



## Klasifikasi Data Aktivitas Setelah Joging Menggunakan *Fuzzy Logic*

M. Deta Gian Faiz<sup>1</sup>, Andrian Rakhmatsyah<sup>2</sup>, Rahmat Yasirandi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Informatika, fakultas Informatika, Universitas Telkom Bandung

<sup>1</sup>mdetagianfaiz@student.telkomuniversity.ac.id, <sup>2</sup>kangandrian@telkomuniversity.ac.id,

<sup>3</sup>batanganhitam@telkomuniversity.ac.id\*

### Abstract

*One of the routine activities that cause a lot of body fluids is jogging. Research shows that excessive jogging can disrupt the balance of body fluids so that you tire quickly in the long run. As a result, the body releases too much fluid. This makes someone forget or underestimate the need for fluids in the body. In this study, a detection system for body temperature, ambient temperature and heart rate was built for the classification of dehydration in the body to maintain fluid stability in the body. The system is built using the Pulse Sensor, Mlx90614, OpenWeatherAPI and the Android Platform. This study uses the Mamdani Fuzzy Logic method to determine the classification of user dehydration. The results of the research analysis contained a calibration test of the MLX90614 sensor against the Thermogun with an Error Rate value of 2.01% and an RMSE value of 0.9. Testing the Pulse Sensor against the Oximeter produces an Error Rate value of 1.54% and an RMSE value of 0.7. There is a difference in the difference in Defuzzification values due to differences in the fixed points for each library. Matlab fixed point with a value behind the three digit point, 16 digit Fuzzy Sci-kit and the Buildded System using a 15 digit point value.*

*Keywords: Dehydration, Fuzzy Logic, Jogging, Detection*

### Abstrak

Salah satu aktivitas rutin yang menyebabkan banyak keluar cairan tubuh adalah jogging. Penelitian menunjukkan berlebihan jogging membuat gangguan keseimbangan cairan tubuh sehingga cepat lelah dalam jangka waktu panjang. Akibatnya tubuh terlalu banyak mengeluarkan cairan. Hal ini membuat seseorang lupa atau meremehkan kebutuhan cairan yang ada di dalam tubuh. Pada penelitian ini dibangun sistem pendeteksi suhu tubuh, suhu lingkungan dan detak jantung untuk klasifikasi dehidrasi pada tubuh guna menjaga kestabilan cairan pada tubuh. Sistem yang dibangun menggunakan *Pulse Sensor*, *Mlx90614*, *OpenWeatherAPI* dan Platform *Android*. Penelitian ini menggunakan metode *Fuzzy Logic Mamdani* untuk mengetahui klasifikasi dari dehidrasi pengguna. Hasil analisis penelitian terdapat pengujian kalibrasi dari sensor *MLX90614* terhadap *Thermogun* yang nilai *Error Rate* 2,01 % dan nilai *RMSE* 0.9. Pengujian *Pulse Sensor* terhadap *Oximeter* menghasilkan nilai *Error Rate* 1.54% dan nilai *RMSE* 0.7. Terdapat perbedaan selisih nilai Defuzzifikasi karena perbedaan *fixed point* untuk tiap *library*. *Matlab fixed point* dengan nilai dibelakang koma tiga digit, *Sci-kit Fuzzy* 16 digit dan *Buildded System* menggunakan nilai koma 15 digit.

Kata kunci: Dehidrasi, *Fuzzy Logic*, Joging, Deteksi

### 1. Pendahuluan

Air merupakan salah satu jenis cairan yang sering terabaikan pemenuhannya sehari-hari. Kandungan dari dua-pertiga berat tubuh manusia adalah air. Peran dari air yang utama sebagai pengatur suhu tubuh, pelarut, penyedia elektrolit dan mineral. Hal tersebut terjadi agar menjaga fisiologi tubuh, stamina dan kesehatan [1]. Pada seorang atlet dapat kehilangan kurang lebih dua gelas (0,5 kg) keringat setiap 300 kalori dari pengaruh panas atau menguap dan kegiatan latihan yang dilakukan. Saat 4% air dalam tubuh hilang, akibatnya

otot kehilangan ketahanan dan kekuatan. Jika 10-12% air hilang dalam tubuh maka, akan mengakibatkan pingsan [2].

Dehidrasi adalah keadaan tubuh ketika cairan yang masuk lebih sedikit daripada cairan yang keluar [3]. Salah satu aktivitas rutin yang menyebabkan banyak keluar cairan tubuh adalah jogging. Joging merupakan aktivitas berlari konstan dengan kecepatan dibawah 9.7 km/jam atau 6 mil/jam. Penelitian menunjukkan terlalu banyak melakukan jogging membuat gangguan keseimbangan cairan tubuh menjadi cepat lelah dalam

jangka waktu panjang [4,5]. Akibat dari terlalu sering melakukan jogging tubuh mengeluarkan cairan. Hal ini membuat lupa akan kondisi cairan yang ada di dalam tubuh. Akhirnya orang-orang akan selalu merasa kelelahan dan sakit akibat tidak mengatur cairan yang ada di tubuh [4].

Dalam melakukan penelitian ini dilakukan studi terhadap beberapa sudah melakukan implementasi terhadap alat mendeteksi dehidrasi. Peneliti [6] melakukan penelitian terhadap perancangan pembuatan pendeteksi dehidrasi. Dalam penelitian [6] mengimplementasikan teknik *Fuzzy Logic* untuk klasifikasi dehidrasi pengguna. Implementasi yang dilakukan dapat teintegrasi dengan internet sehingga menjadi sebuah perangkat IoT (*internet of things*). Peneliti [6] fokus terhadap masalah utama yaitu: untuk mendeteksi dehidrasi pada pengguna yang memakai alat tersebut. Peneliti [7] telah membuat alat untuk deteksi kelelahan pada olahraga jogging yang dapat menjadi acuan atau sebagai parameter dalam penulisan makalah ini untuk klasifikasi dehidrasi. Di dalam makalah ini penulis menggunakan *Fuzzy Logic* dan parameter *Input* adalah suhu dan detak jantung. Peneliti [8] dalam makalahnya melakukan perancangan alat pendeteksi dehidrasi yang sama teknik klasifikasinya dengan peneliti [6]. Perbedaannya dengan peneliti [6], hanya menggunakan *Board Arduino* dan parameter yang berbeda.

