

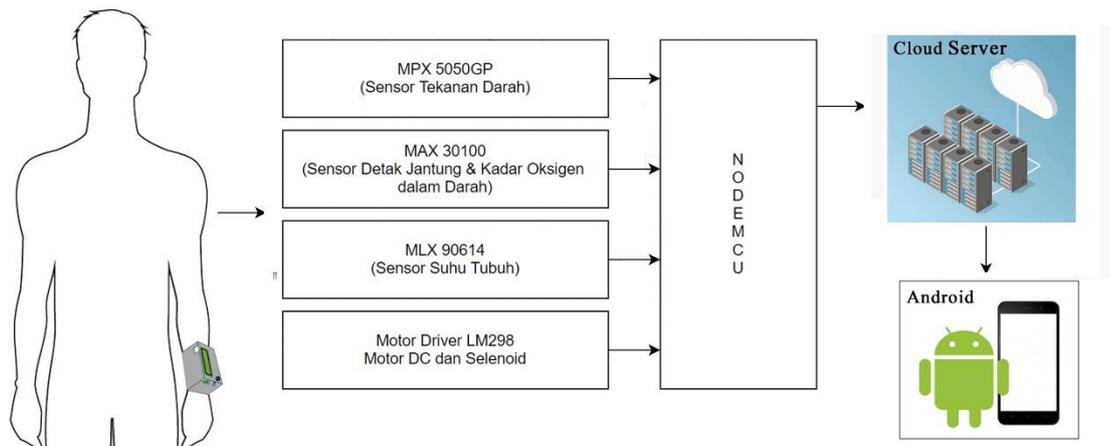
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Wireless Body Area Network (WBAN)

Saat ini teknologi komunikasi nirkabel sering dimanfaatkan untuk pemantauan parameter tertentu. Seperti pada *wireless sensor network* (WSN) yang terdiri dari kumpulan sensor yang mengirimkan data melalui media Wifi, *Wireless Body Area Network* (WBAN) merupakan Salah satu cabang dari WSN yang secara spesifik berkaitan dengan sensor-sensor yang dipasang di dalam, di permukaan, atau dikenakan oleh manusia [11] .

WBAN merupakan teknologi yang terdiri dari berbagai sensor. Sensor - sensor tersebut digunakan untuk mengirimkan data secara *nirkabel* dipasang dengan maksud untuk meningkatkan pelayanan kesehatan serta untuk meningkatkan kualitas hidup. Berbagai sensor yang terpasang pada tubuh disebut *nodes*. Pengiriman data dari masing-masing *node* tersebut dilakukan dalam jarak dekat yaitu sekitar 2-10 meter. WBAN tersusun dalam *design* yang terdiri dari *nodes*, chip mikrokontroller, modul komunikasi nirkabel, dan perangkat-perangkat komunikasi data yang terhubung pada jaringan tertentu. Hal ini berfungsi untuk memonitor *vital sign* pada tubuh [11].



Gambar 2.1 Arsitektur WBAN Sederha

2.2 Sistem Monitoring WBAN berbasis Android

Perkembangan teknologi *Wireless Body Area Network* (WBAN) sangat erat hubungannya dengan perkembangan *Internet of Things* (IoT). Berbagai macam perangkat komunikasi digital dihubungkan pada suatu jaringan internet. Oleh karena itu pertukaran data yang terjadi menjadi jauh lebih mudah dan dapat diterapkan lebih luas. Sistem monitoring berbasis WBAN berpotensi untuk memberikan layanan monitoring kesehatan jarak jauh, diagnosis penyakit kronis, program kebugaran dan lainnya [12].

Sebagai tambahan, di dunia modern ini perkembangan *smartphone* berkembang dengan sangat pesat. Hal ini juga menjadi factor pendukung bermunculannya berbagai aplikasi jaringan sensor nirkabel yang terkait dengan kesehatan. Disamping itu dengan adanya *smartphone* fungsi pemantauan kesehatan bisa dilakukan dalam satu perangkat sekaligus [12].

