

Implementasi Alarm Kebakaran Otomatis Berbasis (IOT) *Internet Of Things* Menggunakan Metode *Fuzzy Logic* Pada Ruang *Server Jaringan* (Studi Kasus : YBY. Net)

Irgi Fahlevi¹, Maulana Ardhiansyah²

Teknik Informatika, Universitas Pamulang

Email : irgifahlevi5@gmail.com¹, maulana1402@gmail.com²

Abstract

YBY. Net is an Internet Service Provider (ISP) that offers broadband internet services using a Fiber Optic cable network connection conductor. YBY. Net was founded in 2021 aiming to make it easier for people to have internet access at home to support business needs and daily needs. Currently YBY network server room. Net does not yet have a fire detection and early warning system, it requires a system that can be used by administrators in creating a space for servers from fire hazards in real-time so that it helps larger fires. The purpose of this research is to make an internet of things-based automatic fire tool. It is hoped that this tool can help administrators in unifying server room conditions from fire hazards. This study uses the fuzzy logic method as a method for fire alarm control systems, the fuzzy logic method has several stages, namely fuzzification, inference, and defuzzification. The system testing method used in this research is black box and the development method used in this research is the prototype method. Based on and testing the system, it can be said that an internet of things-based automatic fire alarm tool can assist administrators in unifying the server room from fire hazards. If there is a significant increase in temperature, there is a fire, and there is a fire that exceeds the normal limit, then the administrator can know quickly to take appropriate action so that the fire process can be triggered as early as possible.

Keywords: Internet of Things, Black Box, Fuzzy Logic, Prototype.

Abstrak

YBY. Net adalah salah satu penyedia layanan *Internet Service Provider* (ISP) yang menawarkan layanan *internet broadband* menggunakan penghantar koneksi jaringan kabel *Fiber Optic*. YBY. Net didirikan pada tahun 2021 bertujuan untuk memudahkan masyarakat dalam memiliki akses *internet* di rumah dalam menunjang kebutuhan bisnis dan kebutuhan sehari-hari. Saat ini ruang *server jaringan* YBY. Net belum memiliki sistem pendeteksi dan peringatan dini kebakaran, untuk itu diperlukan suatu sistem yang dapat membantu administrator dalam memantau keadaan ruang *server* dari bahaya kebakaran secara *real-time* sehingga kebakaran yang lebih besar dapat dicegah. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk membuat alat alarm kebakaran otomatis berbasis *internet of things*. Diharapkan dengan adanya alat ini dapat membantu administrator dalam memantau kondisi ruang *server* dari bahaya kebakaran. Penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* sebagai metode untuk sistem kontrol alarm kebakaran, metode *fuzzy logic* memiliki beberapa tahapan yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Metode pengujian sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah *black box* dan metode pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode *prototype*. Berdasarkan implementasi dan pengujian sistem dapat dikatakan bahwa alat alarm kebakaran otomatis berbasis *internet of things* dapat membantu administrator dalam memantau keadaan ruang *server* dari bahaya kebakaran. Apabila terjadi peningkatan suhu yang signifikan, adanya nyala api, dan adanya asap yang melebihi batas normal, maka administrator dapat mengetahui dengan cepat untuk mengambil tindakan yang tepat sehingga proses terjadinya kebakaran dapat dicegah sedini mungkin.

Kata Kunci: Internet of Things, Black Box, Fuzzy Logic, Prototype.

PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang terus berkembang mendorong manusia untuk membuat suatu yang bermanfaat dan berguna untuk melindungi dirinya sendiri ataupun orang lain dari sesuatu yang membahayakan. Salah satunya dari bahaya kebakaran, karena peristiwa kebakaran dapat terjadi dimana saja dan kapan saja. Dengan membuat sistem *early warning* kebakaran, diharapkan mampu untuk menghindari kerugian moril maupun non moril. Musibah kebakaran pada umumnya disebabkan oleh berbagai macam faktor seperti hubungan arus pendek listrik, kelalaian manusa,

keadaan alam, dan masih banyak faktor lainnya yang dapat menyebabkan kebakaran terjadi.

Baik lahan maupun bangunan tentunya memiliki potensi terjadinya suatu kebakaran jika material bangunan tersebut terdapat bahan-bahan yang mudah terbakar. Hal ini mengarah akan pentingnya menjaga ruang *server* dari bahaya kebakaran yang dapat berakibat fatal bagi operasional sistem sehari-hari. Untuk menjaga ruang *server* tetap beroperasi dengan baik tentunya diperlukan beberapa usaha pemeliharaan dan pengamanan yang memadai salah satunya melakukan pemantauan ruang *server* dari bahaya kebakaran. Sebuah ruang *server* harus memiliki standar keamanan yang dapat melindungi perangkat-perangkat di dalamnya.

YBY. Net merupakan penyedia layanan *Internet Service Provider* (ISP) yang menawarkan layanan *internet broadband* menggunakan penghantar koneksi jaringan kabel *fiber optic*. YBY. Net memiliki *network server room* yang digunakan untuk menyimpan perangkat jaringan dan perangkat lainnya yang terkait dengan operasional sistem sehari-hari. Pada saat ini ruang *server* YBY. Net belum memiliki sistem yang dapat mendeteksi gejala dini dari musibah kebakaran, mengingat akan pentingnya menjaga ruang *server* jaringan agar tetap aman karena merupakan aset penting yang harus dilindungi dan jaga dengan baik. Ruang *server* tentunya memiliki potensi terjadinya kebakaran dikarenakan terdapat bahan-bahan yang mudah terbakar dan kabel yang memiliki aliran listrik, hal ini dapat dengan mudah menimbulkan terjadinya hubungan arus pendek listrik yang menyebabkan percikan api ataupun asap yang dapat memicu terjadinya suatu kebakaran.

Tidak adanya informasi peringatan dini kebakaran dikarenakan administrator sedang tidak melakukan pemantauan ruang *server* jaringan, akan menimbulkan dampak dan kerugian yang ditimbulkan menjadi sangat besar apabila kebakaran sudah terjadi dan terlanjur membesar. Administrator selaku pengelola dan penanggung jawab ruang *server* jaringan memegang peran yang cukup besar dalam melakukan pemantauan ruang *server*, karena administrator harus berada di dalam lingkungan ruang *server* secara terus-menerus. Hal ini menimbulkan ketidakefisienan waktu terutama bagi administrator dalam menjaga keadaan ruang *server* dari musibah kebakaran karena waktu kerja yang terbatas.