Penelitian terkait juga terdapat tentang kebiasaan minum dan tingkat hidrasi pada daerah yang berbeda untuk mengumpulkan data dan pengetahuan mengenai dehidrasi. Salah satu jurnal ilmiah yang dipakai [1]. Terdapat juga makalah yang meneliti tentang perilaku minum dan tingkat hidrasi remaja pada laki-laki dan perempuan [3]. Ada pun jurnal terkait hubungan dehidrasi dengan suhu lingkungan [9]. Jurnal ini meneliti tentang hubungan pengaruh dari suhu udara terhadap status dehidrasi seseorang yang dilakukan dengan uji sampel subjek. Pada Penelitian [4], dijelaskan tentang pengaruh dari lingkungan terhadap aktivitas jogging yang berdampak pada asam laktat di tubuh. Asam laktat yang tertimbun dapat menyebabkan kelelahan.

Ada pun jurnal terkait *Fuzzy* [10,11,12]. Jurnal ini meneliti dan menjelaskan tentang teknik penggunaan *Fuzzy Logic*. Hal ini berguna untuk mendukung penulis dalam melakukan penelitian sehingga tercapainya hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian. Jurnal terkait *Hardware* sistem [13], [14], [15]. Jurnal ini meneliti tentang *Hardware* sistem yang dibutuhkan oleh peneliti untuk membangun rancangan sistem. Ada juga untuk kebutuhan sensor peneliti menggunakan [16,17] untuk mendukung penulis dalam mempelajari penggunaan sensor.

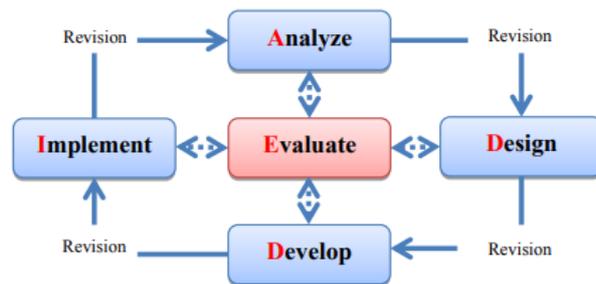
Berdasarkan uraian di atas dibuat alat pendeteksi dehidrasi tubuh guna menjaga kestabilan cairan pada tubuh dengan konsumsi air yang tepat. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan membuat sebuah

alat pendeteksi dehidrasi. Alat ini akan mendeteksi penggunaannya jika ada kekurangan cairan tubuh. Sistem akan mengetahui status dehidrasi berdasarkan suhu tubuh, tekanan jantung dan suhu udara. Hal ini membantu pengguna untuk selalu menjaga cairan tubuhnya dan tidak melakukan aktivitas olahraga jogging yang berlebihan.

Penelitian ini menggunakan metode yang dapat melakukan pengolahan data dan klasifikasi. Metode yang cocok untuk permasalahan tersebut adalah *Fuzzy Logic* karena sifatnya yang fleksibel dimana implementasinya dapat dilakukan tanpa proses pelatihan [6-8]. Pada jari tangan dipasangkan sensor-sensor yang dijadikan *Input* data untuk diproses dengan metode *Fuzzy Logic*. Kemudian data yang diperoleh disimpan di *ThingSpeak* dan status pengguna ditampilkan pada platform android serta mendeteksi kondisi dehidrasi pengguna.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Research and Development dengan pendekatan ADDIE Model. Gambar 1 menjelaskan alur keseluruhan tahapan yang digunakan dalam sistem pendeteksian dehidrasi



Gambar 1. Flow Metodologi ADDIE

### 2.1. Analyze

Tahap Analyze merupakan tahap pertama dari keseluruhan penelitian dimana peneliti mendefinisikan tujuan keseluruhan penelitian yaitu membangun sistem pendeteksi dehidrasi. Langkah yang dilakukan adalah mengkaji dan menganalisis kelemahan dan kelebihan dari referensi penelitian-penelitian terkait yang berhubungan dengan pendeteksi dehidrasi sebelumnya. Kemudian menentukan model algoritma dan parameter input seperti detak jantung, suhu badan, suhu udara.

Kalibrasi sensor untuk mengetahui tingkat kelayakan dari sensor yang digunakan yaitu MLX90614 dan Pulse Sensor. Selain itu juga melakukan pengujian terhadap data real dari jogging terhadap sistem pendeteksi yang dibuat. Hasil dari pengujian yang akan dilakukan analisis untuk mengetahui hasil akhir dari penelitian ini.

## 2.2. Design

Tahap selanjutnya adalah design dimana proses-proses yang terlibat adalah pembuatan perancangan sistem secara keseluruhan dimulai dari pembuatan rangkaian arsitektur sistem, kemudian pengujian kalibrasi sensor, setelah itu pembuatan algoritma model fuzzy logic dan kemudian implementasi fuzzy logic ke dalam arsitektur sistem yang dibangun.

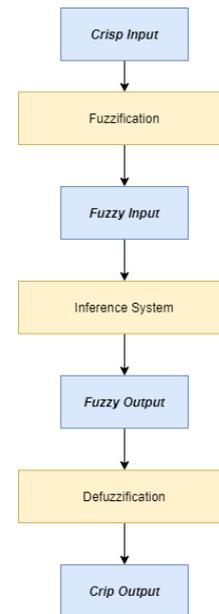
Perancangan pembangunan sistem diantaranya lingkungan sistem berjalan, termasuk proses instalasi hardware sensor, library dan bahasa pemrograman. Tahapan perancangan paling akhir yaitu pengujian validasi dan verifikasi dari pengujian joring dari data yang telah diambil.

