

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang semakin luas menyebabkan semakin sempitnya lahan pertanian karena diubah menjadi perumahan, hal ini berdampak pada produksi pertanian yang semakin berkurang [1]. Di wilayah dengan tingkat kepadatan yang tinggi, berkebun dengan halaman rumah yang luas merupakan hal yang tidak mudah. Lebih lanjut, pada tahun 2019, dari 22 komoditas sayuran terdapat 12 sayuran yang mengalami penurunan, misalnya bawang daun (*Allium fistulosum L*) (-4.59), sawi (*Brassica juncea L*) (-0.29), dan bayam (*Amaranthus caudatus*) (-0.81). Hal tersebut mendorong upaya bercocok tanam untuk konsumsi keluarga di lahan yang terbatas dengan teknik tertentu. Hidroponik merupakan salah satu pilihan bagi masyarakat yang ingin berkebun di lahan yang terbatas [2].

Hidroponik berasal dari kata “*hydro*” yang berarti air dan “*ponos*” yang berarti kerja. Jadi, hidroponik adalah metode bercocok tanam yang menekankan pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, atau secara sederhana, bercocok tanam tanpa menggunakan tanah [3]. Dalam metode hidroponik, air menjadi media utama yang dialirkan terus-menerus langsung ke akar tanaman. Selain air, beberapa parameter perlu diperhatikan, seperti *Potential Hydrogen (pH)*, dan *Part Per Million (ppm)* nutrisi yang terlarut dalam air. Nilai *pH* mempengaruhi proses fotosintesis pada tanaman, sehingga pengendalian *pH* dalam hidroponik sangat penting, biasanya

berkisar antara 5,8 sampai 6,5. Kepekatan nutrisi juga harus dijaga karena tanaman tidak mendapatkan sumber nutrisi dari tanah. Nutrisi harus dikendalikan sesuai jenis tanamannya, karena pemberian nutrisi yang tidak sesuai dapat menyebabkan tanaman mati atau tidak tumbuh dengan baik [4].

Dalam hidroponik, terdapat dua metode utama yang paling sering digunakan, yaitu metode NFT (*Nutrient Film Technique*) dan metode DFT (*Deep Flow Technique*). NFT mengalirkan nutrisi cair setipis film melalui pipa dengan kemiringan tertentu; nutrisi akan ditembakkan langsung ke akar, memungkinkan tanaman tumbuh dengan cepat. Namun, metode ini memiliki kelemahan karena aliran nutrisi harus terus dipompa, jika sumber listrik untuk pompa mati, tanaman dapat cepat mati jika tidak segera ditangani. Berbeda dengan NFT, DFT mengalirkan nutrisi cair dengan ketinggian setengah pipa tanpa adanya kemiringan tertentu. Sehingga ketika listrik mati, tanaman dapat bertahan karena masih adanya genangan nutrisi. Namun, DFT memerlukan pengendalian ketat karena dapat terjadi kegagalan pertumbuhan akibat unsur nutrisi dalam air yang berubah-ubah. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengendalian nutrisi pada hidroponik untuk mencegah masalah tersebut [5].

Green House Cafe Sadamantra, milik Bapak Whisnu Anggavilendra di Desa Sadamantra, Kecamatan Jalaksana, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat, menerapkan metode hidroponik dalam bercocok tanaman di kafenyanya. Kafe ini mengusung tema *green and healthy food*, memungkinkan pengunjung menikmati makanan dari kebun sendiri sambil menyaksikan

tanaman hidroponik. Pengunjung juga dapat membeli sayuran yang ditanam langsung di kafe. Di tempat ini, Bapak Whisnu Anggavilendra memiliki 3 Sistem yang menggunakan metode hidroponik DFT dan 2 Sistem Hidroponik NFT, setiap sistem memiliki luas bervariasi, dengan memiliki 100–150 lubang tanam.

Bapak Wisnu Anggavilendra, sebagai pemilik, menjelaskan bahwa tema ini bertujuan untuk menarik minat anak muda dalam bidang pertanian, khususnya hidroponik, dengan harapan dapat meningkatkan produksi pertanian. Namun, dalam penerapannya, tiga sistem yang menggunakan metode DFT mengalami masalah, yaitu nutrisi dalam air yang tidak stabil sehingga menyebabkan tanaman tidak tumbuh dengan baik. Tanaman tidak tumbuh dengan baik ditandai dengan daun tanaman yang menguning, dan tanaman tidak membesar. Hal ini bisa disebabkan karena metode hidroponik DFT memerlukan penantian yang lebih ketat dibandingkan metode NFT [5]. Masalah ini, jika tidak segera ditangani, dapat merugikan bisnis karena tanaman tidak tumbuh dengan baik dan menjadi kurang menarik bagi pengunjung.

