

RANCANG BANGUN ALARM PENDETEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG BERTINGKAT MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY BERBASIS MIKROKONTROLLER SERTA TERINTEGRASI IOT

¹ Edy Supriyadi ² Faizal Puji Subagja.

Program Studi Teknik Elektro S – 1, FTI - ISTN

¹ edy_syadi@istn.ac.id ² faizal_psu@yahoo.co.id

Abstraksi – Seperti diketahui kebakaran merupakan hal yang sangat merugikan, khususnya bagi manusia. Begitu banyak penyebab dan dampak yang diakibatkan oleh kebakaran yang terjadi, mulai dari kehilangan harta benda bahkan nyawa. Ketika terjadi kebakaran terkadang pemadam kebakaran terlambat datang ke lokasi terjadinya kebakaran dikarenakan beberapa faktor. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai tindakan pertama untuk meminimalisir penyebaran titik api kebakaran, disaat ketika pemadam kebakaran belum sampai menuju lokasi terjadinya kebakaran dan memberikan pemberitahuan secara real time menuju departemen pemadam kebakaran Via IoT. Sistem ini bekerja menggunakan metode logika fuzzy untuk mengukur kondisi asap dan suhu ruangan, dimana output dari proses logika fuzzy tersebut adalah kecepatan putaran kipas exhaust. Serta sensor api akan mendeteksi api pada ruangan jika terdeteksi api, pompa akan aktif untuk memadamkan api pada ruangan tersebut serta secara bersamaan akan mengirimkan data dan status kebakaran menuju webserver. Berdasarkan hasil pengujian sistem ini, waktu pengiriman data dari mikrokontroler menuju webserver memerlukan waktu kurang lebih selama 2 detik

Kata Kunci : Matlab, Logika Fuzzy, Sugeno, Internet of Things, Arduino Mega Built-in ESP8266

Abstract – As we know the fire disaster is a very detrimental thing, especially for humans. So many causes and effects are caused by fires that occur, ranging from loss of property even life. When the fire disaster appear, sometimes firefighters arrive late to the location due to several factors. The purpose of this research is as the first act to minimize the spread of fire spots, when the firefighters has not arrived yet and this prototype will provide notification of status and address of the building in a Real time to the Web server of the Fire department Via IoT. The system works using the Fuzzy logic method to measure smoke and room temperature conditions, where the output of the Fuzzy logic process is the rotation speed of exhaust fan and than the fire sensor will detect fire rays in the room, if the sensors detecting fire, water pump will be active to extinguish fire in the room and in the same time microcontroller will transmit data and rooms status Via Wi – Fi ESP8266 to the Web server. Based on the test results of this system, the length of time of data transmission from microcontroller to the webserver takes approximately 2 seconds.

Keyword : Matlab, Fuzzy Logic, Sugeno Method, Internet of Things, Arduino Mega Built-in ESP8266

1. PENDAHULUAN

Seperti diketahui kebakaran merupakan hal yang sangat merugikan, khususnya bagi manusia. Begitu banyak penyebab dan dampak yang diakibatkan oleh kebakaran yang terjadi, mulai dari kehilangan harta bahkan nyawa. Selama ini, ketika terjadi kebakaran pada sebuah gedung biasanya unit pemadam kebakaran akan dihubungi. Namun terkadang pemadam tersebut sampai di lokasi ketika kebakaran semakin besar. Beberapa faktor memang menjadi kendala pemadam seperti jarak tempuh yang jauh ke lokasi, maka dari itu diperlukan suatu sistem yang dapat meminimalisir kebakaran agar tidak semakin meluas.

Seiring dengan perkembangan teknologi sistem keamanan dalam suatu gedung menjadi semakin berkembang dan semakin modern terutama sistem keamanan dalam mendeteksi kebakaran, sistem

pendeteksi kebakaran pada suatu gedung adalah hal yang sangat vital, dikarnakan sistem ini akan secara otomatis mendeteksi kebakaran pada ruangan serta secara langsung akan menjalankan proses untuk memadamkan api sebagai tindakan pertama agar api titik api tidak tersebar luas, serta secara otomatis akan memberikan pemberitahuan ke portal website departemen pemadam kebakaran bahwa telah terjadi kebakaran.