## 2.3. Develop

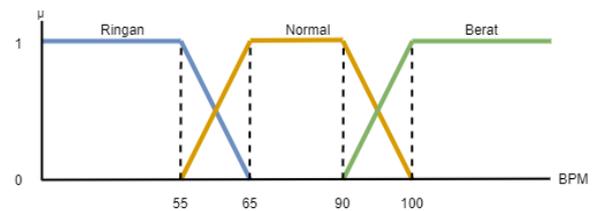
Tahap Develop merupakan tahap pembangunan sistem pendeteksi dehidrasi. Seluruh proses pembangunan sistem dalam tahap Develop dilaksanakan berdasarkan analisis dan perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. *Fuzzy Logic* adalah teknik yang mengimitasi kemampuan berpikir manusia kemudian ditransformasikan ke format algoritme yang dikerjakan mesin untuk menyelesaikan masalah. *Fuzzy* artinya samar yang bermakna jika terdapat suatu pernyataan yang samar maka akan dirubah menjadi pengertian yang logis [10]. *Fuzzy Inference System* (FIS) adalah sebuah struktur perhitungan menggunakan citra teori himpunan *Fuzzy* dan alur gagasan *Fuzzy* yang berfungsi untuk sebuah kesimpulan atau sebuah keputusan dalam suatu permasalahan [11]. Metode Sugeno dan Metode Mamdani merupakan dua metode dari FIS. Pada penelitian ini menggunakan metode Mamdani karena kelebihannya yakni fokus terhadap kondisi-kondisi yang mungkin dapat terjadi di tiap-tiap daerah *Fuzzynya*. Tahapan proses *Fuzzy Mamdani* terdiri dari *Fuzzification*, *Inference Rules* dan *Defuzzification* dengan *Input* yang dibutuhkan untuk setiap tahapannya.

### 2.3.1 Model *Fuzzy Logic*

*Fuzzification* merupakan proses pengolahan berupa nilai real yang bersifat pasti (*Crisp Input*) kemudian ditransformasikan ke bentuk *Fuzzy Input* berupa nilai linguistik yang semantiknya ditentukan berdasarkan fungsi keanggotaan [7]. Terdapat tiga fungsi keanggotaan yang akan dibahas di penelitian ini. Pertama fungsi keanggotaan detak jantung. Berdasarkan statistik survey di Kanada didapatkan bahwa manusia remaja hingga dewasa normalnya memiliki sekitar 68-90 BPM dalam keadaan diam atau santai [18]. Derajat keanggotaan detak jantung yang menggunakan *Pulse Sensor* memiliki tiga variabel linguistik: Ringan, Normal, Berat. Pada Gambar 3 menjelaskan tentang fungsi keanggotaan untuk nilai detak jantung.



Gambar 2. Alur Proses *Fuzzy Logic*



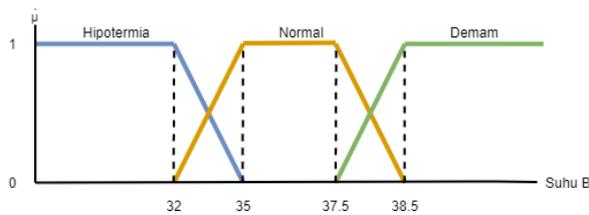
Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Detak Jantung

$$\mu_{Ringan}[x] = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{65-55}, & 55 < x < 65 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} \frac{x-55}{65-55}, & 55 < x < 65 \\ 1, & 65 \leq x \leq 90 \\ \frac{110-x}{110-90}, & 90 < x < 110 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu_{Berat}[x] = \begin{cases} \frac{x-90}{110-90}, & 90 \leq x \leq 110 \\ 1, & 110 < x < 140 \end{cases} \quad (3)$$

dengan  $x$  adalah nilai dari masukan *Crisp Input* kedalam fungsi keanggotaan detak jantung yang nilai linguistiknya sesuai dengan kategori diatas. Selanjutnya fungsi keanggotaan Suhu tubuh. Suhu tubuh manusia selalu berubah-ubah tergantung dari kondisinya. Adapun salah satu penyebab berubah itu dikarenakan aktivitas yang dilakukan. Berdasarkan penelitian [19] menyatakan bahwa suhu tubuh normal manusia dewasa kisaran 36.1-37.7 derajat celsius. Derajat keanggotaan suhu badan memiliki tiga variabel linguistik: Hipotermia, Normal dan Demam.



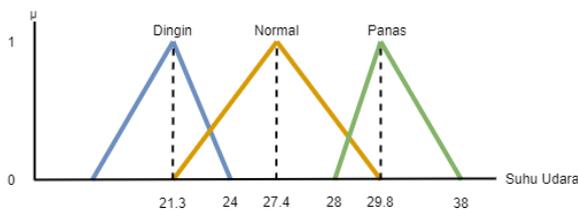
Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Suhu Tubuh

$$\mu_{Hipotermia}[x] = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 32 \\ \frac{35-x}{35-32}, & 32 < x < 35 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} \frac{x-55}{65-55}, & 55 < x < 65 \\ 1, & 35 \leq x \leq 37.5 \\ \frac{38.5-x}{38.5-37.5}, & 37.5 < x < 38.5 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu_{Demam}[x] = \begin{cases} \frac{x-37.5}{38.5-37.5}, & 37.5 \leq x \leq 38.5 \\ 1, & 38.5 < x < 40 \end{cases} \quad (6)$$

dengan  $x$  adalah nilai dari masukan *Crisp Input* kedalam fungsi keanggotaan suhu tubuh yang nilai linguistiknya sesuai dengan kategori diatas. Terakhir fungsi keanggotaan suhu udara. Pada penelitian [9] menjelaskan bahwa ada keterkaitan antara pengaruh suhu udara yang dingin dengan status hidrasi manusia. Cuaca selalu berubah-ubah setiap saat. Tidak ada berita cuaca yang dapat mengetahui pasti cuaca besok seperti apa. Namun, cuaca dapat diprediksi dengan menghitung probabilitas dari data cuaca dalam kurun waktu tertentu. Berdasarkan data Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) menyatakan suhu udara normal rata-rata di bulan Oktober 2020 sebesar 27.4 derajat celcius [20]. Fungsi keanggotaan suhu udara melalui *OpenWeatherAPI* memiliki tiga variabel linguistik: Dingin, Normal dan Panas. Fungsi keanggotaanya menggunakan model segitiga.