Sedangkan yang dimaksud dengan android Menurut safaat (2011) dalam bukunya yang berjudul Pemrograman Aplikasi Mobile Smartphone Dan Tablet PC Berbasis Android, android adalah sebuah sistem operasi linux untuk perangkat mobile berbasis linux yang mencakup sistem operasi, middleware dan aplikasi [13]. Android menyediakan platform yang terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka. Android ini mempunyai sistem operasi *open source* yang berarti pengembang dapat berkreasi dalam membuat aplikasi [14].

2.3 Pemeriksaan dan Pemantauan Tanda – Tanda Vital

Pemeriksaan dan pemantauan tanda vital (*vital sign*) atau yang disingkat dengan TTV adalah ukuran statistik berbagai fisiologis yang digunakan untuk membantu menentukan status kesehatan seseorang. Pemeriksaan dan pemantauan tanda vital merupakan pengukuran fungsi tubuh yang paling dasar untuk mengetahui tanda klinis dan berguna untuk memperkuat diagnosis suatu penyakit dan berfungsi dalam menentukan perencanaan perawatan medis yang sesuai. Detak jantung, suhu tubuh, tekanan darah, denyut nadi, dan kadar oksigen atau saturasi oksigen dalam

darah adalah tanda-tanda vital yang secara rutin diperiksa dan dipantau untuk mengetahui tanda klinis dan berguna untuk memperkuat diagnosis suatu penyakit.

2.3.1 Detak Jantung

Detak atau denyut jantung merupakan debaran yang dikeluarkan oleh jantung akibat dari aliran darah melalui jantung. Denyut jantung manusia normal berkisar 60 – 100 denyut per menit. Detak jantung tidak sehat terbagi menjadi dua klasifikasi yaitu bradikardia dan takikardia. Bradikardia istilah untuk denyut jantung kurang dari 60. Bradikardia menyebabkan darah tidak dapat terdistribusi dengan baik ke seluruh tubuh. Sedangkan denyut jantung melebihi 100 bpm merupakan istilah dari takikardia. Takikardia dapat menyebabkan denyut jantung memiliki ritme yang abnormal serta serangan jantung. Frekuensi denyut nadi manusia bervariasi, tergantung dari banyak faktor yang mempengaruhinya.

Tabel 2.1 Klasifikasi Detak Jantung Normal Orang Dewasa.

Bradikardi	Normal	Takikardi
<60	60 – 100	>100

2.3.2 Suhu Tubuh

Temperatur (suhu) merupakan besaran pokok yang mengukur derajat panas suatu benda atau makhluk hidup. Suhu tubuh adalah perbedaan antar jumlah panas yang diproduksi oleh proses tubuh dan jumlah panas yang hilang kelingkungan luar. Mengukur suhu tubuh bertujuan untuk mengetahui apakah suhu tubuh pasien normal atau tidak [15]. Suhu tubuh dipengaruhi oleh banyak faktor dan mudah berubah. Perubahan suhu tubuh besar kaitannya dengan produksi panas maksimal maupun pengeluaran panas yang berlebihan. Sifat perubahan panas itu sangat mempengaruhi masalah klinis

yang dialami setiap orang. Menurut WHO suhu tubuh normal manusia berkisar 36,5 - 37,5 °C.

Tabel 2.2 Klasifikasi Suhu Tubuh

Hipotermi	Normal	Panas	Hipertemi
<36	36,5- 37,5	37,6 – 40	>40

2.3.3 Tekanan Darah

Tekanan darah merupakan tekanan yang dialami darah dalam pembuluh nadi ketika darah dipompa oleh jantung ke seluruh tubuh. Mengukur tekanan darah bertujuan untuk menilai sistem kardiovaskuler. Tekanan darah dapat diukur melalui nilai sistolik dan diastolic [15]. Interpretasi hasil pengukuran tekanan darah pada usia ≥ 18 tahun : berdasarkan Joint National Committee VII adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3 Klasifikasi Tekanan Darah

Klasifikasi Tensi	Sistolik (mmHg)	Diastolik (mmHg)
Normal	<120	Dan <80
Normal Tinggi/ Prehipertensi	120 – 139	Atau 80 - 89
Hipertensi Tingkat 1	140 – 159	Atau 90 - 99
Hipertensi Tingkat 2	≥ 160	Atau ≥ 100

2.3.5 Saturasi Oksigen Dalam Darah

Kadar oksigen atau jumlah saturasi oksigen dalam darah adalah hal penting untuk mengetahui kondisi kesehatan tubuh manusia. Saat melalui masa kritis saturasi oksigen dalam darah dipantau secara intensif sebagai salah satu parameter melakukan tindakan medis. Saturasi oksigen darah (SpO_2) normal untuk dewasa adalah 95 – 100%.

