis akan mengajukan judul “Aplikasi Monitoring Kondisi Pasien Stroke Berbasis IoT”. Dengan adanya aplikasi monitoring stroke ini, diharapkan pasien penderita stroke dapat lebih mudah mengkomunikasi kebutuhan mereka dan membantu mereka dalam menjalani kehidupan sehari-hari yang lebih independen [3].

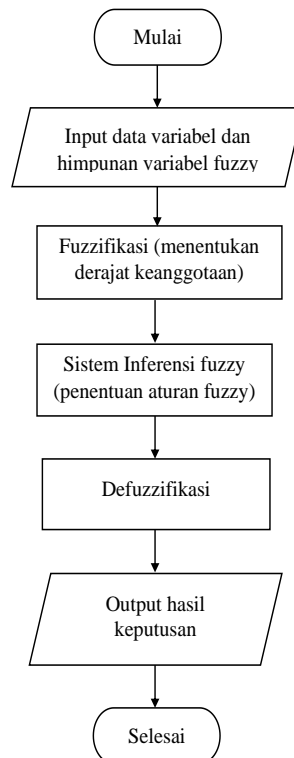
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diambil dengan menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

- a. Studi Pustaka, yakni metode ini dilakukan dengan cara membaca buku dan referensi yang berhubungan dengan objek penelitian, seperti *e-book* “Awat Stroke” dan beberapa jurnal yang terkait stroke.
 - b. Observasi, yakni peneliti langsung mendatangi pakar terapis, yaitu Bapak Yose Rizal, S. St., M. Kes dan Ibu Siti Muamanah, S. St., M. Kes. Terapis tersebut adalah dosen prodi fisioterapi Universitas Abdurrah, Pekanbaru. Observasi yang dilakukan untuk mengetahui secara langsung bagaimana mereka para pakar dalam menangani pasien stroke dan menanyakan seputar penyakit stroke.
-

- c. Wawancara, yakni peneliti melakukan wawancara secara langsung tak terstruktur kepada terapis, yaitu Bapak Yose Rizal, S.St., M.Kes dan Ibu Siti Muamanah, S.St., M.Kes. Wawancara yang dilakukan seperti menanyakan terkait stroke.

Sedangkan dalam membangun aplikasi monitoring kondisi pasien stroke menerapkan logika fuzzy, yaitu metode tsukamoto [4]. Metode tsukamoto digunakan untuk memprediksi pergerakan jari tangan pasien penderita stroke. Metode Tsukamoto dipilih karena sifatnya yang sederhana, fleksibel, memiliki toleransi pada data yang ada, lebih cepat dalam melakukan komputasi, lebih intuitif, diterima oleh banyak pihak, lebih cocok untuk masukan yang diterima dari manusia bukan oleh mesin. Dalam proses inferensinya, metode Fuzzy Tsukamoto memiliki beberapa tahapan, yaitu:



Gambar 1. Flowchart Metode Fuzzy Tsukamoto

- a. Fuzzifikasi
Fuzzifikasi adalah proses untuk mengubah masukan sistem yang mempunyai nilai tegas atau crisp menjadi himpunan fuzzy dan menentukan derajat keanggotaannya di dalam himpunan fuzzy.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \geq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \leq b \end{cases}$$

- b. Inferensi
Proses untuk mengubah masukan fuzzy menjadi keluaran fuzzy dengan cara fuzzifikasi tiap Rule (IF-THEN Rules) yang telah ditetapkan. Menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai alpha-predikat tiap-tiap Rule. Kemudian masing-masing nilai alpha- predikat digunakan untuk menghitung output masing-masing Rule (nilai z).

$$\alpha \text{ predikat }_1 = \min \mu(x) \cap \mu(x)$$

c. Defuzzifikasi

Mengubah keluaran fuzzy yang diperoleh dari mesin inferensi menjadi nilai tegas atau crisp. Hasil akhir diperoleh dengan menggunakan persamaan rata-rata pembobotan menggunakan metode rata-rata Weight Average.

$$Z = \frac{\sum \alpha \text{ predikat } i * z_i}{\sum \alpha \text{ predikat } i}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