Gambar 5. Fungsi Keanggotaan Suhu Udara

$$\mu_{Dingin}[x] = \begin{cases} \frac{x-0}{21.3-0}, & 0 \leq x \leq 21.3 \\ 1, & x = 21.3 \\ \frac{24-x}{24-21.3}, & 21.3 < x < 24 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{Normal}[x] = \begin{cases} \frac{x-21.3}{27.4-21.3}, & 21.3 < x < 27.4 \\ 1, & x = 27.4 \\ \frac{29.8-x}{29.8-27.4}, & 27.4 < x < 29.8 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu_{Panas}[x] = \begin{cases} \frac{x-28}{31-28}, & 28 < x < 31 \\ 1, & x = 31 \\ \frac{34-x}{34-31}, & 31 < x < 34 \end{cases} \quad (9)$$

dengan  $x$  adalah nilai dari masukan *Crisp Input* kedalam fungsi keanggotaan suhu udara yang nilai linguistiknya sesuai dengan kategori diatas.

### 2.3.2 Inference Rules

Tahap ini merupakan pengolahan dari *Fuzzy Input* yang dihasilkan dari *fuzzyfication*. *Rules* yang dibentuk terdiri dari komposisi logika dengan aturan implikasi dan himpunan premis yang menghasilkan simpulan. Pernyataan-pernyataan yang terbentuk seperti *IF is ... THEN is ...* yang memiliki konjungsi *AND*. Nantinya variabel yang berperan merupakan *Fuzzy Input*. *Rules* yang dibentuk menghasilkan simpulan berupa Dehidrasi atau Tidak Dehidrasi. Terdapat masing-masing tiga variabel linguistik maka menghasilkan 27 *Rules* dari kombinasi variabel tersebut.

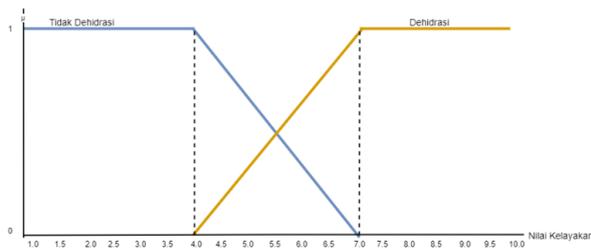
Tabel 1. Tabel *Inference Rules*

Suhu Udara	Suhu Badan	Detak Jantung	Hasil
Dingin	Hipotermia	Ringan	Dehidrasi
Dingin	Hipotermia	Normal	Dehidrasi
Dingin	Hipotermia	Berat	Dehidrasi
Dingin	Normal	Ringan	Tidak Dehidrasi
Dingin	Normal	Normal	Tidak Dehidrasi
Dingin	Normal	Berat	Dehidrasi
Dingin	Demam	Ringan	Dehidrasi
Dingin	Demam	Normal	Dehidrasi
Dingin	Demam	Berat	Dehidrasi
Normal	Hipotermia	Ringan	Dehidrasi
Normal	Hipotermia	Normal	Dehidrasi
Normal	Hipotermia	Berat	Dehidrasi
Normal	Normal	Ringan	Tidak Dehidrasi
Normal	Normal	Normal	Tidak Dehidrasi
Normal	Normal	Berat	Dehidrasi
Normal	Demam	Ringan	Dehidrasi
Normal	Demam	Normal	Dehidrasi
Normal	Demam	Berat	Dehidrasi
Panas	Hipotermia	Ringan	Tidak Dehidrasi
Panas	Hipotermia	Normal	Tidak Dehidrasi
Panas	Hipotermia	Berat	Dehidrasi
Panas	Normal	Ringan	Tidak Dehidrasi
Panas	Normal	Normal	Tidak Dehidrasi
Panas	Normal	Berat	Dehidrasi
Panas	Demam	Ringan	Dehidrasi
Panas	Demam	Normal	Dehidrasi
Panas	Demam	Berat	Dehidrasi

### 2.3.3 Defuzzification

*Defuzzification* merupakan tahap terakhir dari *Fuzzy System*. Tahap ini merupakan proses penerjemahan dari nilai keanggotaan sehingga terbentuk sebuah keputusan atau bilangan real yang merepresentasikan keputusan. Prosedur ini wajib dilakukan agar keputusan nilai

variabel linguistik tetap yang harus dikonversikan ke format variabel *Crisp*. Proses *defuzzification* menggunakan metode *Centroid* (titik pusat). *Centroid* dari sistem ini berada di titik bilangan real 0-10.0 dan titik tengah di 5,5. Metode ini sebagai penentuan momen (integral setiap fungsi keanggotaan untuk komposisi aturan), penentuan daerah hasil dan penentuan titik *centroid*. Pada tahap ini status dari pengguna sudah dapat diketahui jika terdeteksi dehidrasi atau tidak dehidrasi. Dilihat dari nilai kelayakannya, jika nilainya kurang dari 4 maka Tidak Dehidrasi dan jika nilainya lebih dari 7 maka akan Dehidrasi. Untuk nilai yang diantara 4.0-7.0 maka, itu sebagai transisi pergantian status Tidak Dehidrasi ke Dehidrasi.