Tabel 2.5 Klasifikasi Saturasi Oksigen

Normal	95 – 100%
Abnormal	<90%

2.4 Sensor dalam *Monitoring*

Sensor adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai detektor. Selaiknya detektor, sensor berguna untuk mengukur beberapa jenis kualitas fisik yang terjadi misalnya mengukur tekanan atau cahaya. Dari sebuah sensor akan dihasilkan sebuah sinyal yang hasilnya dapat dibaca. Sebagian besar perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pengukur dan perekam bisa berkomunikasi menggunakan sensor. Sensor adalah suatu elemen yang menghasilkan keluaran sesuai dengan variabel yang sedang diukur. Selain itu hasil keluaran sensor juga tergantung input dari suatu variabel sistem pengukuran lain untuk mengenali nilai variabel [11]. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan beberapa sensor yang digunakan untuk mendeteksi kesehatan tubuh antara lain:

Tabel 2.6 Deskripsi Sensor

NO	Sensor	Deskripsi
1	Sensor Tekanan Darah MPX 5050 GP	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor ini berfungsi untuk mengukur tekanan darah. 2. Keandalan sensor yang tinggi 3. Sensor mudah digunakan dan mudah dipasang di peralatan Petrel 4. Dalam dunia kesehatan, sensor ini berfungsi untuk memantau pasien dan peralatan diagnostik, misalnya sphygmomanometer, peralatan medis, dan kecelakaan.
2	Sensor Detak Jantung dan Kadar Oksigen MAX30100	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi detak jantung dan mengukur kadar oksigen pada tubuh, 2. Sensor ini mendukung penggunaan Arduino dan Raspberry.

		<ol style="list-style-type: none"> 3. Monitor denyut jantung optik dan solusi pulse oximetry kecil 12.7mm x 12.7mm (0.5in x 0.5in) ukuran papan 4. Daya yang digunakan rendah (1.8V and 3.3V) 5. Sangat terintegrasi, sensor ukuran kecil
3	Sensor Detak Jantung Tensi Electronic Blood Pressure Monitor	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sensor ini berfungsi untuk menghitung detak jantung dan tekanan darah manusia. 2. Catu daya: Baterai Micro USB DC5v atau 4 x AAA (tidak Termasuk) 3. Suhu penyimpanan dan kelembaban suhu: -10-55°C kelembaban: 10% -85% RH 4. Menggunakan kelembaban suhu, suhu: 5-40°C kelembaban: 15% -85% RH 5. Volume monitor: 11.7x9.7x5.9cm
4	Sensor Suhu Tubuh MLX900614	<ol style="list-style-type: none"> 1. MLX90614 terdiri dari 2 chip, yaitu Infrared Thermophile Detector MLX81101 dan Pengkondisi sinyal ASSP MLX90302 yang secara khusus di desain untuk memproses keluaran dari sensor infrared. 2. Akurasi tinggi karena memiliki low noise amplifier, ADC 17 bit dan unit DSP MLX90302. 3. Suhu dari objek yang diukur dan suhu lingkungan memiliki resolusi 0,01⁰ C. 4. Kedua data suhu dapat diakses dengan TWI dengan resolusi 0,20⁰ C atau melalui output 10-bit PWM dengan resolusi 0,14⁰ C. 5. Rentang pengukuran suhu -40⁰ C - 125⁰ C untuk suhu lingkungan dan -70⁰ C - 382,2⁰ C untuk suhu objek yang akan diukur

2.5 Artificial Intelligence

Majunya ilmu pengetahuan dan teknologi yang sangat pesat diterapkan disegala bidang termasuk dalam bidang Kesehatan. Seiring dengan perkembangan tersebut dikembangkan pula suatu teknologi yang mampu mengangkat proses cara berpikir manusia yaitu artificial intelligence atau kecerdasan buatan [16]. *Artificial Intelligence* atau yang biasa disebut dengan kecerdasan buatan adalah salah satu bagian dari ilmu komputer yang dapat

mempelajari bagaimana mesin atau komputer dapat melakukan pekerjaan yang biasa dilakukan oleh manusia adalah.