Maka dari itu diperlukan solusi untuk mengatasinya yaitu dengan sistem yang dapat memberi peringatan terlebih dahulu terhadap yang bersangkutan ketika terjadi kebakaran, sehingga kerugian akibat kebakaran yang ditimbulkan dapat diminimalisir. Sistem tersebut berupa “RANCANG BANGUN ALARM PENDETEKSI KEBAKARAN PADA GEDUNG BERTINGKAT

MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY BERBASIS MIKROKONTROLLER SERTA TERINTEGRASI IoT”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler pada suatu rangkaian elektronik berfungsi sebagai pengendali yang mengatur jalannya proses kerja dari rangkaian elektronik. Didalam suatu IC mikrokontroler terdapat CPU, memori, timer, salura komunikasi serial dan paralel, port input/output, ADC dan lain – lain . Mikrokontroler digunakan dalam sistem elektronik modern, seperti : Sistem manajemen mesin mobil, keyboard komputer, intrumen pengukuran elektronik (seperti multimeter digital, synthesizer frekuensi dan oskiloskop), televisi, radio, telepon digital, mobile phone dan lain – lain.

2.2 Arduino Mega 2560 Built in ESP8266

Arduino Mega 2560 Built in ESP8266 adalah sebuah *board* arduino yang menggunakan IC mikrokontroler ATmega 2560 serta telah terintegrasi IC ESP8266 yang berfungsi sebagai Wi – Fi. Board ini memiliki 54 pin digital I/O (15 diantaranya digunakan sebagai output PWM), 16 pin analog input, 4 pin sebagai UART (portserial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, Pigtail Connector, DIP switch., dan tombol reset. Spesifikasi *board* dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1. Arduino Mega 2560 Built in ESP8266

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560 Built in ESP8266

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega2560
IC Wi-Fi	ESP8266
USB-TTL converter	CH340G
Power Out	5V-800mA
Power IN. USB	5V (500mA max.)
Power IN. VIN/DC Jack	9-24V

Power Consumption	5V 800mA
Logic Level	5V
Wifi	Wi-Fi 802.11 b/g/n 2.4 GHz
USB	Micro USB
Clock Frequency	16MHz
Operating Supply Voltage	5V
Digital I/O	54
Analog I/O	16
Memory Size	256kb
Data RAM Type/Size	8Kb
Data ROM Type/Size	4Kb
Interface Type	serial\OTA
Operating temperature	-40C°/+125C°
Length×Width	53.361×101.86mm
antenna	Buil-in\external antenna

2.3 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu komponen pembentuk *soft computing*. Logika fuzzy pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy. Pada teori himpunan fuzzy, peranan derajat keanggotaan sebagai penentu keberadaan elemen dalam suatu himpunan sangatlah penting. Nilai keanggotaan atau derajat keanggotaan atau *membership function* menjadi ciri utama dari penalaran dengan logika fuzzy tersebut.

2.4 Metode Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan Fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Michio Sugeno mengusulkan penggunaan singleton sebagai fungsi keanggotaan dari konsekuen. Singleton adalah sebuah himpunan Fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang pada titik tertentu mempunyai sebuah nilai dan 0 di luar titik tersebut. tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam implementasi metode Sugeno yaitu sebagai berikut:

- a. Pembentukan himpunan Fuzzy
 Pada tahapan ini variabel input dari system Fuzzy ditransfer ke dalam himpunan Fuzzy

untuk dapat digunakan dalam perhitungan nilai kebenaran dari premis pada setiap aturan dalam basis pengetahuan. Dengan demikian tahap ini mengambil nilai-nilai tegas dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan Fuzzy yang sesuai.