Gambar 6. Fungsi Keanggotaan Nilai Kelayakan

$$\mu_{Defuzzyfication}[x] = \frac{\int_{i=\mu_i}^n false(i) + \int_{i=\mu_i}^n true(i)}{\int_{i=\mu_i}^n i} \quad (10)$$

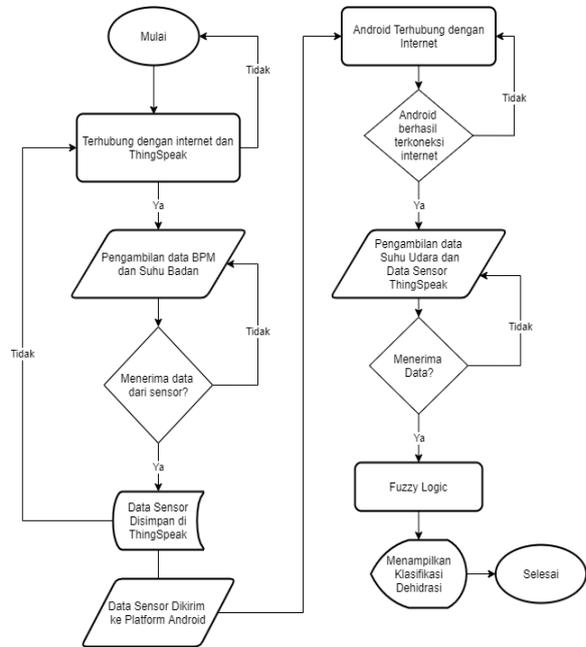
dengan *false* adalah nilai dari tidak dehidrasi dan *true* adalah nilai dari dehidrasi, *n* adalah banyaknya titik terbentuk dari area *Fuzzy Output*.

#### 2.4. Implementasi

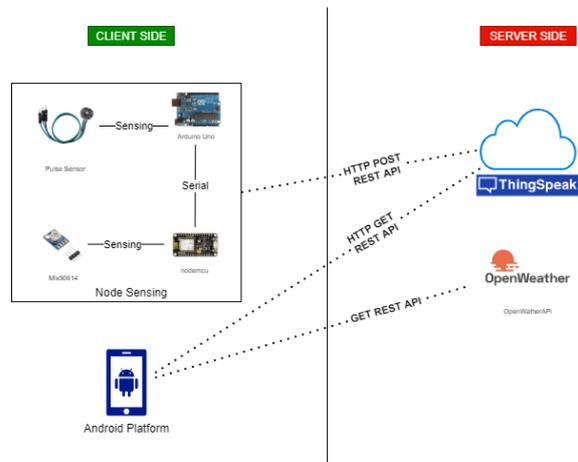
Alur Implementasi dari proses sistem pendeteksi dehidrasi dapat dilihat pada Gambar 7. Pertama, ketika sistem dinyalakan maka, dengan otomatis *NodeMCU* akan terhubung dengan jaringan wifi dan mengirimkan data ke *ThingSpeak*. Jika koneksi gagal maka, kembali dilakukan koneksi ulang. Jika koneksi berhasil maka *NodeMCU* dan *Arduino Uno* akan membaca nilai *Pulse Sensor* dan *Mlx90614* kemudian dikirimkan ke cloud *ThingSpeak*. Jika tidak ada data yang terbaca maka tidak ada data yang dikirim ke *ThingSpeak*. Selanjutnya, Platform *Android* akan terhubung dengan internet. Jika tidak maka mengulangi koneksi ke internet. Platform *Android* melakukan pengambilan data *ThingSpeak* dan Suhu Udara. Jika gagal maka melakukan pengambilan data ulang. Jika berhasil maka data diolah dengan metode *Fuzzy Logic* dengan menghitung BPM (*beats per minute*), Suhu Badan dan Suhu Udara. Hasil keputusan yang diolah oleh *Fuzzy Logic* ditampilkan di Platform *Android*.

Pada Gambar 8 terdapat model arsitektur sistem yang terdiri dari dua yaitu *client side* dan *server side*. Terdapat dua *Board* yaitu *Arduino Uno* yang dihubungkan dengan *Pulse Sensor* untuk sensing data dan *NodeMCU* yang dihubungkan dengan *Mlx90614* untuk sensing data dan

kedua *Board* terhubung secara serial. *NodeMCU* mengirim data dengan *method Http Post* ke *server ThingSpeak*. *OpenWeatherAPI* sebagai layanan suhu udara untuk mendeteksi lokasi tertentu. Platform *Android* berguna untuk melakukan komunikasi dengan server *melalui Rest API*. Data parameter yang dibutuhkan untuk klasifikasi akan didapatkan dan dapat diproses.



Gambar 7. Alur Proses Sistem



Gambar 8. Arsitektur Sistem

Pada Gambar 9 merupakan tampilan *user interface* platform *Android*. Pada platform ini hanya mempunyai satu *activity* yaitu halaman utama. Data dari detak jantung dan suhu badan diambil dari *ThingSpeak* ditampilkan nilainya. Suhu udara didapat dari *OpenWeatherAPI* dan ditampilkan secara lengkap. Ketiga nilai ini yang akan diolah dengan *Fuzzy Logic* sehingga akan menunjukkan status dari pengguna Dehidrasi atau Tidak Dehidrasi.

### 2.5. Evaluate

Tahap evaluasi yang dilakukan adalah melakukan pengujian dari fuzzy logic yang dibuat dan diintegrasikan dengan sensor MLX90614 dan Pulse Sensor. Alur proses fuzzy logic yang digunakan adalah model Mamdani. Untuk library yang dibandingkan juga menggunakan model Mamdani dengan nilai-nilai fungsi keanggotaan dan Rules yang sama.