Berdasarkan permasalahan yang terjadi pada ruang *server* jaringan YBY. Net maka dibutuhkannya suatu alat alarm kebakaran otomatis dengan menerapkan *internet of things* dan menggunakan metode *fuzzy logic* sebagai kontrol alarm sehingga dapat memberikan kemudahan administrator dalam mengetahui keadaan ruang *server* dari bahaya kebakaran dengan menggunakan *internet* sebagai medianya.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Kebakaran

Teori dasar kebakaran yaitu suatu teori yang menggambarkan proses terjadinya suatu peristiwa kebakaran.

2.1.1 Definisi Api

Api menurut *National Fire Protection Association* (NFPA) adalah suatu masa zat yang berpijar yang dihasilkan dalam proses kimia oksidasi yang berlangsung dengan cepat disertai dengan pelepasan energi panas. Api didefinisikan sebagai suatu peristiwa atau reaksi kimia eksotermik yang disertai panas atau kalor, cahaya, asap dan gas dari bahan yang terbakar. Umumnya api dapat terbentuk dengan bantuan oksigen (udara mengandung 20,9% oksigen), benda- benda yang terbakar (*combustible*), dan sumber panas atau nyala bisa didapat dari mesin, listrik dan lain-lain (Destiarini & Kumara, 2019).

2.1.2 Definisi Kebakaran

Kebakaran merupakan suatu reaksi oksidasi eksotermis yang berlangsung cepat dari suatu bahan yang disertai dengan timbulnya nyala api atau penyalaaan. Menurut NFPA (*National Fire Protection Association*) kebakaran adalah suatu peristiwa oksidasi yang melibatkan tiga unsur yang harus ada yaitu bahan bakar, oksigen, dan sumber panas yang yang dapat menimbulkan kerugian, baik kerugian materi berupa harta benda, bangunan fisik, asuransi, fasilitas sarana dan prasarana, dan lain-lain) maupun kerugian non materi (rasa takut, *shock*, ketakutan, dan lain-lain) hingga kehilangan nyawa atau cacat tubuh yang ditimbulkan akibat musibah kebakaran tersebut (Sanjoto et al., 2019).

2.1.3 Faktor Penyebab Terjadinya Kebakaran

Terjadinya kebakaran tidak secara tiba-tiba melainkan ada beberapa pemicu terjadinya nyala api sehingga menjadi sebuah kebakaran (Sanjoto et al., 2019). Unsur pembentukan api ada tiga macam yaitu:

1. Bahan bakar (*fuel*). Bahan yang mudah terbakar baik padat (kayu, kertas, plastik, kulit), cair (bensin, minyak tanah, cat, alkohol) atau gas (gas alam, asetilen, propan, butan).
2. Sumber panas (*heat*). Sumber panas yang memicu timbulnya api karena adanya kenaikan suhu yang mencapai suhu pembakaran. Contoh sumber panas adalah: api terbuka, sinar matahari, kompresi, energi mekanik, dan listrik.
3. Oksigen kandungan kadar (O₂) ditentukan dengan presentasi (%), makin besar kadar oksigen maka api akan menyala makin hebat, sedangkan pada kadar oksigen kurang dari 12 % tidakakan terjadi pembakaran api. Dalam keadaan normal kadar oksigen diudara bebas berkisar 21 %, apabila salah satu unsur tersebut tidak seimbang maka akan timbul nyala api.

2.2 Definisi *Internet Of Things*

Internet of things (IoT) adalah suatu konsep dimana objek tertentu punya kemampuan untuk mentransfer data lewat jaringan tanpa memerlukan adanya interaksi dari manusia ke manusia ataupun dari manusia ke perangkat komputer. Pada sistem pengiriman data *Internet of Things* umumnya digunakan sebuah *cloud* sebagai penyimpanan data. *Internet of Things* juga merupakan sebuah teknologi yang dapat memungkinkan terjadinya pengendalian, komunikasi dan kerjasama dengan perangkat keras atau *hardware* melalui suatu jaringan *internet*. IoT menggunakan bahasa pemrograman tingkat rendah yang hanya dimengerti oleh mesin, bentuk komunikasinya yaitu dapat di kendalikan dari jarak jauh karena terhubung dengan jaringan komputer atau *internet* (Fatimah et al., n.d.).

2.3 Definisi *Fuzzy Logic*

Logika *fuzzy* diperkenalkan pertama kali pada tahun 1965 oleh Prof Lutfi A. Zadeh seorang peneliti di Universitas California di Barkley dalam bidang ilmu komputer. Professor Zadeh beranggapan logika benar salah tidak dapat mewakili setiap pemikiran manusia, kemudian dikembangkanlah logika *fuzzy* yang dapat mempresentasikan setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Dalam logika *fuzzy*, keanggotaan elemen berada di interval $[0, 1]$. Sebagai contohnya yaitu suatu dimensi temperatur ruangan bisa diekspresikan dalam teori logika *fuzzy* dengan perkataan dingin, normal, maupun panas. Logika *fuzzy* (logika samar) merupakan logika yang berhadapan langsung dengan konsep kebenaran sebagian. Dimana logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam *binary* 0 atau 1. Logika *fuzzy* memungkinkan nilai ke anggotaan antara 0 dan 1 (Fitriani et al., 2018).

2.4 Teknologi Yang Digunakan

Teknologi yang digunakan dalam merancang sistem alarm kebakaran otomatis diantaranya:

2.4.1 NodeMCU ESP8266

NodeMCU ESP8266 adalah chip terintegrasi yang dirancang untuk menghubungkan mikrokontroler dengan *internet* melalui *Wi-Fi*. NodeMCU ESP8266 menawarkan solusi jaringan *Wi-Fi* yang lengkap dan mandiri, yang memungkinkan untuk menjadi *host* ataupun sebagai *Wi-Fi client*. ESP8266 memiliki kemampuan pengolahan dan penyimpanan *on-board* yang kuat, yang memungkinkannya untuk diintegrasikan dengan sensor dan aplikasi perangkat khusus lain melalui GPIOs dengan pengembangan yang mudah serta waktu *loading* yang minimal. Tingkat integrasinya yang tinggi memungkinkan untuk meminimalkan kebutuhan sirkuit eksternal, termasuk modul *front-end*, dirancang untuk mengisi daerah PCB yang minimal (Fatimah et al., n.d.).

2.4.2 *Flame Sensor*

Sensor api adalah sensor yang ditujukan untuk mendeteksi api dan radiasi. Sensor ini juga dapat digunakan untuk mendeteksi sumber cahaya dengan panjang gelombang dalam jangkauan

760 nm hingga 1100 nm. Besar sudut pembacaan pada 60° . Secara singkat kerja sensor ini yaitu dengan mengidentifikasi atau mendeteksi nyala api dengan menggunakan metode optik. Pada sensor ini menggunakan transduser yang berupa infrared sebagai sensing sensor. Transduser ini digunakan untuk mendeteksi akan penyerapan cahaya pada panjang gelombang tertentu, sehingga alat ini mampu membedakan antara spektrum cahaya pada api dengan spektrum cahaya lainnya seperti spektrum cahaya lampu (Mulyono et al., 2021).