b. Aplikasi fungsi implikasi

Tiap-tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan Fuzzy akan berhubungan dengan suatu relasi Fuzzy. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah sebagai berikut: IF x is A THEN y is B dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan Fuzzy. Proposisi yang mengikuti IF disebut sebagai antesenden sedangkan proposisi yang mengikuti THEN disebut konsekuen. Proposisi ini dapat diperluas dengan menggunakan operator Fuzzy seperti, IF $(x_1$ is $A_1) \circ (x_2$ is $A_2) \circ (x_3$ is $A_3) \circ \dots \circ (x_N$ is $A_N)$ THEN y is B dengan \circ adalah operator (misal: OR atau AND). Pada metode Sugeno ini, fungsi implikasi yang digunakan adalah fungsi MIN.

c. Defuzzifikasi (Defuzzification)

Defuzzifikasi adalah himpunan Fuzzy yang dihasilkan dari proses komposisi dan output adalah sebuah nilai. Untuk aturan IFTHEN Fuzzy dalam persamaan $(k)=$ IF x_1 is A_1k and... and x_n is A_nk THEN y is B_k , dimana A_1k dan B_k berturut-turut adalah himpunan Fuzzy dalam U dan V (U dan V adalah domain fisik), $i = 1,2, \dots, n$ dan $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ U dan y V berturut-turut adalah variabel input dan output (linguistik) dari sistem Fuzzy. Defuzzifier pada persamaan di atas didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari himpunan Fuzzy B ke dalam V (R (yang merupakan output dari inferensi Fuzzy) ke titik tegas y^*V . [2]. Pada metode Sugeno defuzzification dilakukan dengan perhitungan Weight Average (WA):

$$WA = \frac{\sum a_n z_n}{a_n} \tag{2.16}$$

Keterangan:

y^* = nilai rata

a_n = nilai predikat aturan ke- n

z_n = indeks nilai output (konstanta) ke- n .

2.5 Sensor Gas MQ – 2

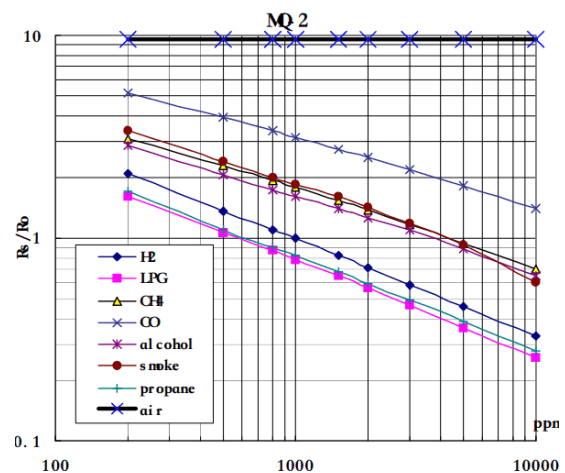
Sensor Gas MQ-2 adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi konsentrasi gas seperti CO, LPG, dan asap di udara dan output di hasilkan dalam bentuk signal digital dan analog. Sensor ini biasa digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas baik di rumah maupun di industri. Sensor ini sangat cocok di gunakan untuk alat emergensi sebagai deteksi gas-gas, seperti deteksi kebocoran gas, deteksi asap untuk pencegahan kebakaran dan lain lain. Jenis gas yang akan di

deteksi tergantung dengan nilai rasio R_s/R_0 yang digunakan saat melakukan kalibrasi sensor Bentuk fisik sensor ini tampak pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 bentuk fisik sensor Gas MQ – 2

Untuk mendapatkan nilai PPM sensor MQ – 2 yang di inginkan , dapat mengacu pada grafik Log R_s/R_0 dibawah ini;



Gambar 2.3 Grafik perbandingan R_s/R_0 sensor MQ – 2

pada skripsi ini sensor MQ – 2 digunakan untuk mendeteksi kepekatan asap, maka berdasarkan grafik diatas nilai rasio R_s/R_0 asap didapatkan