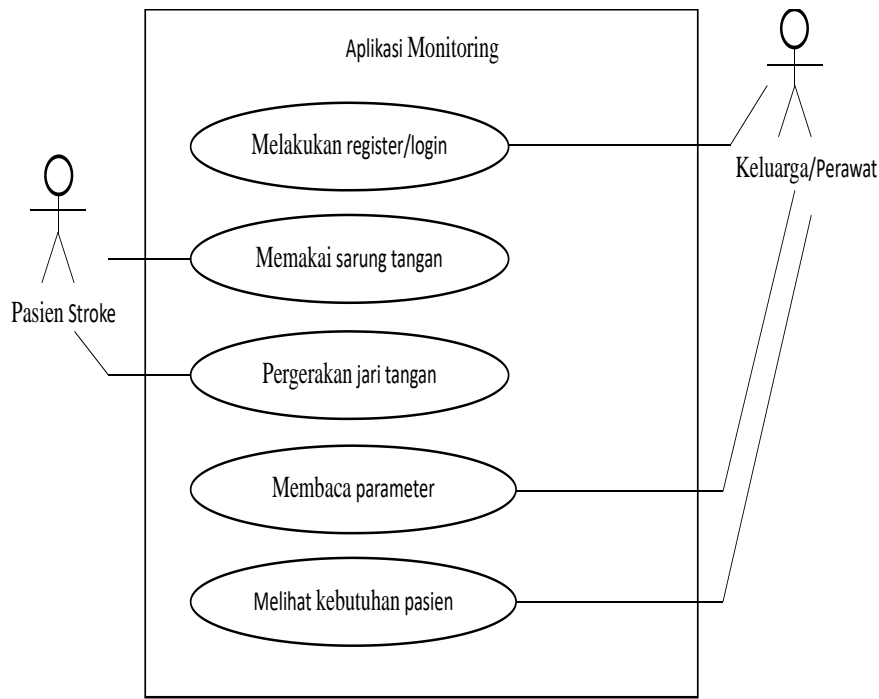
Peneliti melakukan wawancara langsung kepada beberapa terapis yang ada di klinik fisioterapi Pekanbaru, yaitu Bapak Yose Rizal, S.St., M.Kes dan Ibu Siti Muamanah, S.St., M.Kes. Berdasarkan hasil wawancara yang peneliti lakukan dirangkum seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Wawancara Terapis Fisioterafi

NO	Pertanyaan	Jawaban
1	Ada berapa jenis stroke?	Jenis stroke ada 2, yaitu stroke Iskemik dan stroke Hemoragik.
2	Bagaimana pergerakan anggota tubuh pasien stroke?	Pergerakan anggota tubuh pasien stroke, yaitu hemi kanan, hemi kiri, dan kedua sisi.
3	Jenis kebutuhan apa saja yang diperlukan pasien stroke?	Jenis kebutuhan yang biasa diminta pasien stroke yaitu makan, minum, toilet, gatal, dan berpindah.
4	Apakah ada akurasi pergerakan anggota tubuh/jari tangan pasien stroke?	Ada, yaitu nilai <i>Manual Muscle Testing</i> (MMT).
5	Berapa nilai akurasi tiap pergerakan?	Nilai <i>manual muscle testing</i> (MMT) yaitu dari 0-5.
6	Apakah ada standar tekukan atau pergerakan?	Standar pergerakan yaitu <i>Range Of Motion</i> (ROM) atau (LGS) Lingkup Gerak Sendi.
7	Bagaimana bentuk jari tangan pasien stroke?	Bentuk jari tangan setiap pasien stroke tidak bisa disamakan antara individu satu dengan yang lainnya. Umum nya sama seperti manusia non stroke, namun jika kondisi sudah parah dan belum diterapis maka kondisi jari akan bengkak dan bengkok.
8	Apakah ada jari yang dominan mudah digerakkan?	Ada, yaitu ibu jari karena otot nya lebih besar. Kemudian jari yang lain akan mengikuti bergerak.