Penelitian ini difokuskan pada pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik melalui penerapan *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan otomatisasi dan kendali jarak jauh melalui perangkat yang terhubung internet. Sistem IoT terdiri dari komponen utama seperti mikrokontroler, sensor, konektivitas, server, manajemen data, dan antarmuka pengguna atau *User Interface* (UI). Implementasi IoT untuk sistem hidroponik

memerlukan alat dan sensor untuk mengumpulkan informasi dari lingkungan tanaman. Data sensor, berupa nilai-nilai yang diolah oleh mikrokontroler. Salah satu metode umum untuk mengolah data dari IoT adalah *Fuzzy Logic Controller* (FLC) yang dapat menangani data tidak pasti atau tidak terstruktur dengan lebih adaptif, memberikan respons cerdas terhadap kondisi lingkungan dan kebutuhan tanaman hidroponik [2].

Fuzzy Logic adalah algoritma yang ditemukan oleh Zadeh dan Mamdani untuk mengatasi ketidakpastian dalam pengendalian. Metode ini berbasis pada teori himpunan *Fuzzy*, dengan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan. Atribut linguistik dan numerik himpunan *Fuzzy* mencakup nama kelompok dan nilai, membantu dalam penalaran logika *Fuzzy*. Penerapan algoritma *Fuzzy Logic* membantu menentukan kondisi tanaman hidroponik, memungkinkan pengguna mengambil tindakan untuk pertumbuhan optimal berdasarkan informasi dari sensor dan data yang diolah oleh mikrokontroler [4].

Berdasarkan uraian latar belakang dan kondisi yang telah dijelaskan, diperlukan penelitian untuk menemukan solusi terhadap pengendalian nutrisi tanaman agar nutrisi bisa stabil. Oleh karena itu, peneliti berupaya merancang serta membangun sistem berbasis IoT yang dapat digunakan untuk mendalikan nutrisi yang diperlukan dalam sistem hidroponik. Dengan demikian, penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Sistem Pengendalian Nutrisi Tanaman Hidroponik Menggunakan Algoritma**

Fuzzy Logic (Studi Kasus: Green House Café Sadamantra)” akan dilakukan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang ada, yaitu:

1. Nutrisi pada tanaman hidroponik tidak stabil yang menyebabkan daun tanaman menguning dan tidak tumbuh dengan baik.
2. Sistem Hidroponik memerlukan pengendalian nutrisi otomatis agar nutrisi bisa terus stabil.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang telah diuraikan pada latar belakang di atas, maka didapatkan sebuah rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana cara mengendalikan nutrisi pada tanaman hidroponik berbasis IoT?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan metode *Fuzzy Mamdani* pada alat pengendali nutrisi pada tanaman hidroponik agar dapat mengatasi ketidakstabilan nutrisi?

1.4 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian berfokus pada pengendalian nutrisi, yaitu nilai *part per million (ppm)* dan nilai pH.

2. Tanaman yang akan digunakan adalah Selada Hijau (*Lactuca sativa*) yang sudah memiliki ketinggian lebih dari 5 cm, ditanam pada sistem DFT dengan luasan sekitar 150 lubang.
3. Algoritma yang digunakan yaitu *Fuzzy Mamdani* untuk penentuan pemberian nutrisi.
4. Alat yang digunakan menggunakan NodeMCU ESP8266 dan beberapa sensor, yaitu: Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) untuk mengukur kadar ppm nutrisi dalam air, Sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air, dan pompa air untuk merespons pemberian nutrisi ke dalam air.
5. Sistem akan berbasis online.
6. Sistem operasi perangkat mobile dengan minimum versi 7.0.
7. Hak Akses Petani yaitu :
 - Mengaktifkan dan menonaktifkan aplikasi pengatur nutrisi tanaman.
 - Melihat informasi mengenai nutrisi pada tanaman hidroponik