Menurut Sutojo, dkk (2011: 1) kecerdasan buatan berasal dari bahasa inggris “Artificial Intelligence” atau disingkat AI, yaitu Intellingence adalah kata sifat yang berarti cerdas, sedangkan Artificial artinya buatan. Kecerdasan buatan yang dimaksud di sini merujuk pada mesin yang mampu berpikir, menimbang tindakan yang akan diambil, dan mampu mengambil keputusan seperti yang dilakukan oleh manusia [17].

Ilmu ini mempelajari bagaimana mesin atau computer bisa melakukan pekerjaan manusia, bahkan lebih baik daripada dilakukan oleh manusia. Secara umum kegunaan computer adalah untuk menggantikan kerja manusia yang membutuhkan ketelitian tinggi atau mempunyai resiko yang sangat besar yang bahkan mengancam keselamatan [18]. Dengan menggunakan teknologi ini kita dapat membuat keputusan dengan cara menganalisis dan menggunakan data yang tersedia di dalam sistem. Proses yang terjadi dalam Artificial Intelligence mencakup learning, reasoning, dan self-correction [13]. Salah satu bidang yang menggunakan kecerdasan buatan adalah *fuzzy logic*.

2.6 *Fuzzy Logic*

Secara bahasa *Fuzzy* diartikan kabur atau samar samar. Oleh karena itu *Fuzzy* merupakan suatu nilai dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Menurut Sutojo, dkk (2011: 211) konsep tentang logika *fuzzy* diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Astor Zadeh pada 1962, Logika *fuzzy* adalah metodologi sistem control pemecahan masalah, yang cocok untuk diimplementasikan pada sistem, mulai dari sistem yang sederhana, sistem kecil, embedded system, jaringan PC, multi- channel atau workstation berbasis akuisisi data, dan sistem control [17].

Dalam *fuzzy* dikenal derajat keanggotaan dengan rentang nilai 0 (nol) hingga 1 (satu). Berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *fuzzy* merupakan salah satu cara tepat yang berfungsi untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output dan

mempunyai nilai kontinyu. Keuntungan menggunakan teori logika *fuzzy* adalah kemampuannya dalam proses penalaran secara bahasa (linguistic reasoning), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat.

Dengan menggunakan *Fuzzy Inference System* didapatkan sebuah kerangka kerja perhitungan berdasarkan konsep teori himpunan *fuzzy* dan pemikiran *fuzzy* yang berfungsi untuk menarik kesimpulan atau keputusan. Komponen yang digunakan dalam logika *fuzzy* diantaranya adalah

2.6.1 Variabel *Fuzzy*

Variabel *Fuzzy* adalah variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*. Yang termasuk variabel *fuzzy* misalnya umur, berat badan, tinggi badan, dan lainnya.

2.6.2 Himpunan *Fuzzy*

Yang dimaksud dengan himpunan *fuzzy* adalah suatu grup yang mewakili kondisi tertentu atau suatu keadaan dalam suatu variabel *fuzzy*.

2.6.3 Semesta Pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang dapat dilakukan pengoperasian dalam suatu variabel *fuzzy*.

2.6.4 Domain

Domain adalah keseluruhan nilai yang diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*.

2.6.5 Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan titik-titik pemetaan untuk menginput data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Terdapat berbagai macam fungsi yang digunakan dalam logika *fuzzy*. Pertama representasi linier, yaitu pemetaan input kederajat keanggotaan yang digambarkan sebagai garis lurus. Kedua terdapat representasi kurva segitiga yang merupakan gabungan antara dua garis linier. Selanjutnya terdapat representasi kurva trapesium yang merupakan berbentuk kurva segitiga, akan tetapi terdapat titik dengan nilai keanggotaannya 1. Terakhir terdapat representasi bentuk bahu yang merupakan daerah yang terletak ditengah-tengah suatu variabel yang direpresentasikan dalam bentuk segitiga.