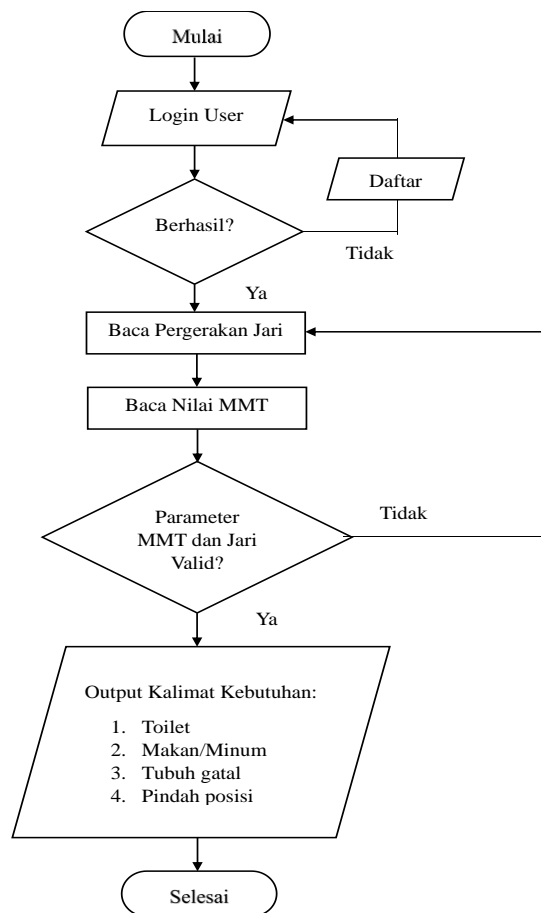
Use case diagram digunakan untuk menggambarkan bagaimana cara pengguna atau aktor berinteraksi dengan sistem yang dibuat [5]. Berikut ini merupakan gambar *Use Case*,

dapat dilihat bahwasanya keluarga atau perawat melakukan register atau login bagi pasien stroke, kemudian pasien stroke memakai sarung tangan dan melakukan pergerakan jari. Selanjutnya keluarga atau perawat dapat membaca parameter atau melihat jika pasien stroke ada pergerakan jari tangan, jika parameter terbaca maka output kebutuhan pasien akan tampil pada *smartphone*.



Gambar 2. Use case Diagram

Flowchart atau bagan alur merupakan metode untuk menggambarkan tahap-tahap penyelesaian masalah (prosedur) beserta aliran data dengan simbol-simbol standar yang mudah di pahami atau dengan kata lain *flowchart* ini bisa menjelaskan dengan mudah alur suatu sistem, mulai dari awal start hingga end [6]. *Flowchart* program Aplikasi monitoring stroke dapat dilihat pada gambar dibawah:



Gambar 3. Flowchart program Aplikasi

Berdasarkan hasil percobaan pada pasien stroke menggunakan sarung tangan maka dapat disimpulkan bahwa semakin jari diteguk kuat atau berkontaksi maka nilai semakin kecil, dan jika jari dalam keadaan rileks atau diteguk sedang maka nilai semakin besar. Pemaparan ini juga sudah didukung dan di observasi secara langsung oleh para pakar terkait dengan tekukan jari pasien. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Nilai Rentang Tekukan Jari

Nama Jari	Nilai Rentang Tekukan Jari
Ibu Jari	400
Jari Tengah	200
Jari Manis	200
Jari Kelingking	100

Uji Coba Perhitungan Fuzzy Tsukamoto:

Dalam proses inferensinya, metode Fuzzy Tsukamoto memiliki beberapa tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi [4]. Sebagai perhitungan manual, pada tabel 3 merupakan data pergerakan jari berdasarkan pendapat para pakar. Sehingga disimpulkan data fuzzy memiliki 3 himpunan nilai yaitu:

Tabel 3. Data Fuzzy

Variabel	Himpunan	Nilai Fuzzy
Pergerakan jari	Tidak Menekuk	0-1
	Gerak Menekuk Sedang	2
	Gerak Menekuk Kuat	3