Pengukuran kalibrasi sensor yang digunakan dalam penelitian ini adalah RMSE dimana RMSE menghitung nilai tingkat kesalahan dari hasil prediksi. Nilai RMSE menunjukkan tingkat akurasi dari sensor. Semakin kecil nilai RMSE, maka semakin tepat nilai yang dihasilkan.



Gambar 9. User Interface Platform Android

### 3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam mendeteksi dehidrasi dan menjawab rumusan masalah yang ditetapkan. Pada tugas akhir ini, terdapat dua skenario pengujian yang akan dilaksanakan pada alat sistem pendeteksi dehidrasi Pertama adalah pengujian terhadap kalibrasi sensor dan kedua adalah pengujian terhadap *Fuzzy Logic System*. Hasil dari skenario pengujian ini yang akan dianalisis.

#### 3.1. Pengujian Kalibrasi Sensor

Pada tahap ini dilakukan kalibrasi yang berguna untuk menentukan kelayakan dari *Pulse Sensor* dan *Mlx90614*. Cara yang digunakan untuk menentukan kelayakan adalah dengan melihat ketepatan dari tiap sensor. Ketepatan disini merupakan analisis pengukuran standar pada konsentrasi tertentu secara berulang [12]. Nilai ketepatan dinyatakan sebagai selisih antara nilai rata-rata pengukuran dengan nilai real [12]. Ketepatan merupakan persen *error rate* (% e) [12]. Sensor ini

dibandingkan dengan sensor yang memiliki fungsi yang sama. Untuk *Pulse Sensor* dibandingkan dengan *Oximeter* dan *Mlx90614* dibandingkan dengan *thermogun*.

$$e = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\mu} \times 100\% \quad (11)$$

dengan *e* adalah nilai *error rate*,  $\bar{x}$  adalah nilai rata-rata pengukuran sensor yang diuji dan  $\mu$  adalah nilai sebenarnya. Selain itu, peneliti juga menghitung *Root Mean Square Error* (RMSE). RMSE adalah besarnya tingkat kesalahan dari hasil prediksi [21]. Jika semakin kecil nilai RMSE bahkan mencapai atau mendekati nol maka, hasil prediksi akan semakin akurat. Rumus RMSE dapat dihitung seperti ini [21].

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(X-Y)^2}{n}} \quad (12)$$

dengan RMSE adalah nilai *Root Mean Square Error*, *X* adalah nilai data real, *Y* adalah nilai data uji dan *n* adalah banyaknya pengujian.

Tabel 2. Tabel *Error Rate Mlx90614*

<i>Mlx90614</i> (°C)	<i>Thermogun</i> (°C)	<i>Error</i> (%)
35.47	36.2	2.01
35.35	36.2	2.34
35.39	36.2	2.23
35.35	36.2	2.34
35.35	36.2	2.34
35.29	36.2	2.51
35.19	36.2	2.79
35.21	36.2	2.73
35.27	36.2	2.56
35.09	36.2	3.06

Perhitungan *error rate* pada data saat *Mlx90614* bernilai 35.47 °C dan *Thermogun* 36.3 °C.

$$e = \frac{|Mlx90614 - Thermogun|}{Thermogun} \times 100\% \quad (13)$$

$$e = \frac{|35.47 - 36.2|}{36.2} \times 100\% \quad (14)$$

$$e = 2.01\% \quad (15)$$

dengan *Mlx90614* adalah nilai dari suhu *Mlx90614* dan *Thermogun* adalah nilai dari suhu *Thermogun*. Berdasarkan data sensor *Mlx90614* Tabel 2 jika dimasukan ke dalam rumus RMSE maka, akan didapatkan hasil perhitungan seperti berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{(35.47 - 36.2)^2 + (35.35 - 36.2)^2 + \dots + (35.47 - 36.2)^2}{10}} \quad (16)$$

$$RMSE = 0.910043955 \quad (17)$$

Dari hasil perhitungan nilai RMSE untuk sensor *Mlx90614* didapatkan 0.910043955. Nilai ini tergolong

kecil karena sudah kurang dari satu dan hampir  $RMSE = 0.7745966692$  (22)  
 mendekati nol.

Tabel 3. Tabel Error Rate Pulse Sensor

Pulse Sensor (Bpm)	Oximeter (°Bpm)	Error (%)
66	65	1.53
66	65	1.53
66	65	1.53
66	65	1.53
65	65	0
65	65	0
65	65	0
64	65	1.53
65	65	0
66	65	1.53

Perhitungan error rate saat nilai Pulse Sensor 66 BPM dan nilai Oximeter 65 BPM.

$$e = \frac{|BPM\ Pulse\ Sensor - BPM\ Oximeter|}{BPM\ Oximeter} \times 100\% \quad (18)$$

$$e = \frac{|66-65|}{65} \times 100\% \quad (19)$$

$$e = 1.53\% \quad (20)$$

Dengan BPM Pulse Sensor adalah nilai dari BPM yang dihasilkan oleh Pulse Sensor dan BPM Oximeter adalah nilai yang dihasilkan oleh Oximeter. Berdasarkan data Pulse Sensor Tabel 3 jika dimasukkan ke dalam rumus RMSE maka, akan didapatkan hasil perhitungan seperti berikut.

$$RMSE = \sqrt{\frac{(66-65)^2 + (66-65)^2 \dots + (66-65)^2}{10}} \quad (21)$$

Dari hasil perhitungan nilai RMSE untuk Pulse Sensor didapatkan 0.7745966692. Nilai juga nilai yang tergolong kecil karena sudah kurang dari satu dan hampir mendekati nol.