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan mendesain model pengendalian nutrisi untuk tanaman hidroponik.
2. Membangun sistem pengendalian nutrisi tanaman hidroponik dengan algoritma *Fuzzy* agar nutrisi bisa stabil.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin didapat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis:
 - a. Menggambarkan sistem IoT dengan metode *Fuzzy logic* dalam pengendalian Nutrisi pada tanaman Hidroponik.
 - b. Mampu menghasilkan metode pengendalian nutrisi tanaman hidroponik yang efektif dan efisien.
 - Efektif : Dapat mengatasi perubahan nutrisi dengan cepat, sehingga nutrisi bisa tetap terjaga dengan stabil.
 - Efisien : Dengan adanya alat ini, petani tidak perlu memeriksa setiap tandon hidroponik secara manual karena sudah ter-otomatisasi.
 - c. Memberikan pemahaman tentang bagaimana IoT dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keamanan pangan petani hidroponik.
2. Manfaat praktis:
 - a. Memudahkan petani untuk mengendalikan nutrisi pada tanaman hidroponik agar tanaman bisa tumbuh dengan optimal.
 - b. Petani bisa mengetahui nilai nutrisi tanaman secara detail.

1.7 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka pertanyaan penelitian ini yaitu:

1. Apakah dapat membangun IoT untuk pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik?
2. Apakah metode *Fuzzy Mamdani* dapat diimplementasikan pada pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik?

1.8 Hipotesis Penelitian

Adapun Hipotesis dari penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan pada tanaman hidroponik. Dengan demikian, ketika terjadi perubahan dalam ketersediaan nutrisi, baik itu kekurangan atau kelebihan, sistem akan secara cepat mengembalikannya ke kondisi normal.
2. Metode *Fuzzy Mamdani* diharapkan bisa diterapkan dengan baik dalam pengendalian nutrisi pada tanaman hidroponik.

1.9 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan peneliti meliputi beberapa metode, yaitu metode pengumpulan data dan metode pengembangan sistem.

Pembahasan metode-metode tersebut adalah:

1.9.1 Metode Pengumpulan Data

Dalam metode ini, membahas tentang cara memperoleh data yang akan dibutuhkan untuk penelitian, maka digunakan beberapa metode yaitu: Studi Pustaka, Observasi, dan Wawancara. Mengenai

apa yang dimaksud dari metode-metode tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan dengan menggunakan sumber-sumber seperti buku, jurnal, dan internet. Studi literatur ini berguna untuk mengetahui landasan teori, pengetahuan, dan informasi pada penelitian ini, yaitu jurnal referensi yang sesuai dengan judul penelitian.

2. Observasi

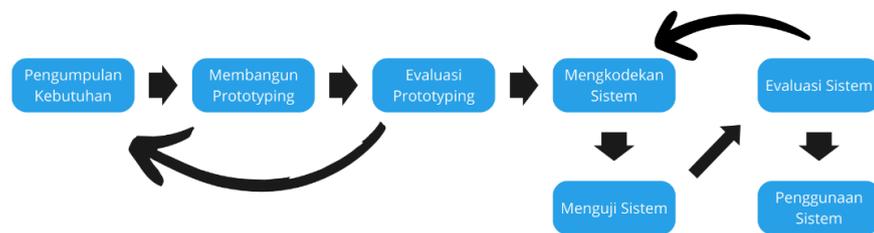
Pada metode observasi ini, peneliti melakukan observasi ke Green House yang dimiliki Bapak Whisnu Anggavilendra yang terletak di Desa Sadamantra, Kecamatan Jalaksana, Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. Dalam observasi ini, peneliti memperhatikan metode hidroponik yang digunakan, jenis tanaman, dan cara perawatan hidroponik yang dilakukan di tempat tersebut.

3. Metode Wawancara

Wawancara dilakukan kepada Bapak Whisnu Anggavilendra selaku pemilik dari Green House Café Sadamantra. Dalam wawancara ini, peneliti mencari permasalahan yang dialami selama bertani hidroponik.

1.9.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah pada penelitian ini adalah Metode *Prototype*. Metode *Prototype* adalah metode pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan adanya interaksi antara pengembangan sistem dengan pengguna sistem, sehingga dapat mengatasi ketidakserasian antara pengembangan dan pengguna. Adapun model pengembangan *prototype* pada gambar 1.1.