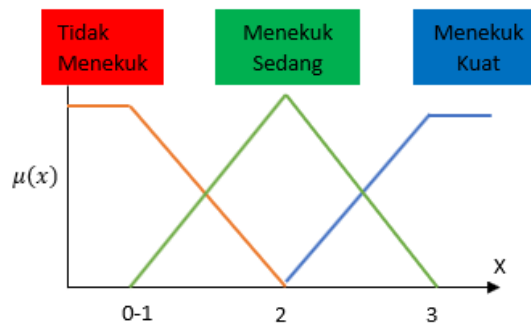
Sumber: Terapis Fisioterapi

Contoh Kasus :

Berapa besar nilai MMT (*Manual Muscle Testing*) yang dihasilkan jika pada proses pergerakan jari (tengah, manis, kelingking dan ibu jari) sebesar 2,5 dan parameter MMT bernilai 8?

1. Fuzzifikasi

Variabel 1 : Pergerakan jari



Gambar 4. Grafik Pergerakan Jari

$$\mu_{\text{Tidak Menekuk}}(x) = \begin{cases} 0; & x \geq 2 \\ \frac{2-x}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ 1; & x \leq 1 \end{cases}$$

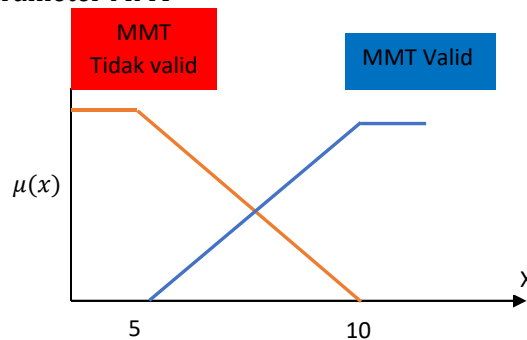
$$\mu_{\text{Menekuk Sedang}}(x) = \begin{cases} 0; & x \leq 1 \text{ or } \geq 3 \\ \frac{x-1}{2-1}; & 1 \leq x \leq 2 \\ \frac{3-x}{3-2}; & 2 \leq x \leq 3 \\ 0; & x \leq 2 \end{cases}$$

$$\mu \text{ Menekuk Kuat } (x) = \begin{cases} \frac{x-2}{3-2}; & 2 \leq x \leq 3 \\ 1; & x \geq 3 \end{cases}$$

Berapa derajat keanggotaan untuk pergerakan jari = 2,5 ?

$$\begin{aligned} \mu \text{ Tidak Menekuk } (2,5) &= 0 \\ \mu \text{ Menekuk Sedang } (2,5) &= \frac{3-2,5}{3-2} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \\ \mu \text{ Menekuk Kuat } (2,5) &= \frac{2,5-2}{3-2} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \end{aligned}$$

Variabel 2 : Parameter MMT



Gambar 5. Grafik Parameter MMT

$$\begin{aligned} &0; \quad x \geq 10 \\ \mu \text{ MMT Tidak Valid } (x) &= \begin{cases} \frac{10-x}{10-5}; & 5 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \leq 5 \end{cases} \\ &0; \quad x \leq 5 \\ \mu \text{ MMT Valid } (x) &= \begin{cases} \frac{x-5}{10-5}; & 5 \leq x \leq 10 \\ 1; & x \geq 10 \end{cases} \end{aligned}$$

Berapa derajat keanggotaan untuk parameter MMT = 8 ?

$$\begin{aligned} \mu \text{ MMT Tidak valid } (8) &= \frac{10-8}{10-5} = \frac{2}{5} = 0,4 \\ \mu \text{ MMT Valid } (8) &= \frac{8-5}{10-5} = \frac{3}{5} = 0,6 \end{aligned}$$

2. Inferensi

Aturan Rule :

[R1] jika jari (tangan, manis, kelingking, ibu jari) tidak menekuk, dan parameter MMT valid

$$\begin{aligned} \alpha \text{ predikat} &= \mu \text{ tidak menekuk}(x) \cap \mu \text{ MMT valid}(x) \\ &= \min (\mu \text{ tidak menekuk}(2,5); (\mu \text{ MMT valid}(8)) \\ &= \min (0;0,6) \\ &= 0 \end{aligned}$$