### 3.2. Fuzzy Logic System

Pada tahap ini dilakukan pengujian Fuzzy Logic System yang dibangun untuk mengetahui keberhasilan sistem dalam mendeteksi dan. Pengujian yang dilakukan adalah verifikasi dan validasi. Verifikasi disini untuk melihat algoritma yang dibangun sesuai dengan aturan fuzzy system dengan cara membandingkan dengan bahasa pemrograman Matlab dan Sci-Kit Python. Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil klasifikasi Fuzzy system yang penulis bangun dengan Fuzzy Inference System (FIS) Library Matlab dan Sci-kit Fuzzy Library Python. Memastikan fungsi keanggotan, Inference Rules dan semua tahap pada Fuzzy Logic yang penulis bangun dan yang diuji di Matlab dan Scikit-Fuzzy memiliki nilai yang sama. Validasi diuji dengan melakukan uji coba langsung terhadap subjek yang melakukan telah jogging. Data yang digunakan adalah data real dari detak jantung, suhu tubuh dan suhu udara. Uji coba dilakukan kepada lima orang anggota keluarga. Pengujian ini dilakukan pada masa pandemi covid19 dengan aturan pemerintah melakukan PSBB (Pembatasan Sosial Berskala Besar) sehingga subjek didapatkan hanya bisa dari ruang lingkup keluarga penulis. Pengujian ini dilakukan pada lima orang yang telah melakukan jogging. Jogging dilakukan selama 25-30 menit untuk setiap orang.

Tabel 4. Hasil Klasifikasi Pengujian Fuzzy

Pulse Sensor (BPM)	Suhu Badan (Celcius)	Suhu Udara (Celcius)	Klasifikasi Buildded System	Klasifikasi Matlab	Klasifikasi Sci-kit Fuzzy
111	36.87	25.0	Dehidrasi	Dehidrasi	Dehidrasi
99	36.63	30.0	Tidak Dehidrasi	Tidak Dehidrasi	Tidak Dehidrasi
76	32.61	24.0	Tidak Dehidrasi	Tidak Dehidrasi	Tidak Dehidrasi
108	35.71	26.0	Dehidrasi	Dehidrasi	Dehidrasi
106	33.61	26.0	Dehidrasi	Dehidrasi	Dehidrasi

Tabel 5. Hasil Nilai Deffuzification Pengujian Fuzzy

Pulse Sensor (BPM)	Suhu Badan (Celcius)	Suhu Udara (Celcius)	Klasifikasi Buildded System	Klasifikasi Matlab	Klasifikasi Sci-ki Fuzzy
111	36.87	25.0	7.50	7.45	7.442462087421945
99	36.63	30.0	4.6529854368932	4.75	4.755775577557755
76	32.61	24.0	5.9561119194654	5.93	5.9108377111986234
108	35.71	26.0	6.9790241116359	7.01	6.969163866376754
106	33.61	26.0	6.1866814479638	6.16	6.138114816506776

### 3.3. Analisis Hasil Pengujian

Penelitian ini memiliki kelebihan dari sistem *fuzzy logic* yang telah dibangun yakni berhasil terverifikasi dengan beberapa mesin pemrograman yaitu *Matlab R2017a* dan *SciKit-Fuzzy v.02*. Hasil dari fuzzy system yang dibangun menghasilkan decision yang sama. dan dapat diimplementasikan ke platform pemrograman yang lain. Sehingga *fuzzy system* yang dibangun dapat diimplementasikan ke dalam sistem diberbagai platform.

Pada pengujian sistem pendeteksi dehidrasi pada Tabel 4. Hasil akhir klasifikasi dehidrasi menggunakan *Fuzzy Logic* mendapatkan hasil yang sesuai dengan kedua pembandingnya yaitu *Matlab* dan *Sci-kit Fuzzy*. Dimana tidak ada klasifikasi yang hasilnya berlawanan untuk tiap-tiap klasifikasi *Fuzzy Logic*. Namun, pada Tabel 5 dapat dilihat perbedaan nilai akhir *Defuzzification* untuk tiap-tiap klasifikasi. Terdapat perbedaan selisih angka. Hal ini disebabkan oleh perbedaan *fixed point* untuk setiap library yang dipakai. Ini hanya mengakibatkan nilai presisi yang kurang akibat dari tipe data yang berbeda. Untuk *Library Fuzzy Matlab* menggunakan *fixed point* dengan nilai dibelakang koma tiga digit, *Library Sci-kit Fuzzy* menggunakan nilai dibelakang koma 16 digit dan *Builed System* menggunakan nilai dibelakang koma 15 digit. Hal ini tidak mempengaruhi hasil akhir dari klasifikasi *Fuzzy Logic* dimana ketiga sistem yang ada dengan *Input* yang sama menghasilkan klasifikasi yang sama.

### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian yang telah dilakukan dan dianalisis, Pengujian kalibrasi sensor pada sensor *MLX90614* terhadap *Thermogun* menghasilkan nilai *Error Rate* 2,01 % dan nilai *RMSE* 0.9. Pengujian *Pulse Sensor* terhadap *Oximeter* menghasilkan nilai *Error Rate* 1.54% dan nilai *RMSE* 0.7. Alat pendeteksi kekurangan cairan tubuh secara preventif setelah aktivitas jogging berhasil dan dapat mendeteksi sama dengan pembandingnya yaitu *Library Fuzzy MatlabR2017a* dan *SciKit-Fuzzy*. Nilai dari detak jantung, suhu tubuh dan suhu udara dapat dikirimkan ke platform dan diklasifikasikan dengan *fuzzy logic*. Klasifikasi yang dihasilkan *fuzzy logic* sudah sesuai dengan struktur dan proses metode *fuzzy logic*. Perbedaan ini terletak pada nilai *fixed point* dari tiap bahasa pemrograman yang digunakan. *Library Fuzzy Matlab* menggunakan *fixed point* dengan nilai dibelakang koma tiga digit, *Library Sci-kit Fuzzy* menggunakan nilai dibelakang koma 16 digit dan *Builed System* menggunakan nilai dibelakang koma 15 digit. Pada hasil akhir defuzzifikasi memiliki selisih tapi tidak mengubah hasil klasifikasinya. Nilai yang dihasilkan klasifikasi adalah Dehidrasi atau Tidak Dehidrasi.