Tabel 2.2 Rasio R_s/R_0 terhadap asap

No.	R_s/R_0	PPM
1	3.5	200
2	2.5	500
3	2	800
4	1.8	1000
5	1.6	1600
6	1.5	2000
7	1.3	3000
8	0.95	5000
9	0.6	10000

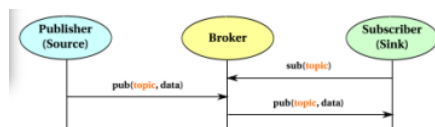
Untuk mendapatkan nilai pembacaan yang linier masukkan data R_s/R_0 sebelumnya ke dalam Microsoft excel guna mendapatkan persamaan garis linier hingga didapatkan data seperti gambar 2.3 di bawah ini

dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus. Adapun kemampuan seperti berbagi data, remote control, dan sebagainya, termasuk juga pada benda di dunia nyata. IOT memiliki kemampuan contohnya dalam berbagi data, menjadi remote control, dan masih banyak lagi yang lainnya.

IoT bekerja dengan memanfaatkan suatu argumentasi pemrograman, dimana tiap-tiap perintah argumen tersebut bisa menghasilkan suatu interaksi antar mesin yang telah terhubung secara otomatis tanpa campur tangan manusia dan tanpa terbatas jarak berapapun jauhnya.

2.11 MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

MQTT adalah protokol konektivitas Internet of Things (IoT) yang berbasis open source (Eclipse) dengan standar terbuka (OASIS) yang dirancang untuk perangkat terbatas dan bandwidth rendah, dengan latency tinggi atau berjalan pada jaringan yang tidak dapat diandalkan. MQTT sangat ideal untuk perangkat yang terhubung dan aplikasi mobile di era IoT dimana bandwidth dan daya baterai menjadi pertimbangan utama.



Gambar 2.9 Skema publish subscribe pada protokol MQTT

2.12 HiveMQ

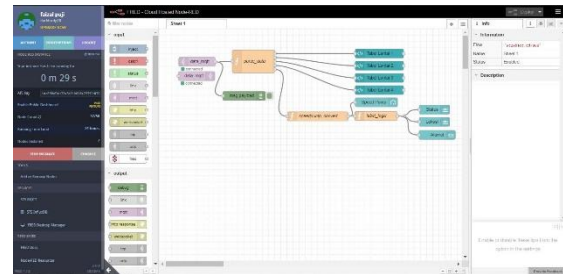
HiveMQ adalah broker MQTT dan platform perpesanan berbasis klien yang dirancang untuk pergerakan data yang cepat, efisien, dan andal ke dan dari perangkat IoT yang terhubung. Ia menggunakan protokol MQTT untuk push instan, dua arah data antara perangkat Anda dan sistem perusahaan Anda. Tidak seperti HTTP, Hive MQ didasarkan pada arsitektur *publish* dan *Subscribe* sehingga total *traffic* berkurang karena tidak ada polling klien. Ukuran pesan MQTT juga secara signifikan lebih kecil dari pada HTTP sehingga jumlah data yang melewati jaringan berkurang dengan perangkat yang dimiliki memungkinkan HiveMQ dapat mengkoneksikan 10.000.000 perangkat secara bersamaan.



Gambar 2.30 Tampilan dashboard HiveMQ MQTT broker

2.13 Fred Node-RED

Freed Node-RED adalah suatu pemrograman untuk menghubungkan device (Arduino), API dan MQTT. Program ini menyediakan editor berbasis browser yang membuatnya mudah untuk menyatukan aliran menggunakan berbagai node di palet yang dapat digunakan untuk runtime dalam satu klik.