Gambar 1.1 metode Pengembangan Prototype [6]

Pada Gambar 1.1 di atas, terdapat tahapan mengenai Metode Pengembangan Sistem *Prototype*. Penjelasan mengenai tahapan dari pengembangan *Prototype* adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Kebutuhan

Langkah pertama dalam tahapan metode *Prototype* adalah mendefinisikan format dan kebutuhan keseluruhan perangkat lunak, serta merumuskan garis besar sistem yang akan dibuat. Berdasarkan hasil wawancara dan observasi, penelitian ini membutuhkan sistem pengendalian nutrisi dengan penerapan IoT. Data yang diperlukan adalah nilai ppm dan pH dalam air.

Selanjutnya, respon yang akan diberikan adalah pemberian nutrisi melalui pompa berdasarkan perhitungan menggunakan *Fuzzy Logic*.

2. Membangun *Prototyping*

Langkah selanjutnya membangun *prototyping* dengan membuat perancangan sementara yang berpusat pada penggunaannya. Dalam membangun perancangan sistem, peneliti akan menggunakan *Unified Modelling Language* (UML). UML digunakan karena memiliki keunggulan dalam memvisualisasikan alur kerja sehingga mudah dimengerti [7].

3. Evaluasi *Prototyping*

Prototyping yang dibangun dengan perancangan sementara akan dievaluasi oleh pengguna. Jika sesuai, maka langkah selanjutnya bisa dijalankan. Sebaliknya, jika tidak, maka *prototyping* diperbaiki dengan mengulang Langkah 1 sampai 3.

4. Mengodekan Sistem

Tahap selanjutnya membangun sistem mulai dari hardware, yaitu perangkat IoT. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan software atau program untuk pengendalian nutrisi untuk tanaman hidroponik.

5. Menguji Sistem

Setelah selesai dibangun, sistem akan diuji menggunakan Pengujian Fungsional. Pengujian fungsional bertujuan untuk

memeriksa apakah sistem dapat menjalankan fungsi-fungsi yang telah ditentukan sesuai dengan spesifikasi fungsional yang telah ditetapkan.

6. Evaluasi Sistem.

Mengevaluasi semua langkah yang telah dilakukan. Apakah sudah sesuai dengan kebutuhan atau masih memerlukan revisi. Jika belum memenuhi standar atau masih diperlukan perbaikan, dapat kembali ke tahap 1 dan 2 untuk melakukan perbaikan.

7. Menggunakan Sistem

Perangkat lunak yang telah diuji dan diterima pengguna siap untuk dijalankan.

1.9.3 Metode Penyelesaian Masalah

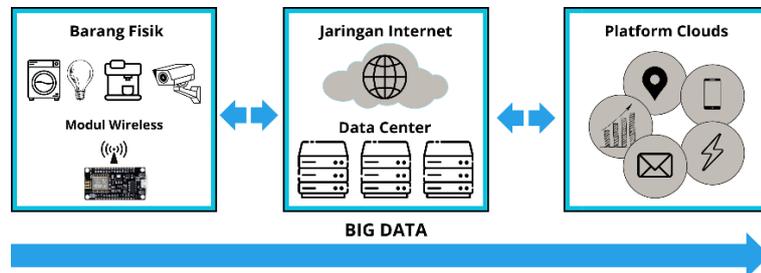
Metode penyelesaian masalah yang digunakan peneliti dalam penelitian ini adalah dengan IoT dan Metode *Fuzzy Mamdani*.

1. *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep atau program dimana sebuah objek memiliki kemampuan untuk mentransmisikan atau mengirimkan data melalui jaringan tanpa menggunakan bantuan perangkat komputer dan manusia [8].

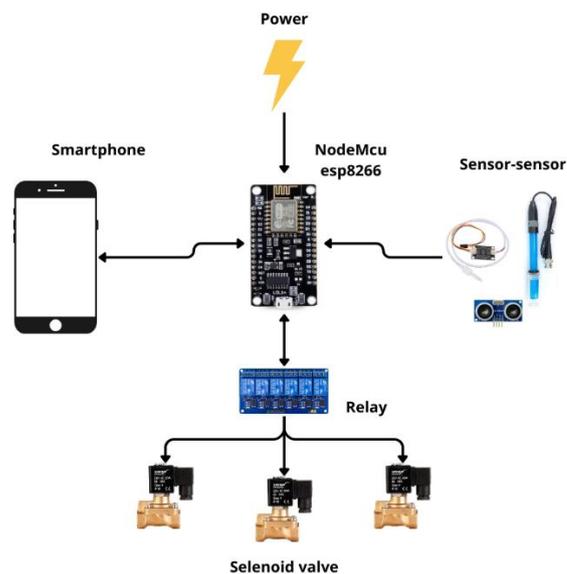
Konsep dalam IoT mencakup 3 elemen utama, yaitu: benda nyata atau benda fisik yang telah diintegrasikan dengan modul sensor, koneksi internet, dan sebuah server untuk menyimpan data atau informasi yang diperoleh dari aplikasi. Data ini lah