2.4.3 Sensor MQ2

Sensor MQ2 merupakan sensor yang biasanya digunakan untuk mengetahui kualitas udara atau untuk mengetahui kandungan yang terjadi dalam udara. Sensor MQ2 tersebut terbuat dari bahan peka gas yaitu SnO₂. MQ-2 adalah komponen elektronika untuk mendeteksi kadar gas hidrokarbon seperti iso butana (C₄H₁₀ / *isobutane*), propana (C₃H₈ / *propane*), metana (CH₄ / *methane*), etanol (*ethanol alcohol*, CH₃CH₂OH), hidrogen (H₂ / *hydrogen*), asap (*smoke*), dan LPG (*liquid petroleum gas*). Sensor gas asap MQ2 mendeteksi gas yang mudah terbakar di udara serta asap dan *output* membaca sebagai tegangan analog. Secara umum sensor didefinisikan sebagai alat yang mampu menangkap fenomena fisika atau kimia kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik atau tegangan. Sensor asap MQ2 adalah sensor yang digunakan untuk mengetahui baik buruknya kualitas udara dan kandungan yang ada di udara (Noorfirdaus et al., 2020).

2.4.4 Sensor Suhu DHT 11

Sensor DHT11 adalah sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban udara. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam *one time-programable* (OTP) program *memory*, sehingga ketika *internal* sensor mendeteksi sesuatu, maka *module* ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, dengan spesifikasi *Supply Voltage*: +5 V, *Temperature range* : 0-50 °C *error of* ± 2 °C, *Humidity* : 20-90% RH ± 5 % RH *error*. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan perubahan kapasitif perubahan posisi bahan dielektrik diantara kedua keping, pergeseran posisi salah satu keping dan luas keping yang berhadapan langsung (Budi & Pramudya, 2017).

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif merupakan suatu metode dalam suatu objek yang mengemukakan masalah dengan mengumpulkan data-data yang disajikan untuk menggambarkan suatu objek penelitian dan mengambil kesimpulan

yang dilakukan. Jenis penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sumber data primer dengan cara melakukan peninjauan langsung pada objek untuk mendapatkan data primer serta keterangan yang dikumpulkan dengan cara:

1. Observasi

Observasi dilakukan pada pihak-pihak yang terkait guna mendapatkan data secara umum dengan melihat langsung dan mengamati.

2. Wawancara

Melakukan tanya jawab pada pihak yang berkepentingan serta mengumpulkan data-data yang dibutuhkan.

3. Studi Literatur

Pada proses ini, penulis mengumpulkan referensi yang diambil dari berbagai literatur yang berkaitan dengan judul penelitian ini.

3.2 Metode Pengembangan

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode pengembangan *prototype*. Model *prototype* merupakan salah satu metode pengembangan yang banyak digunakan dalam suatu pengembangan sistem, model ini sendiri merupakan sebuah konstruksi melalui parameter spesifik yang diukur baik dalam struktur, isi, bentuk, jumlah, dan makna dari segala keterbatasan. Secara umum model *prototype* merupakan proses *iterative* dalam sistem dimana kebutuhan atau requirement diubah ke dalam sistem yang berkerja secara terus-menerus diperbaiki melalui kerjasama antara pengguna dan analis (Zailani et al., 2020). Langkah-langkah yang digunakan antara lain yaitu:

1. Mengidentifikasi Pengguna

Pada tahap ini melakukan wawancara kepada calon user yang nantinya akan menggunakan sistem yang telah dirancang.

2. Pengembangan *Prototype*

Membangun *prototype* dengan membuat perancangan sementara yang berfokus pada penyajian input dan output.

3. Menentukan Apakah *Prototype* Dapat Diterima

Pada tahap ini yaitu melakukan evaluasi terhadap sistem yang sudah selesai dibuat.

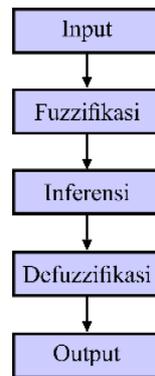
4. Menggunakan *Prototype*

Pada tahap ini merupakan tahap akhir, apabila *prototype* telah diuji dan diterima oleh *user*, maka sistem sudah siap untuk digunakan.

3.3 Metode Analisis

Pada metode analisis peneliti menggunakan metode *fuzzy logic*. Metode ini merupakan cabang ilmu *artificial intelligence* suatu pengetahuan yang membuat komputer dapat meniru kecerdasan

manusia sehingga diharapkan komputer dapat melakukan hal-hal yang dikerjakan manusia. Logika *fuzzy* dapat mempresentasikan setiap keadaan atau mewakili pemikiran manusia. Logika *fuzzy* merupakan logika samar umumnya diterapkan pada masalah-masalah yang mengandung unsur ketidakpastian, ketidaktepatan, *noisy*, dan lain sebagainya. *Fuzzy logic* menjembatani bahasa mesin yang presisi dengan bahasa manusia yang menekankan pada makna atau arti signifikan.



Gambar 1 Tahapan Metode *Fuzzy Logic*

Terdapat beberapa langkah pembentukan himpunan *fuzzy* sebagai berikut:

1. Fuzzifikasi

Tahap ini merupakan proses untuk mengubah masukan dari bentuk *crisp* atau tegas menjadi *fuzzy* dalam bentuk himpunan-himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaannya masing-masing.

2. Inferensi

Tahap inferensi merupakan sebagai acuan untuk menjelaskan hubungan antara variabel yang diproses dan yang dihasilkan dalam bentuk *fuzzy*.

3. Defuzzifikasi

Pada tahap ini merupakan perubahan variabel berbentuk *fuzzy* menjadi data-data pasti yang dikirimkan menjadi nilai *output*.

3.4 Metode Pengujian

Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *black box*. Tujuan dari pengujian *black box* untuk menemukan kesalahan pada fungsi pada program atau alat yang telah dibuat dan memastikan sistem alarm kebakaran otomatis berjalan dengan sebagaimana mestinya. *Black box testing* digunakan untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa memperhatikan logika dan proses yang dilakukan perangkat, sehingga pengujian ini difokuskan pada nilai masukan dan keluaran dari sistem dengan memberikan nilai yang salah maupun benar. Pengujian dimaksudkan untuk mengetahui apakah fungsi-fungsi keluaran dari alat sudah berjalan sesuai keinginan peneliti atau masih ada

kesalahan-kesalahan (Cholifah et al., 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, peneliti mengimplementasikan metode *fuzzy* mamdani untuk menentukan status kondisi ruang *server* jaringan dan sebagai kontrol alarm yang terdapat 2 *input* dan 1 *output*.