Gambar 2.31 Tampilan Fred Node - RED

3. PERANCANGAN ALAT

3.1 Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Pada Gedung Ter – Integrasi Iot

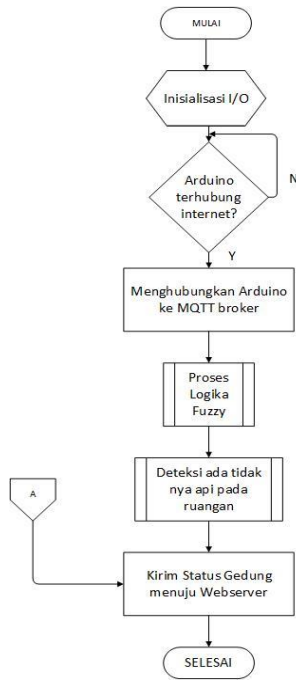
Perancangan sistem pendeteksi kebakaran pada gedung ter-Interaksi IoT ini lebih memfokuskan pada pendektasian kebakaran serta pemadaman api. Kemudian dalam perancangan ini terdiri atas dua bagian yang saling berhubungan yaitu perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). sistem pengontrolan *prototype* ini adalah loop terbuka (*open loop*).

3.2 Prinsip Kerja Sistem Pendeteksi Api

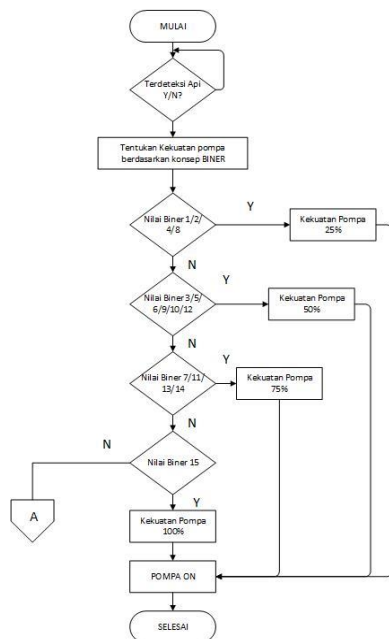
pada sistem pendeteksi kebakaran ini, diterapkan pada gedung bertingkat dimana untuk mendeteksi potensi kebakaran di setiap lantainya digunakan 3 (tiga) buah sensor yang berbeda yaitu sensor asap, sensor api, dan sensor suhu. Dimana sensor suhu akan mengukur suhu ruangan, sensor api untuk mendeteksi api, sensor asap untuk mendeteksi kepadatan asap pada setiap lantai. LED pada setiap lantai digunakan sebagai penanda terjadinya kebakaran.

Hasil dari pembacaan sensor asap dan suhu kemudian diproses oleh fuzzy yang di gunakan sebagai masukan untuk kecepatan putaran kipas exhaust apakah lambat, sedang, atau cepat. Sedangkan sensor api akan menjadi masukan untuk pengaktifan pompa serta pipa selenoid setiap lantai, jika yang hanya 1 lantai yang terjadi kebakaran kekuatan pompa hanya sebesar 25%, jika 2 (dua) lantai 50%, jika 3 (tiga) lantai 75%, dan jika semua lantai terbakar 100%.

Saat terjadi kebakaran LED akan mati dan sensor api akan terus mendeteksi kondisi ruangan jika api sudah padam maka pompa dan selenoid yang menyala akan di non-aktifkan, namun kipas exhaust akan tetap bekerja karna input kipas bukan berasal dari sensor api, melainkan dari hasil pengolahan fuzzy sensor asap dan sensor suhu.