Nilai Z₁: $\mu(Z) = 5$

[R2] jika jari (tangan, manis, kelingking, ibu jari) tidak menekuk, dan parameter MMT tidak valid

$$\alpha \text{ predikat}^2 = \mu \text{ tidak menekuk}(x) \cap \mu \text{ MMT tidak valid}(x)$$

$$\begin{aligned}
 &= \min (\mu_{\text{tidak menekuk}}(2,5); (\mu_{\text{MMT tidak valid}}(8)) \\
 &= \min (0;0,4) \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } Z_2 : \mu(Z) = 10$$

[R3] jika jari (tangan, manis, kelingking, ibu jari) ditekuk sedang, dan parameter MMT valid

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat}^3 &= \mu_{\text{tekuk sedang}}(\times) \cap \mu_{\text{MMT valid}}(\times) \\
 &= \min (\mu_{\text{tekuk sedang}}(2,5); (\mu_{\text{MMT valid}}(8)) \\
 &= \min (0,5;0,6) \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } Z_3 : \mu(Z) = \frac{z-5}{10-5}$$

$$0,6 = \frac{z-5}{5} = 8$$

[R4] jika jari (tangan, manis, kelingking, ibu jari) ditekuk sedang, dan parameter MMT tidak valid

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat}^4 &= \mu_{\text{tekuk sedang}}(\times) \cap \mu_{\text{MMT tidak valid}}(\times) \\
 &= \min (\mu_{\text{tekuk sedang}}(2,5); (\mu_{\text{MMT tidak valid}}(8)) \\
 &= \min (0,5;0,4) \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } Z_4 : \mu(Z) = \frac{10-z}{10-5}$$

$$0,4 = \frac{10-z}{5} = 0,2$$

[R5] jika jari (tangan, manis, kelingking, ibu jari) ditekuk kuat, dan parameter MMT valid

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat}^4 &= \mu_{\text{tekuk kuat}}(\times) \cap \mu_{\text{MMT valid}}(\times) \\
 &= \min (\mu_{\text{tekuk kuat}}(2,5); (\mu_{\text{MMT valid}}(8)) \\
 &= \min (0,5;0,6) \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } Z_5 : \mu(Z) = \frac{z-5}{10-5}$$

$$0,6 = \frac{z-5}{5} = 8$$

[R6] jika jari (tangan, manis, kelingking, ibu jari) ditekuk kuat, dan parameter MMT tidak valid

$$\begin{aligned}
 \alpha \text{ predikat}^4 &= \mu_{\text{tekuk kuat}}(\times) \cap \mu_{\text{MMT tidak valid}}(\times) \\
 &= \min (\mu_{\text{tekuk kuat}}(2,5); (\mu_{\text{MMT tidak valid}}(8)) \\
 &= \min (0,5;0,4) \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai } Z_6 : : \quad \mu(Z) &= \frac{10 - z}{10 - 5} \\ 0,4 &= \frac{10 - z}{5} = 0,2 \end{aligned}$$



3. Defuzzifikasi

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\sum \alpha \text{ predikat } i * z_i}{\sum \alpha \text{ predikat } i} \\ &= \frac{(0,5) + (0,10) + (0,6,8) + (0,5,0,2) + (0,6,8) + (0,5,0,2)}{(0 + 0 + 0,6 + 0,5 + 0,6 + 0,5)} \\ &= \frac{9,8}{2,2} \\ &= 4,45 \end{aligned}$$

Hasil implementasi sitem pada aplikasi monitoring stroke yaitu, setelah pengguna masuk akun, maka halaman awal akan menampilkan menu jari tangan dan rentang nilai tekukan jari yang nantinya akan di inputkan pada halaman selanjutnya. Kemudian setelah pengguna memilih jenis jari nya, akan tampil menu input untuk memasukkan data gerakan jari tangan pasien stroke sesuai rentang nilai yang sudah ditetapkan.