Beberapa kelebihan menggunakan logika *fuzzy* yang dapat kita jadikan alasan untuk menggunakan metode ini. Pertama, konsep logika *fuzzy* mudah dimengerti. Konsep matematis yang mendasari penalaran *fuzzy* sangat sederhana dan mudah dimengerti. Kedua, logika *fuzzy* sangat fleksibel serta memiliki toleransi terhadap data-data yang tidak tepat. Selain itu logika *fuzzy* mampu memodelkan fungsi-fungsi nonlinear yang sangat kompleks. Dengan menggunakan logika *fuzzy* dapat membangun dan mengaplikasikan pengalaman para pakar secara langsung tanpa harus melalui proses pelatihan. Terakhir logika *fuzzy* dapat bekerjasama dengan berbagai teknik kendali secara konvensional dan didasarkan pada Bahasa alami [19].

2.7 Metode *Fuzzy Mamdani*

Salah satu bagian dari *Fuzzy Inference System* adalah Metode *Fuzzy Mamdani*. Metode ini berfungsi untuk menarik kesimpulan atau membuat suatu keputusan dalam permasalahan yang tidak pasti. Menurut Sutojo, dkk (2011: 235) Metode Mamdani paling sering digunakan dalam aplikasi-aplikasi karena strukturnya yang sederhana, yaitu menggunakan operasi MIN-MAX atau MAX-PRODUCT [20]. Dalam prosesnya, metode ini menggunakan kaidah-kaidah linguistic. Selain itu, metode *fuzzy mamdani* memiliki algoritma *fuzzy* sehingga dapat dilakukan analisis secara matematika dan lebih mudah dipahami. Untuk mendapatkan keputusan yang terbaik melalui metode *fuzzy Mamdani* terdapat beberapa tahapan. Pertama

dilakukan pembentukan himpunan *fuzzy*, kemudian dibuat aplikasi fungsi implikasi dan komposisi aturan, terakhir dilakukan defuzzifikasi.

2.7.1 Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Tahap pertama dari prosedur Metode *Fuzzy* Mamdani adalah fuzzifikasi yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*. Fuzzifikasi adalah proses yang dilakukan dengan mengtransformasi input himpunan tegas (*crisp*) ke dalam himpunan *fuzzy*. Hal ini dikarenakan input yang digunakan pada awalnya adalah dalam bilangan tegas (*real*) dari suatu himpunan tegas (*crisp*). Himpunan *fuzzy* ini didasarkan pada tingkatan linguistiknya yang dikelompokkan dalam suatu variabel *fuzzy*. Salah satu contoh untuk variabel *fuzzy* adalah berat badan dan mempunyai himpunan fuzzy sebagai berikut: kurus, sedang, dan gemuk.

Keanggotaan yang digunakan dalam metode *fuzzy* mamdani ini adalah fungsi keanggotaan trapesium, fungsi keanggotaan segitiga dan fungsi keanggotaan bahu kiri atau kanan. Hal ini dikarenakan pada fungsi keanggotaan trapesium terdapat dua titik dari himpunan *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan satu. Sedangkan jika hanya terdapat satu titik dari himpunan *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan satu, maka fungsi yang digunakan adalah keanggotaan segitiga. Fungsi keanggotaan bahu kiri atau kanan digunakan untuk mengawali dan mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*.

2.7.2 Aplikasi Fungsi Implikasi

Tahap kedua dari prosedur Metode *Fuzzy* Mamdani adalah penerapan fungsi implikasi. Fungsi ini menggunakan struktur logika yang terdiri atas kumpulan premis dan satu konklusi. Fungsi implikasi berfungsi untuk mengetahui hubungan antara berbagai premis dan konklusinya. Bentuk dari fungsi implikasi ini adalah dengan pernyataan *IF X is THEN Y is B* , dengan *X* dan *Y* adalah skalar, serta *A* dan *B* adalah himpunan *fuzzy*. Dalam istilah logika *fuzzy*, proposisi yang mengikuti *IF* disebut dengan antisenden, sedangkan proposisi yang mengikuti *THEN* disebut dengan konsekuen.