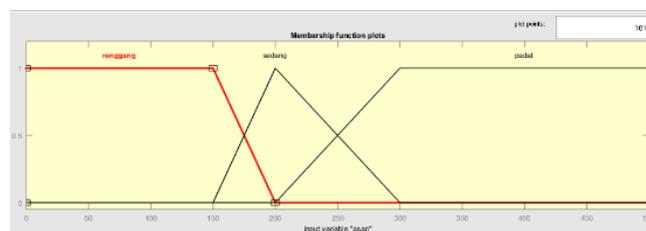
4.1 Fuzzifikasi

Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan studi literatur yang telah dilakukan pada ruang *server* jaringan maka didapatkan sebuah data *input* himpunan keanggotaan sensor asap dan sensor suhu serta himpunan *output* keputusan normal, waspada, dan berbahaya. Kemudian dibentuk pernyataan variabel linguistik seperti disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1 Himpunan Keanggotaan Asap

Assap (ppm)	Variabel Linguistik
0-200	Renggang
150- 300	Sedang
200-500	Padat

Pada Tabel 1 maka grafik yang menunjukkan hubungan dari ketiga variabel linguistik yang dibuat pada aplikasi matlab dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Himpunan Keanggotaan Asap

Adapun persamaan fungsi keanggotaan dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut:

$$Renggang(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 150 \\ \frac{200 - x}{200 - 150} & , 150 \leq x \leq 200 \\ 0 & , x \geq 200 \end{cases}$$

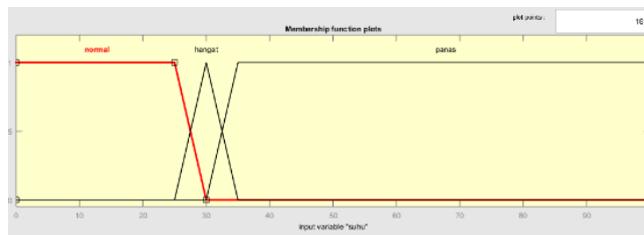
$$Sedang(x) = \begin{cases} \frac{x - 150}{200 - 150} ; & 0, x \leq 150 \text{ atau } x \geq 300 \\ & ,150 \leq x \leq 200 \\ \frac{300 - x}{300 - 200} ; & ,200 \leq x \leq 300 \end{cases}$$

$$Padat(x) = \begin{cases} \frac{x - 200}{300 - 200} ; & 0, x \leq 200 \\ & ,200 \leq x \leq 300 \\ 1 & ,x \geq 300 \end{cases}$$

Tabel 2 Himpunan Keanggotaan Suhu

Suhu (°C)	Variabel Linguistik
0-30	Normal
25- 35	Hangat
30-100	Panas

Pada Tabel 2 maka grafik yang menunjukkan hubungan dari ketiga variabel linguistik yang dibuat pada aplikasi matlab dapat dilihat pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3 Himpunan Keanggotaan Suhu

Adapun persamaan fungsi keanggotaan dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut:

$$Normal(x) = \begin{cases} \frac{30 - x}{30 - 25} ; & 1, x \leq 25 \\ & ,25 \leq x \leq 30 \\ 0 & ,x \geq 30 \end{cases}$$

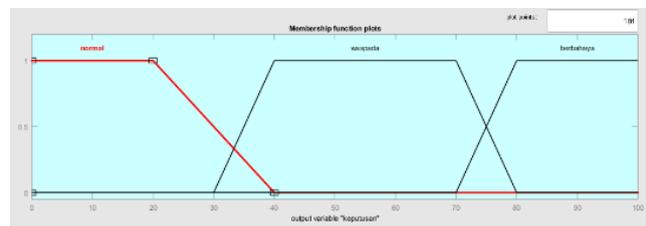
$$Hangat(x) = \begin{cases} \frac{x - 25}{30 - 25} ; & 0, x \leq 25 \text{ atau } x \geq 35 \\ & ,25 \leq x \leq 30 \\ \frac{35 - x}{30 - 30} ; & ,30 \leq x \leq 35 \end{cases}$$

$$Panas(x) = \begin{cases} \frac{x - 30}{35 - 30} ; & 0, x \leq 30 \\ & ,30 \leq x \leq 35 \\ 1 & ,x \geq 45 \end{cases}$$

Tabel 3 Himpunan Keanggotaan Keputusan

Suhu (°C)	Variabel Linguistik
0-30	Normal
25- 35	Hangat
30-100	Panas

Pada Tabel 3 maka grafik yang menunjukkan hubungan dari ketiga variabel linguistik yang dibuat pada aplikasi matlab dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Grafik Himpunan Keanggotaan Keputusan

Adapun persamaan fungsi keanggotaan dari masing-masing kategori adalah sebagai berikut:

$$Normal(x) = \begin{cases} 1 & , x \leq 20 \\ \frac{40 - x}{20 - 25} & , 20 \leq x \leq 40 \\ 0 & , x \geq 40 \end{cases}$$

$$Waspada(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 25 \text{ atau } x \geq 35 \\ \frac{x - 30}{40 - 30} & , 30 \leq x \leq 40 \\ \frac{80 - x}{80 - 70} & , 40 \leq x \leq 70 \end{cases}$$

$$Berbahaya(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 70 \\ \frac{x - 70}{80 - 70} & , 70 \leq x \leq 80 \\ 1 & , x \geq 80 \end{cases}$$

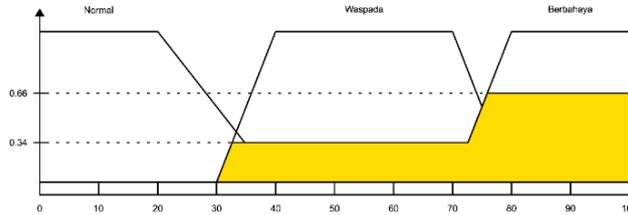
4.2 Inferensi

Pada tahap ini merupakan tahap pembentukan aturan-aturan *fuzzy rule*. Aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara masukan dan keluaran dimana setiap aturan merupakan suatu implikasi. Aturan dasar yang dibuat untuk mengenali sumber kebakaran dibentuk 9 aturan *rule* yang merupakan hasil hubungan dari 2 masukan *input* sensor asap dan sensor suhu. Kemudian akan di olah bersama

untuk menentukan *output* keputusan kondisi ruang *server* jaringan. Aturan yang sudah dibuat seperti berikut:

- [R1] *if* asap renggang *and* suhu normal *then* keputusan normal.
- [R2] *if* asap renggang *and* suhu hangat *then* keputusan normal.
- [R3] *if* asap renggang *and* suhu panas *then* keputusan waspada.
- [R4] *if* asap sedang *and* suhu normal *then* keputusan waspada.
- [R5] *if* asap sedang *and* suhu hangat *then* keputusan waspada.
- [R6] *if* asap sedang *and* suhu panas *then* keputusan berbahaya.
- [R7] *if* asap padat *and* suhu normal *then* keputusan berbahaya.
- [R8] *if* asap padat *and* suhu hangat *then* keputusan berbahaya.
- [R9] *if* asap padat *and* suhu panas *then* keputusan berbahaya.