### Daftar Rujukan

- [1] H. Hardinsyah et al., "Studi Kebiasaan Minum dan Hidrasi pada Remaja dan Dewasa di Dua Wilayah Ekologi yang Berbeda," *Pergizi Pangan Indones. Dep. Gizi Masy. IPB, Danone Aqua Indones.*, pp. 1–5, 2008.
- [2] Y. Noor, S. Ulvie, H. S. Kusuma, and R. Agusty, "Identifikasi Tingkat Konsumsi Air dan Status Dehidrasi Atlet Pencak Silat Tapak Suci Putra Muhammadiyah Semarang," *Media Ilmu Keolahragaan Indones.*, vol. 7, no. 2, pp. 48–51, 2017, doi: 10.15294/miki.v7i2.12146.
- [3] A. Grisna, Febiyanti; Kunjung, "Perbandingan Jenis Pola Minum Terhadap Status Hidrasi Pada Remaja Laki-Laki Dan Perempuan," vol. 4, no. 2, 2019.
- [4] I. T. Rahayu, "Pengaruh Jogging Pagi hari dan Malam Hari terhadap Kadar Asam Laktat pada Mahasiswa Ikor FIK UNNES," *Skripsi Jur. Ilmu Keolahragaan, Fak. Ilmu Keolahragaan, 2016, [Online]. Available: https://lib.unnes.ac.id/27276/1/6211411043.pdf.*
- [5] I. N. E. A. Khrisna, "Keseimbangan Cairan Dan Elektrolit Oleh," *Вестник Росздравнадзора*, vol. 6, pp. 5–9, 2017.
- [6] A. Auliani, A. G. Putrada, and N. A. Suwastika, "Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring Suhu Pemantau Dehidrasi Berbasis Fuzzy Logic dan IOT," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 2257–2267, 2019, [Online]. Available: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id>.
- [7] R. Syahputra, M. Abdurrohan, and S. P. S. T., "Pendeteksi Kelelahan Untuk Aktivitas Jogging Menggunakan Fuzzy Logic," *Telkom Univ.*, vol. 16, p. 3, 2019.
- [8] A. Pranata, J. Prayudha, and T. Sandika, "Rancang bangun alat pendeteksi dehidrasi dengan metode fuzzy logic berbasis arduino," *J. SAINTIKOM*, vol. 16, no. 3, pp. 252–259, 2017.
- [9] A. R. Suprabaningrum and F. F. Dieny, "Hubungan konsumsi cairan dengan status hidrasi pekerja di suhu lingkungan dingin," *J. Nutr. Coll.*, vol. 6, no. 1, p. 76, 2017, doi: 10.14710/jnc.v6i1.16896.
- [10] R. Siti, Komariyah; , Riza M., Yunus; Sandi Fajar, "Logika Fuzzy Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa," pp. 61–69.
- [11] N. Febriany, F. Agustina, and R. Marwati, "Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dan Menggunakan Software Matlab," *J. EurekaMatika*, vol. 5, no. 1, pp. 84–96, 2017.
- [12] Y. Maryani, "Kalibrasi Dan Validasi Sensor Sebagai Alat Ukur Gas Co 2 Yang Dihasilkan Pada Proses Fotokatalisis Senyawa Aktif Detergen," *Tek. J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 2, p. 102, 2011, doi: 10.36055/tjst.v8i2.6709.
- [13] D. R. Agusta, S. Prabowo, and N. A. Suwastika, "Implementasi Emergency Light untuk Jalur Evakuasi Terdekat Saat Gempa Menggunakan Algoritma Greedy Search," vol. 6, no. 2, pp. 8921–8930, 2019.
- [14] C. D. N. Tulle, "Monitoring Volume Cairan Dalam Tabung ( Drum Disusun Oleh : Christian Dendi Novian Tulle," vol. C, 2017.
- [15] Bluino, "Apa itu Arduino?," 2019. [https://www.bluino.com/2019/09/apa-itu-arduino\\_13.html](https://www.bluino.com/2019/09/apa-itu-arduino_13.html) (accessed Dec. 16, 2020).
- [16] H. H. Rachmat and D. R. Ambaransari, "Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Pulse Heart Rate Sensor pada Jari Tangan," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 3, p. 344, 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i3.344.
- [17] M. O. Sibuea, "Pengukuran Suhu Dengan Sensor Suhu Inframerah Mlx90614 Berbasis Arduino Temperature Measurement With Infrared Temperature Sensor Mlx90614 Based on Arduino Uno," *Univ. Sanata Dharma*, 2018.
- [18] S. Canada, "Canadian Health Measures Survey : Cycle 2 Data Tables – 2009 to 2011 Distribution of the household population by aerobic fitness norms , by age and sex , Canada , 2009 to 2011 Statistics Canada – Catalogue no . 82-626-X," no. 82, p. 2011, 2011.

- [19] I. Annisa Amalia, "Suhu Tubuh Normal Manusia yang Benar Seharusnya Berapa?," 2020. <https://www.sehatq.com/artikel/bukan-derajat-celsius-ini-suhu-tubuh-normal-manusia-yang-benar> (accessed Dec. 08, 2020).
- [20] BMKG, "Anomali Suhu Udara Rata-rata Bulan November 2020," 2020. [perubahan-iklim#:~:text=Berdasarkan data dari 88 stasiun,udara rata-rata pada bulan](https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim#:~:text=Berdasarkan data dari 88 stasiun,udara rata-rata pada bulan) (accessed Dec. 08, 2020).
- [21] M. Mahyudin, I. Suprayogi, and T. Trimajon, "Model Prediksi Liku Kalibrasi Menggunakan Pendekatan Jaringan Saraf Tiruan (ZST) (Studi Kasus : Sub DAS Siak Hulu)," J. Online Mhs. Fak. Tek. Univ. Riau, vol. 1, no. 1, pp. 1–18, 2014.