yang biasanya akan diolah dan dimanfaatkan untuk kepentingannya masing-masing [9].



Gambar 1.2 Konsep IoT [9]

Dalam penelitian ini, akan menggunakan konsep ini untuk menyelesaikan masalah yang terjadi di Green House Café Sadamantra. Gambar 1.3 adalah Kerangka IoT yang akan dibuat.

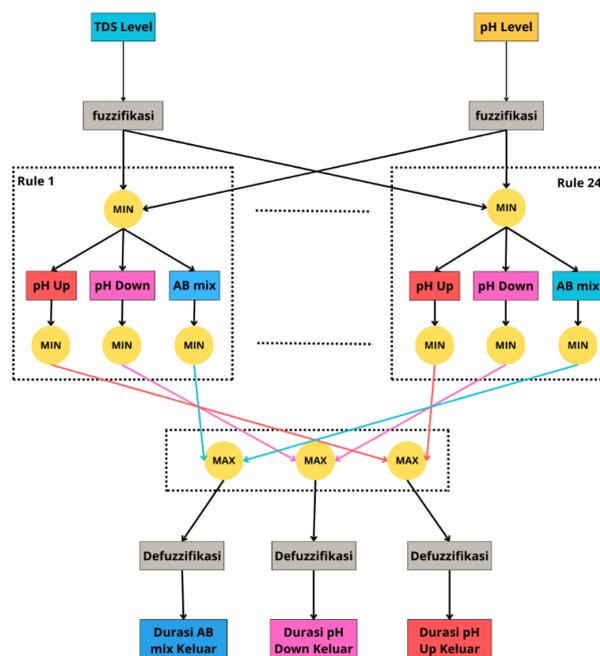


Gambar 1.3 Kerangka Sistem IoT yang akan dibangun

Berdasarkan Gambar 1.3, peneliti akan menggunakan NodeMCU ESP8266, Relay, Sensor pH, dan TDS, serta pompa air. NodeMCU ESP8266 dipilih untuk penerapan IoT karena kemampuan *Wi-Fi* terintegrasi, ukuran yang kecil, harga yang

terjangkau, dukungan komunitas yang luas, fleksibilitas dalam pengembangan perangkat lunak, dan kemampuan yang memadai untuk menangani pemrosesan data dalam proyek IoT. Sensor-sensor tersebut akan membaca kondisi lingkungan sekitar objek, termasuk kandungan nutrisi dan pH dalam air. Data yang terbaca oleh sensor akan dikirimkan ke NodeMCU ESP8266 melalui sinyal. NodeMCU ESP8266 kemudian akan mengolah data tersebut untuk menghasilkan informasi dan memberikan respon yang sesuai. Terakhir, pompa air akan menerima respon tersebut dengan memberikan nutrisi pada air yang digunakan untuk tanaman hidroponik.

2. Metode *Fuzzy* Mamdani



Gambar 1.4 Arsitektur Metode Mamdani[10]

Metode *Fuzzy Mamdani* pada awalnya diperkenalkan sebagai metode untuk mengembangkan sistem kendali dengan menyintesis seperangkat aturan kendali linguistik yang diperoleh dari operator manusia yang berpengalaman [10]. *Fuzzy Mamdani* dipilih untuk mengendalikan nutrisi pada tanaman hidroponik karena kemampuannya menangani ketidakpastian, sistem *Multiple-Input Multiple-Output* (MIMO), interpretasi yang mudah, dan keakuratan. Ini membuatnya menjadi pilihan yang efektif untuk mengatasi kompleksitas lingkungan pertanian hidroponik dan memastikan kesuksesan pertanian dalam kondisi yang berubah-ubah [10]. Pada Mamdani, keluaran dari setiap aturan berupa himpunan *Fuzzy*. Berikut adalah tahapannya :

a. Pembentukan Himpunan *Fuzzy* (*Fuzzifikasi*)