Selanjutnya setelah mendapatkan keanggotaan minimum dari ke sembilan aturan *fuzzy rule*, maka dapat dibentuk grafik *composition* dengan mengambil nilai *max* dari hasil perhitungan *fuzzy rule* seperti Gambar 5 berikut:

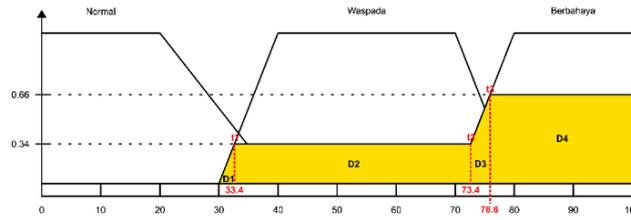


Gambar 5 Grafik *Composition*

Untuk menghitung nilai *z*, maka langkah selanjutnya menentukan nilai titik potong *t1*, *t2*, dan *t3* seperti berikut:

$$\begin{array}{lll}
 \text{Nilai } t_1 \frac{t_1-30}{40-30} = 0.34 & \text{Nilai } t_2 \frac{t_2-70}{80-70} = 0.34 & \text{Nilai } t_3 \frac{t_3-70}{80-70} = 0.66 \\
 t_1 = (0.34*10) + 30 = 33.4 & t_2 = (0.34*10) + 70 = 73.4 & t_3 = (0.66*10) + 70 = 76.6
 \end{array}$$

Titik potong *t1*, *t2*, dan *t3* membagi kurva menjadi 4 daerah, yaitu *D1*, *D2*, *D3*, dan *D4*, dengan luas masing-masing adalah *A1*, *A2*, *A3*, dan *A4*, serta momen terhadap nilai keanggotaan masing-masing adalah *M1*, *M2*, *M3*, dan *M4*, seperti pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6 Grafik Titik Potong

4.3 Defuzzifikasi

Akhir dari proses *fuzzy* yaitu defuzzifikasi, defuzzifikasi menafsirkan nilai suatu anggota menjadi keputusan tertentu. Pada tahap ini merupakan mengembalikan nilai besaran *fuzzy* dan *output fuzzy* menjadi nilai *crisp* atau tegas. Salah satu metode dari defuzzifikasi yang digunakan yaitu *centroid method*. Berikut merupakan perhitungan defuzzifikasi menggunakan metode *centroid* yaitu:

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

$$\begin{aligned} M_1 &= \int_{30}^{33.4} \left(\frac{z-30}{40-30} \right) z dz \\ &= \int_{30}^{33.4} \left(\frac{1}{10} z^2 - \frac{30}{10} z \right) dz \\ &= \int_{30}^{33.4} (0.1 z^2 - 3 z) dz \\ &= \left. \frac{0.1 z^3}{3} - \frac{3 z^2}{2} \right|_{30}^{33.4} \\ &= \left(\frac{0.1(33.4)^3}{3} - \frac{0.1(30)^3}{3} \right) - \left(\frac{3(33.4)^2}{2} - \frac{3(30)^2}{2} \right) \\ &= \left(\frac{0.1(37.259,704)}{3} - \frac{0.1(27.000)}{3} \right) - \left(\frac{3(1.115,56)}{2} - \frac{3(900)}{2} \right) \\ &= (1.241,9901333 - 900) - (1.673,34 - 1.350) \\ &= (341,9901333) - (323,34) \\ &= 18,6501333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= \int_{33.4}^{73.4} 0.34 z dz \\ &= \frac{0.34}{2} z^2 \Big|_{33.4}^{73.4} \\ &= 0.17 z^2 \Big|_{33.4}^{73.4} \\ &= 0.17(73.4)^2 - 0.17(33.4)^2 \\ &= 0.17(5.387,56) - 0.17(1.115,56) \\ &= 915,8852 - 189,6452 \\ &= 726,24 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_3 &= \int_{73.4}^{76.6} \left(\frac{z-70}{80-70} \right) z dz \\ &= \int_{73.4}^{76.6} \left(\frac{1}{10} z^2 - \frac{70}{10} z \right) dz \\ &= \int_{73.4}^{76.6} (0.1 z^2 - 7 z) dz \\ &= \left. \frac{0.1 z^3}{3} - \frac{7 z^2}{2} \right|_{73.4}^{76.6} \\ &= \left(\frac{0.1(76.6)^3}{3} - \frac{0.1(73.4)^3}{3} \right) - \left(\frac{7(76.6)^2}{2} - \frac{7(73.4)^2}{2} \right) \\ &= \left(\frac{0.1(499.455,096)}{3} - \frac{0.1(395.446,904)}{3} \right) - \left(\frac{7(5.867,56)}{2} - \frac{7(5.387,56)}{2} \right) \\ &= (14.981,836533 - 13.181,563467) - (20.536,46 - 18.856,46) \\ &= (1.800,273066) - (1.680) \\ &= 120,273066 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_4 &= \int_{76.6}^{100} 0.66 z dz \\ &= \frac{0.66}{2} z^2 \Big|_{76.6}^{100} \\ &= 0.33 z^2 \Big|_{76.6}^{100} \\ &= 0.33(100)^2 - 0.33(76.6)^2 \\ &= 0.33(10.000) - 0.33(5.867,56) \\ &= 3.300 - 1.936,2948 \\ &= 1.363,7052 \end{aligned}$$