Proposisi atau aturan *fuzzy* ini dapat diperluas dengan menggunakan penghubung *fuzzy* AND (interseksi). Secara umum, aturan metode *fuzzy* Mamdani memiliki bentuk,

$$IF (X_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (X_2 \text{ IS } A_2) \text{ AND } \dots \text{ AND } (X_N \text{ IS } A_N) \text{ THEN } Y \text{ IS } B$$

(2.1) dimana, banyaknya n ditentukan berdasarkan jumlah dari variabel input *fuzzy* yang digunakan. Suatu proposisi ini digunakan untuk pembentukan keputusan atau menghasilkan output dari proposisi yang telah ditentukan. Penentuan proposisi ini dibentuk berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan dengan penilaian yang sesuai dengan objek, dan berdasarkan fakta yang diketahui. Setelah terbentuknya proposisi, selanjutnya adalah menentukan nilai keanggotaan berdasarkan aturan *fuzzy* yang telah dibentuk menggunakan fungsi implikasi Min. Pada fungsi implikasi Min, digunakan operator AND (interseksi). Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan atau lebih pada fungsi implikasi Min didefinisikan sebagai berikut:

$$\alpha \text{ -predikat}_i = \mu_{A_1}[x_1] \cap \dots \cap A_n[x_n] = \mu_{A_1}, \dots, \mu_{A_n}[x_n]$$

dimana, i adalah aturan fuzzy ke i .

2.7.3 Komposisi Aturan

Membuat komposisi aturan merupakan tahap ketiga dari prosedur Metode *Fuzzy* Mamdani. Pada tahap ini dilakukan suatu prosedur dengan tujuan untuk menentukan inferensi dari kumpulan dan korelasi antar aturan menggunakan Metode Max. Dengan kata lain melakukan prosedur penggabungan fungsi keanggotaan dari aturan aplikasi fungsi implikasi. Solusi himpunan *fuzzy* didapatkan dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy* dan mengaplikasikannya ke dalam output (keputusan akhir) dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari setiap proposisi. Proses penggabungan fungsi keanggotaan dengan menggunakan Metode Max dilakukan dengan menggunakan perumusan:

$$\mu_{sf}(x_i) = \max (\mu_{sf}(x_i), \mu_{kf}(x_i))$$

dengan $\mu_{sf}(X_i)$ menyatakan nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-*i*, ($\mu_{kf}(x_i)$) menyatakan nilai keanggotaan konsekuensi *fuzzy* aturan ke-*i*.

2.7.4 Defuzzifikasi

Prosedur terakhir dalam menggunakan Metode *Fuzzy* Mamdani adalah proses defuzzifikasi. Proses defuzzifikasi berfungsi untuk menafsirkan nilai keanggotaan *fuzzy* menjadi keputusan tertentu atau menjadi bilangan real. Hal ini berarti mengembalikan nilai besaran *fuzzy* menjadi nilai crisp (bilangan real), dan mengubah *fuzzy* output menjadi nilai crisp berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Proses dilakukan, karena keputusan *fuzzy* atau output adalah tetap variabel linguistik dan variabel linguistik ini membutuhkan untuk dikonversi ke dalam variabel crisp.

Input dari langkah defuzzifikasi merupakan himpunan *fuzzy* yang didapatkan dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan output merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Oleh sebab itu, jika diketahui suatu himpunan *fuzzy* terdapat dalam suatu range tertentu, maka harus dapat diperoleh suatu nilai crisp (bilangan real) tertentu sebagai output atau hasil keputusannya. Metode yang dipergunakan dalam proses defuzzifikasi ini adalah defuzzifikasi dengan Metode Centroid (titik pusat).

Metode ini memperhatikan kondisi setiap daerah *fuzzynya*, sehingga menghasilkan hasil yang lebih akurat. Metode centroid yaitu suatu metode dimana semua daerah *fuzzy* dari hasil komposisi aturan digabungkan dengan tujuan untuk membentuk hasil yang optimal dan mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Prosedur defuzzifikasi menggunakan Metode Centroid dengan menentukan moment dilakukan dengan integral dari masing-masing fungsi keanggotaan dari komposisi aturan, menentukan luas, dan menentukan titik pusat. Proses dalam menentukan titik pusat daerah *fuzzy* dilakukan dengan menggunakan perumusan

$$Z^* = \frac{\int_z \mu(z)z dz}{\int_z \mu(z)dz}$$

(2.4) dengan Z^* menyatakan nilai hasil defuzzifikasi / titik pusat daerah *fuzzy*, $\mu(z)$ menyatakan nilai keanggotaan, dan $\int_z \mu(z)z dz$ menyatakan momen untuk semua daerah hasil komposisi aturan. Luas untuk setiap daerah hasil komposisi aturan bisa diperoleh dengan mencari luas berdasarkan bentuk dari masing-masing daerah hasil komposisi aturannya, atau dapat pula dengan menggunakan integral, yaitu $\int_z \mu(z)dz$. Nilai dari z^* merupakan nilai hasil dari proses defuzzifikasi, nilai ini merupakan hasil dari keputusan akhir, dan disesuaikan dengan variabel linguistik dari himpunan *fuzzy* yang telah ditentukan pada proses awal, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*.