Fuzzifikasi adalah tahap awal dalam metode *Fuzzy* yang bertanggung jawab untuk mengambil nilai-nilai input dalam bentuk crisp dan menentukan tingkat keanggotaan dari setiap nilai input sehingga dapat dikelompokkan ke dalam himpunan *Fuzzy* yang sesuai. Nilai-nilai input yang semula bersifat crisp akan diubah menjadi nilai-nilai *Fuzzy* agar dapat disesuaikan dengan himpunan *Fuzzy* yang telah ditentukan. Pada penelitian ini, nilai input yang digunakan yaitu nilai pH dan nilai *TDS* yang diambil dari sensor yang

dimasukan ke dalam air nutrisi hidroponik. Rumus untuk menentukan nilai *Fuzzy* yaitu :

$$1) \frac{(x-a)}{(b-a)}, a \leq x \leq b$$

$$2) \frac{(c-x)}{(c-b)}, b \leq x \leq c$$

b. Aplikasi Fungsi implikasi dan komposisi aturan

Setelah tahap Fuzzifikasi selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan aturan *Fuzzy*. Dari aturan *Fuzzy* tersebut, operasi logika dan implikasinya dieksekusi. Data yang telah diperoleh dari Fuzzifikasi sebelumnya akan diaplikasikan ke dalam bagian antecedent dan kemudian diimplikasikan. Fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi min. Keluaran dari setiap aturan IF THEN digabungkan menjadi satu himpunan *Fuzzy*. Metode agregasi yang diterapkan menggunakan fungsi max untuk seluruh keluaran aturan IF THEN. Penggunaan fungsi min pada implikasi dan fungsi max pada agregasi dalam metode Mamdani juga dikenal sebagai metode inferensi min-max. Metode defuzzifikasi yang digunakan untuk memetakan besaran himpunan *Fuzzy* ke dalam bilangan numerik adalah metode pusat gravitasi, yang juga dikenal dengan nama metode centroid.

c. Defuzzifikasi

Langkah terakhir dalam suatu sistem logika *Fuzzy* dengan tujuannya mengonversi setiap hasil dari *inference engine* yang diekspresikan dalam bentuk *Fuzzy set* ke suatu bilangan real. Hasil konversi tersebut merupakan aksi yang diambil oleh sistem kendali logika *Fuzzy*. Rumusnya yaitu :

$$\text{defuzzifikasi} = \frac{\sum i(\mu_i \times x_i)}{\sum i\mu_i}$$

1.10 Jadwal Penelitian

Peneliti Menyusun jadwal kegiatan penelitian yang akan dilaksanakan dan dapat dilihat pada tabel 1.1

Tabel 1.1 Jadwal Kegiatan Penelitian

	Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Analisis Masalah	■	■	■	■																				
Proposal					■	■	■	■	■															
Analisis Kebutuhan					■	■	■	■	■															
Membangun Prototyping									■	■	■	■	■											
Evaluasi Prototyping													■											
Pengkodean Sistem														■	■	■	■							
Pengujian																	■	■						
Evaluasi Sistem																	■	■						
Sidang SHP																			■	■				
Sidang Akhir																					■	■	■	■

1.11 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dengan judul “Rancang Bangun Sistem Pengendalian Nutrisi Menggunakan Algoritma *Fuzzy Logic*”. Disusun guna memberikan gambaran umum tentang penelitian yang dilakukan. Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab Pendahuluan berisi latar belakang, identifikasi masalah rumusan masalah, Batasan masalah, tujuan, manfaat, pertanyaan penelitian , dan metodologi penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORITIS

Bab ini berisi tentang definisi ilmu yang diambil dari buku atau sumber lainnya yang berkaitan dengan penyusunan penelitian ini.

BAB III : ANALISA DAN PERANCANGAN

Bab ini berisi tentang analisis sistem, perancangan sistem, serta perancangan antarmuka yang dibuat.

BAB IV : IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

Bab ini berisi tentang implementasi setiap prosedur pada bab sebelumnya ke dalam bentuk Bahasa pemrograman serta melakukan pengujian pada penelitian yang dilakukan

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran yang diberikan sebagai tindak lanjut yang diperlukan di masa yang akan datang.