Selanjutnya pada tahap ini merupakan proses untuk penentuan luas untuk setiap daerah seperti berikut:

$$A1 = \frac{(33.4-30)*0.34}{2} = 0,578$$

$$A2 = (73.4 - 33.4)*0.34 = 13,6$$

$$A3 = \frac{(76.6-73.4)*(0.66+0.34)}{2} = 1,6$$

$$A4 = (100 - 76.6)*0.66 = 15,444$$

$$Z^* = \frac{M1+M2+M3+M4}{A1+A2+A3+A4}$$

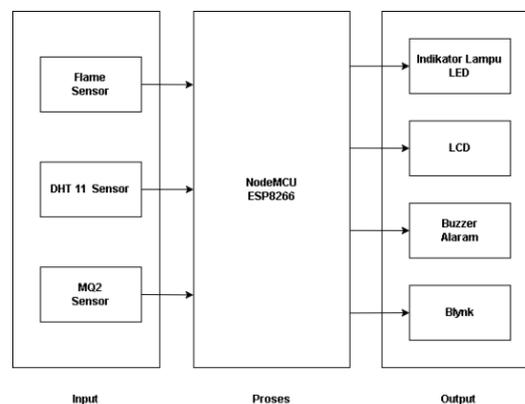
$$Z^* = \frac{18,6501333+726,24+120,273066+1.363,7052}{0,578+13,6+1,6+15,444}$$

$$= \frac{2.228,8683993}{31,222} = 71,39$$

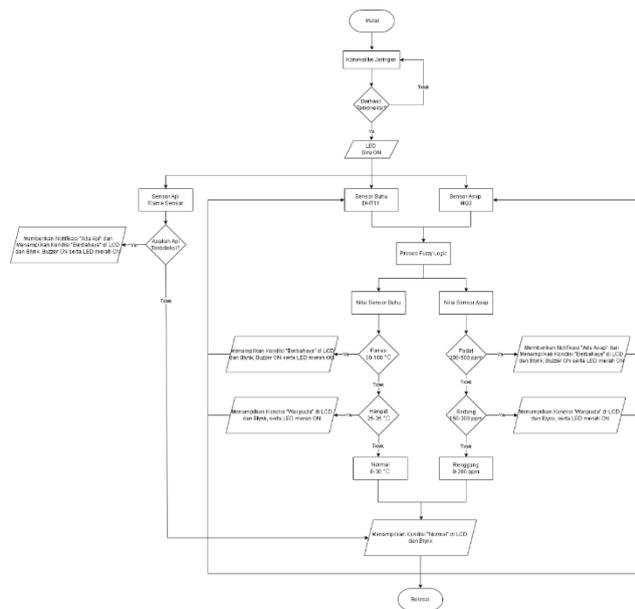
Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka nilai *output* yang dihasilkan adalah 71,39.

4.4 Perancangan Sistem

Secara sistem alat ini berfungsi untuk mendeteksi kebakaran dini pada ruang *server* jaringan dengan menggunakan metode *fuzzy logic* untuk menentukan sebuah keputusan yang akurat berdasarkan parameter *input* dari sensor yang ada. *Output* pada sistem ini yaitu mengirimkan sebuah peringatan melalui *buzzer* dan lampu LED berdasarkan keputusan *fuzzy* yaitu normal, waspada dan berbahaya. Jika keluaran dari *output fuzzy* normal *buzzer* dan LED akan mati, jika keluaran dari *output fuzzy* waspada maka lampu peringatan LED akan aktif sedangkan jika keluaran *output fuzzy* berbahaya maka secara otomatis *buzzer* dan lampu LED akan aktif serta sistem akan mengirimkan notifikasi peringatan. Pada tahap ini dibuat alur rancangan keseluruhan sistem dari alat alarm kebakaran otomatis. Berikut *block* diagram rancangan sistem dan *flowchart*:



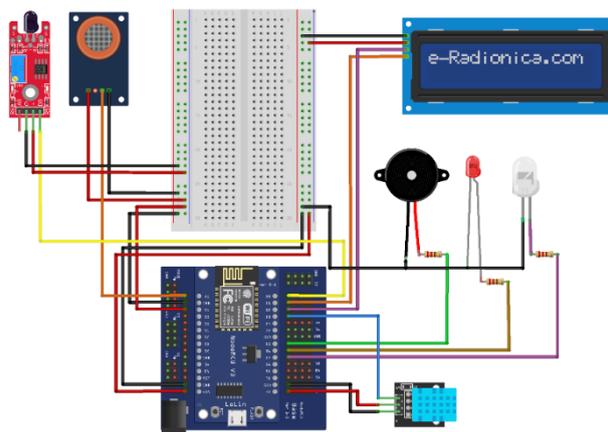
Gambar 7 *Block* Diagram Perancangan Sistem



Gambar 8 *Flowchart* Keseluruhan Sistem

4.5 Perancangan *Hardware*

Alat alarm kebakaran otomatis berbasis *internet of things* menggunakan NodeMCU ESP8266 dengan *input* sensor MQ2, sensor suhu DHT 11, dan *flame* sensor serta alat-alat pendukung lainnya seperti *buzzer*, LCD, LED, resistor, kabel *jumper*, *breadboard*, NodeMCU *baseboard*, dan adaptor. Pada tahap ini dibuat rangkaian keseluruhan dari rancangan alat alarm kebakaran otomatis dengan menggunakan *software fritzing* untuk membuat rangkaian keseluruhan alat. Rangkaian *hardware* disajikan pada Gambar 9 seperti berikut:

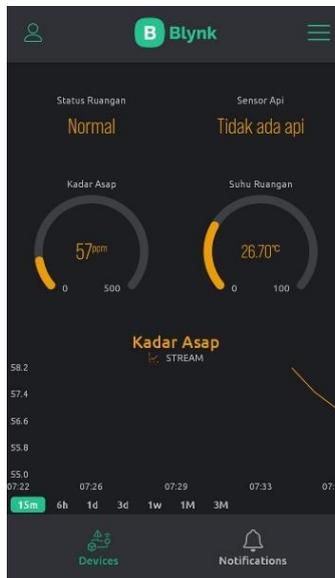


Gambar 9 Perancangan *Hardware*

4.6 Perancangan *Software*

Pada tahap ini dibuat *user interface* untuk melakukan monitoring sistem dan kondisi ruang *server* jaringan dengan menggunakan *platform blynk*. *Platform blynk* digunakan karena bersifat *open source*

dan dapat digunakan lebih dari 1 *device* serta memiliki beberapa *widget free* yang memungkinkan pengguna dapat menampilkan data yang di inginkan. Adapun Tampilan dari *user interface blynk* disajikan pada Gambar 10 berikut:



Gambar 10 Tampilan *User Interface Blynk*

4.7 Implementasi *Hardware*

Implementasi *hardware* yang digunakan dalam perancangan alat alarm kebakaran otomatis ini disajikan pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Spesifikasi *Hardware*

<i>Hardware</i>	Spesifikasi
Mikrokontroler	NodeMCU ESP8266
Sensor Asap	Sensor MQ2
Sensor Suhu	Sensor DHT 11
Sensor Api	<i>Flame</i> Sensor
<i>Buzzer</i>	5v
Lampu LED	3v
LCD	LCD 16x2 IIC
<i>Baseboard Expansion</i>	ESP8266 NodeMCU <i>Baseboard</i>
Kabel <i>Jumper</i>	<i>Female-female, male-female, dan male-male</i>
Resistor	1 Ohm
Adaptor	2 Ampere 12v

4.8 Implementasi *Software*

Software yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel 5 berikut:

Tabel 5 Spesifikasi *Software*

<i>Software</i>	Spesifikasi
<i>Operation System</i>	Windows 10
Arduino IDE	Versi 1.8.19
<i>Fritzing</i>	Versi 0.1.9.8
<i>Blynk</i>	Versi 1.3.11
Matlab	R2015a 64bit
<i>Draw.io</i>	Versi 13.9.9

4.9 Pengujian Sistem

Pengujian sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang telah dibuat oleh peneliti dapat berfungsi dengan baik atau tidak.