Jika nilai atau data yang di inputkan benar dan sesuai rentang nilai maka akan tampil output kebutuhan sesuai jari nya, namun, jika nilai yang di input salah maka akan tampil tulisan informasi kebutuhan belum diketahui. Untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada tabel 4 dibawah;

Tabel 4. Hasil Proses Uji Coba Kebutuhan Jari Pada *Smartphone*

Nama Jari	Kebutuhan	Hasil
Ibu Jari	Ke Toilet	
Jari Tangan	Makan / Minum	

Jari manis Tubuh Gatal



Jari
Kelingking Pindah Posisi



4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan aplikasi monitoring stroke, maka terdapat kesimpulan yaitu:

1. Aplikasi monitoring stroke dibangun menggunakan *software* android studio dan *firebase* sebagai *database* penyimpanan, dan berbasis IoT dan diakses pengguna melalui perangkat *smartphone*. Selain itu, aplikasi monitoring stroke ini juga dibangun dengan metode fuzzy tsukamoto untuk memprediksi pergerakan jari tangan pasien penderita stroke. Aplikasi ini dibangun bertujuan untuk memudahkan dan membantu pasien stroke dalam berkomunikasi melalui data gerakan jari tangan. Kalimat kebutuhan pasien akan tampil pada perangkat *smartphone* sehingga memudahkan untuk memantau dari jarak jauh, kebutuhannya ada 4 yaitu ibu jari untuk pergi ke toilet, jari tengah untuk makan atau minum, jari manis untuk jika ada bagian tubuh yang gatal, dan jari kelingking untuk berpindah posisi.
2. Pengujian aplikasi monitoring stroke menggunakan *Black-Box Testing* oleh *developer*. Pengujian dilakukan pada tampilan aplikasi di perangkat *smartphone* yang digunakan user. Pengujian ini berfokus pada tampilan halaman menu diaplikasi seperti halaman awal, halaman login dan daftarkan akun, dan halaman menu awal. Hasil uji coba tampilan halaman aplikasi monitoring stroke di perangkat *smartphone* yang digunakan oleh user dengan foto dan keterangan menunjukkan hasil valid atau sesuai.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Program studi Teknik Informatika dan Fakultas Teknik Universitas Abdurrah yang telah mendukung dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Purwiyanto, C. Vikasari, D. N. Prasetyanti, and G. M. Aji, "Nurse Call Otomatis Dengan Sensor Beat Per Minutes (Bpm) Berbasis Internet of Things (Iot)," *J. Poli-Teknologi*, vol. 18, no. 2, pp. 185–190, 2019, doi: 10.32722/pt.v18i2.1438.
- [2] R. T. Pinzon, *Awas Stroke*, Cetakan pe. Betha Grafika Yogyakarta, 2016.
- [3] M. F. Nasution *et al.*, "Perancangan Alat Bantu Komunikasi Pasien Stroke Berat Menggunakan Gesture Recognition Terintegrasi Internet Of Things Design a Communication Tool for Severe Stroke Patients Using Gesture Recognition Integrated with the Internet of Things," *TELEKONTRAN*, vol. 10, no. 2, pp. 128–138, 2022.
- [4] M. Z. Arifin and M. N. Salafinah, "Implementasi Teori Fuzzy Tsukamoto Untuk Memprediksi Tingkat Kelulusan Mahasiswa Institut Agama Islam Negeri Jember," *ARITMATIKA J. Ris. Pendidik. Mat.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–35, 2020, doi: 10.35719/aritmatika.v1i1.2.
- [5] A. Mubarak, "Rancang Bangun Aplikasi Web Sekolah Menggunakan Uml (Unified Modeling Language) Dan Bahasa Pemrograman Php (Php Hypertext Preprocessor) Berorientasi Objek," *JIKO (Jurnal Inform. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 19–25, 2019, doi: 10.33387/jiko.v2i1.1052.
- [6] S. T. M. K. Indah Purnama Sari, *Buku Ajar Rekayasa Perangkat Lunak*. Medan: umsu press, 2021. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=1LVKEAAAQBA>