2.8 Perbandingan Penelitian

Penulis (Tahun)	Judul	Algoritma/ Teknik Pemodelan	Tipe Klasifikasi	Kelebihan	Kekurangan	Tujuan
Prayogo dkk (2017)	Sistem Monitoring Denyut Jantung Dan Suhu Tubuh Sebagai Indikator Level Kesehatan Pasien Berbasis IOT (Internet Of Thing) Dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan Android [21]	Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	Metode fuzzy mamdani pada penelitian ini dapat berjalan dengan baik sesuai dengan rule yang ditentukan. Didapatkan hasil yang sesuai dengan himpunan yang ditampilkan sebagai keputusan.	Tidak dijelaskan dengan detail bagaimana metedologi fuzzy mamdani sebagai penentu keputusan. Tidak adanya perhitungan himpunan fuzzy mamdani.	Untuk mengetahui status kesehatan berdasarkan detak jantung dan suhu tubuh.

Rachmawati , Ariska (2017)	Fuzzy Logic Metode Mamdani Untuk Membantu Diagnosis Penyakit Diabetes Mellitus [22]	Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	Implementasi algoritma fuzzy logic metode mamdani berhasil diimplementas ikan dalam diagnosis penyakit diabetes mellitus menggunakan dua variable yaitu kadar gula darah dan tekanan darah.	Pada penelitian ini ditampilkan gambar proses diagnosa berupa perhitungan matematika. Namun tidak dijelaskannya proses diagnosa tersebut.	Untuk membantu diagnosis penyakit diabetes mellitus.
Hendratno dkk (2018)	Alat Pendeteksi Status Kesehatan Berbasis Metode Sensor Fusion [23]	Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	Metode <i>Sensor Fusion,</i>	Memberikan informasi komprehensif dan akurat.	Tidak dijelaskan tingkat akurasi dan kesalahan relative dari metode <i>sensor fusion</i> .	Untuk mendapatkan status kesehatan berdasarkan pengukuran tinggi badan, berat badan, detak jantung, tekanan darah, suhu tubuh dan kadar alcohol.
Nadya, Febriany (2017)	Aplikasi Meode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dan Kebutuhan Kalori Harian Balita Menggunakan Software Matlab [24]	Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	Metode <i>Fuzzy Mamdani</i>	Metode fuzzy mamdani memiliki rata rata kekeliruan sebesar 0,1075%, dengan kata lain tingkat akurasinya tinggi. Informasi status gizi yang dihasilkan lebih kompleks.	Dengan menggunakan banyak variabel dan banyaknya himpunan fuzzy yang digunakan perhitungan lebih rumit.	Untuk membantu memnentukan status gizi dan kebutuhan kalori harian balita.

Mutia dkk (2017)	Review Penerapan Fuzzy Logic Sugeno Dan Mamdani Pada Sistem Pendukung Keputusan Prakiraan Cuaca Di Indonesia [25]	Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	Metode <i>Fuzzy Sugeno</i> dan <i>Mamdani</i>	Hasil informasi yang ditampilkan metode mamdani lebih kompleks. Karena menggunakan banyak variabel. Tingkat akurasi pelatihan 70% dan akurasi pengujian di atas 70% untuk metode mamdani. Perhitungan metode sugeno lebih cepat dan Tingkat akurasi peramalan cuaca metode sugeno diatas 60%.	Perhitungan metode mamdani lebih rumit. Metode Sugeno hanya menggunakan sedikit variabel sehingga tidak membuat keputusan yang lebih akurat. Informasi yang dihasilkan hanya prediksi bukan data real untuk metode sugeno.	Untuk mengetahui prakiraan cuaca di Indonesia.
------------------	---	------------------------------	---	---	--	--