4.9.1 Pengujian Sensor MQ2

Pengujian sensor MQ2 dilakukan untuk mengetahui kemampuan dan keakuratan membaca kadar asap. Pada pengujian ini dilakukan dengan memasukan sensor MQ2 ke dalam botol yang telah terisi sampel asap dari hasil pembakaran dengan jumlah kadar asap yang berbeda-beda seperti ditunjukkan pada Gambar 11 berikut:



Gambar 11 Pengujian Sensor MQ2

Pada Gambar 11 botol nomor (1) terdapat asap renggang, (2) asap sedang, dan (3) asap padat.

Tabel 6 Pengujian Sensor MQ2

Waktu (detik)	Percobaan					
	Botol 1		Botol 2		Botol 3	
	PPM	VRL	PPM	VRL	PPM	VRL
1	113	0.55	264	1.29	402	1.96
2	110	0.54	271	1.32	441	2.15
3	106	0.52	273	1.33	480	2.34
4	103	0.50	281	1.37	485	2.37
5	101	0.59	278	1.36	463	2.26

4.9.2 Pengujian Sensor Suhu DHT 11

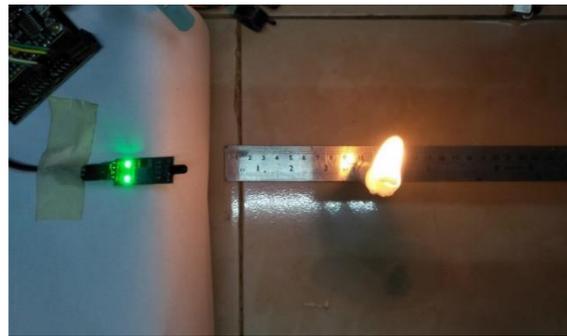
Pengujian sensor suhu dilakukan untuk mengetahui keakuratan dalam membaca temperatur suhu pada ruang *server* jaringan dengan membandingkan data hasil pembacaan sensor dengan alat ukur *thermometer*.

Tabel 7 Pengujian Sensor Suhu DHT 11

Suhu °C		Selisih	Error(%)
DHT 11	<i>Thermometer</i>		
28.0	28.3	0.3	0.01
30.2	30.3	0.1	0.003
29.5	30.0	0.5	0.16
29.0	28.7	0.3	0.10
28.7	28.1	0.6	0.21
Rata-rata		0.3	0.10

4.9.3 Pengujian *Flame* Sensor

Pengujian *flame* sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mendeteksi api dengan menggunakan alat bantu lilin dengan kelipatan jarak 10 cm hingga *flame* sensor tidak mendeteksi api dari lilin tersebut. Lilin diletakan lurus sejajar dengan *flame* sensor seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Pengujian *Flame Sensor*

Tabel 8 Pengujian *Flame Sensor*

Jarak Api (cm)	Pembacaan Sensor
10	0
20	0
30	0
40	0
50	0
60	0
70	0
80	1
90	1

Pada Tabel 8 pembacaan nilai sensor dikirim pada serial monitor arduino IDE dengan nilai *input* 0 menandakan *flame* sensor mendeteksi adanya objek api dan 1 menandakan *flame* sensor tidak mendeteksi adanya objek api.

4.9.4 Pengujian *Black Box*

Tabel 9 Pengujian *Upload Data*

Kasus dan Hasil Uji Sistem			
Pengujian	<i>Output</i> Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Mengirimkan data melalui modul NodeMCU ESP8266 ke <i>blynk cloud</i>	Data kadar asap, temperatur suhu, dan api dapat tampil pada <i>web blynk</i> dan <i>blynk app</i> di <i>smartphone</i>	Data berhasil ditampilkan pada <i>web blynk</i> dan <i>blynk app</i> di <i>smartphone</i>	Valid

Tabel 10 Pengujian *Input Data*

Kasus dan Hasil Uji Sistem			
Pengujian	<i>Output</i> Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memastikan setiap sensor mengirimkan <i>input</i> berupa pembacaan kadar asap, perubahan suhu, dan pembacaan api setiap 1 detik	Data <i>input</i> hasil pembacaan sensor dapat ditampilkan pada serial monitor pada serial <i>software</i> Arduino IDE	Data berhasil ditampilkan pada serial monitor <i>software</i> Arduino IDE	Valid

Tabel 11 Pengujian Kontrol *Fuzzy Buzzer Alarm*

Kasus dan Hasil Uji Sistem			
Pengujian	<i>Output</i> Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memastikan <i>buzzer</i> alarm saat <i>output</i> dari kondisi <i>fuzzy logic</i> berbahaya	<i>Buzzer</i> alarm dapat mengeluarkan suara saat hasil <i>output</i> defuzzifikasi dalam kondisi berbahaya	<i>Buzzer</i> alarm berhasil mengeluarkan suara saat hasil <i>output</i> defuzzifikasi dalam kondisi berbahaya	Valid

Tabel 12 Pengujian Kontrol *Fuzzy Lampu LED*

Kasus dan Hasil Uji Sistem			
Pengujian	<i>Output</i> Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memastikan lampu LED menyala sesuai <i>output</i> dari kondisi <i>fuzzy logic</i>	Lampu LED dapat menyala saat hasil <i>output</i> defuzifikasi dalam kondisi	Lampu LED berhasil menyala saat hasil <i>output</i> defuzzifikasi dalam kondsi	Valid

	waspada dan berbahaya	waspada dan berbahaya	
--	--------------------------	--------------------------	--

Tabel 13 Pengujian Notifikasi Peringatan Asap

Kasus dan Hasil Uji Sistem			
Pengujian	<i>Output</i> Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memastikan sistem mengirimkan notifikasi saat kadar asap melebihi batas normal	Sistem dapat mengirimkan notifikasi <i>email</i> dan peringatan saat kadar asap melebihi batas normal	Notifikasi <i>email</i> dan peringatan berhasil terkirim ke <i>smartphone</i> dan <i>web blynk</i> saat kadar asap melebihi batas normal	Valid

Tabel 14 Pengujian Notifikasi Peringatan Api

Kasus dan Hasil Uji Sistem			
Pengujian	<i>Output</i> Yang diharapkan	Pengamatan	Kesimpulan
Memastikan sistem mengirimkan notifikasi saat ada api terdeteksi	Sistem dapat mengirimkan notifikasi <i>email</i> dan peringatan saat sensor api mendeteksi adanya api	Notifikasi <i>email</i> dan peringatan berhasil terkirim ke <i>smartphone</i> dan <i>web blynk</i> saat sensor api mendeteksi adanya api	Valid

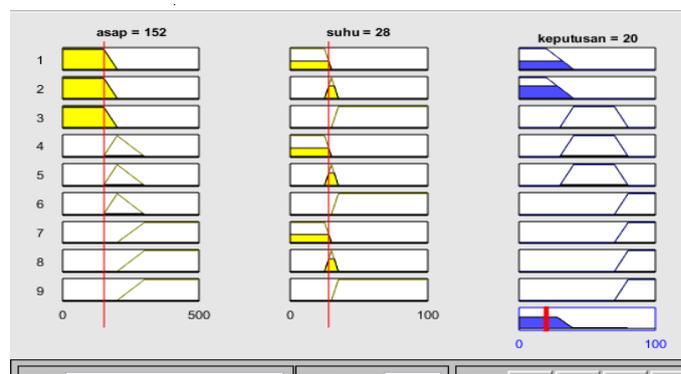
4.9.5 Pengujian *Fuzzy Logic*

Pada tahap ini dilakukan pengujian *fuzzy logic*, bertujuan untuk mengetahui keakuratan logika *fuzzy* mamdani dengan melakukan pengambilan data kadar asap dan temperatur suhu. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan perhitungan manual dengan dengan *fuzzy logic* yang ada di matlab.

Tabel 15 Pengujian *Fuzzy Logic*

Input Sensor		Kondisi	Nilai <i>Fuzzy</i>	Nilai Manual	Selisih
Asap	Suhu				
152	28	Normal	20	20	0
165	31	Normal	37.1	36.3	0.8
225	29	Waspada	60.1	59.7	0.4
170	34	Waspada	56.4	56.5	0.1
277	33	Berbahaya	74	73.8	0.2

Kondisi dikatakan berbahaya jika nilai *output fuzzy* bernilai lebih dari 70 dikarenakan nilai maksimal yang dibuat pada alarm kebakaran otomatis ini adalah 70. Kondisi waspada memiliki *range* dari 40 – 70 dan pada kondisi normal memiliki *range* 0 – 40.



Gambar 13 Hasil Perhitungan Matlab

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dari alat alarm kebakaran otomatis berbasis *internet of things* dengan menggunakan metode *fuzzy logic* maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pendeteksi kebakaran ini dapat mendeteksi gejala kebakaran dini berdasarkan adanya asap atau api dan dapat memonitoring temperatur suhu pada ruang *server* jaringan YBY. Net.
2. Sistem pendeteksi kebakaran ini dapat mengirimkan peringatan dini apabila terjadinya suatu kebakaran dini pada ruang *server* jaringan, sehingga terjadinya kebakaran yang lebih besar

pada ruang *server* dapat di cegah.

3. Sistem pendeteksi kebakaran ini dapat membantu administrator dalam melakukan pemantauan keadaan ruang *server* secara *real-time* melalui *smartphone*.

5.2 Saran

Setelah melakukan pengujian terhadap kinerja dari alat alarm kebakaran otomatis dengan metode *fuzzy logic*, terdapat beberapa saran yang diberikan dari penulis guna menyempurnakan alat ini yaitu:

1. Alat alarm kebakaran otomatis ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan *output* pompa air agar secara otomatis dapat memadamkan dan mencegah kebakaran menjadi luas apabila kebakaran terjadi pada ruang *server* jaringan YBY. Net.
2. Menambahkan *backup power supply* seperti UPS atau baterai agar pada saat ada pemadaman listrik, alat alarm kebakaran otomatis ini tetap berfungsi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi, K. S., & Pramudya, Y. (2017). *Pengembangan Sistem Akuisisi Data Kelembaban Dan Suhu Dengan Menggunakan Sensor Dht11 Dan Arduino Berbasis Iot*. VI, SNF2017-CIP-47-SNF2017-CIP-54. <https://doi.org/10.21009/03.snf2017.02.cip.07>
- Cholifah, W. N., Yulianingsih, Y., & Sagita, S. M. (2018). Pengujian Black Box Testing pada Aplikasi Action & Strategy Berbasis Android dengan Teknologi Phonegap. *STRING (Satuan Tulisan Riset Dan Inovasi Teknologi)*, 3(2), 206. <https://doi.org/10.30998/string.v3i2.3048>
- Destiarini, & Kumara, P. W. (2019). Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Atmega328. *Jurnal Informanika*, 5(1), 18–25.
- Fatimah, A., Pane, R., Ahmad, I., Hanuranto, T., Prodi, S., Telekomunikasi, T., Teknik, F., & Telkom, U. (n.d.). *Prototype for Early Lung Health Indication Detector Using Fuzzy Logic Method Based on Internet of Thing (IoT)*.
- Fitriani, W., Informatika, T., Informasi, F. T., Luhur, U. B., Utara, P., Lama, K., & Service, W. (2018). Aplikasi Monitoring Kebakaran Berbasis Iot (Internet of Things) Menggunakan Fuzzy Logic Dan Microcontroller Wemos D1 Mini , Sensor Suhu Dht22 , Sensor Asap Mq-7 , Dan Flame Sensor Dengan Memberikan Informasi Melalui Sms (Short Message Service) Di Pt. *Jurnal Skanika*, 1(1), 159–165.
- Mulyono, J., Djuniadi, & Esa Apriaskar. (2021). S Simulasi Alarm Kebakaran Menggunakan Sensor Mq-2, Falme Sensor Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 14(1), 16–25. <https://doi.org/10.51903/elkom.v14i1.305>.

- Noorfirdaus, J. R., Virgian, D., & Yudha, S. (2020). Sistem Pendeteksi Kebakaran Dini Menggunakan Sensor Mq-2 Dan Flame Sensor Berbasis Web. *Konferensi Nasional Ilmu Komputer (KONIK), December*, 404–409. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4362662>.
- Sanjoto, A. F., Komari, A., & Rahayuningsih, S. (2019). Analisa Upaya Pencegahan Dan Penanggulangan Potensi Bahaya Kebakaran Studi Kasus Di Rsud Gambiran Kota Kediri Tahun 2016. *JURMATIS: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Industri*, 1(1), 24. <https://doi.org/10.30737/jurmatis.v1i1.292>.
- Zailani, A. U., Perdananto, A., & Ardhiansyah, M. (2020). Penggunaan Model Prototype dalam Membuat Library System di SMPIT AL Mustopa. *SMARTICS Journal*, 6(2), 89–96. <https://doi.org/10.21067/smartics.v6i2.4636>.
- Ardhiansyah, M., Noris, S., & Andrianto, R. (2020). Jaringan Komputer.