Gambar 3.1 Flowchart keseluruhan sistem Pendeteksi Kebakaran pada gedung ter integrasi IoT



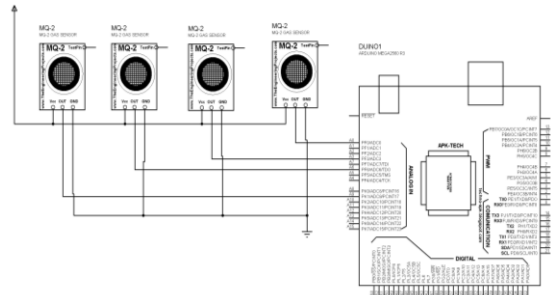
Gambar 3.2 Flowchart subprocess deteksi api ruangan

3.5 Perancangan Perangkat Keras

3.5.3 Rangkaian Sistem Minimum Atmega 2560 Dengan Sensor Asap MQ-2

Sensor asap MQ-2 berfungsi untuk mendeteksi mengukur kepadatan asap dan gas berbahaya lainnya dalam suatu ruangan. Pada sistem pendeteksi kebakaran ini sensor ini

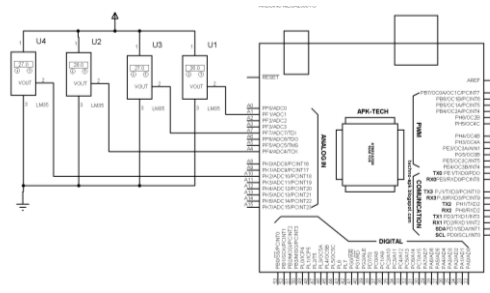
berfungsi untuk mendeteksi asap, selain mendeteksi asap sensor ini dapat juga mendeteksi jenis gas lain yaitu gas LPG, i-butana, propana, metana, alkohol, dan hidrogen. Gambar 3.7 berikut ini akan menunjukkan skematik rangkaian sistem minimum ATmega 2560 dengan sensor asap MQ-2.



Gambar 3.7 Skematik rangkaian sistem minimum ATmega 2560 dengan sensor MQ-2

3.5.4 Rangkaian Sistem Minimum Atmega 2560 Dengan Sensor Suhu LM35

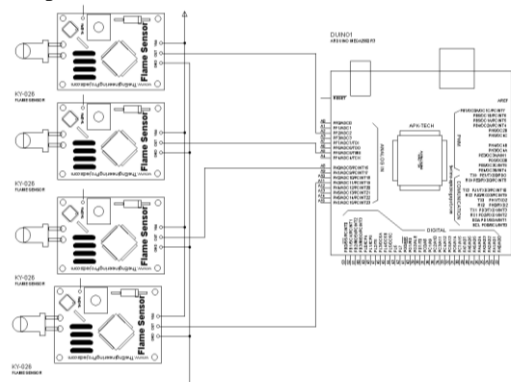
Sensor LM35 berfungsi untuk mengukur suhu. Pada sistem pendeteksi kebakaran gedung sensor ini berfungsi untuk mengukur Suhu pada setiap ruangan gedung.



Gambar 3.8 Skematik rangkaian sistem minimum ATmega2560 dengan sensor LM35

3.5.5 Rangkaian Sistem Minimum Atmega 2560 Dengan Sensor Api KY-026

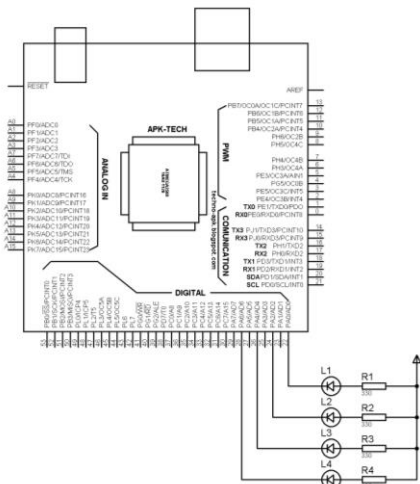
Sensor KY-026 berfungsi untuk mendeteksi sinar inframerah yang dihasilkan oleh api. Pada rangkaian pendeteksi kebakaran pada gedung, sensor ini berfungsi untuk mendeteksi api pada setiap lantai.



Gambar 3.9 Skematik rangkaian sistem minimum ATmega2560 dengan KY-026

3.5.6 Rangkaian Sistem Minimum Atmega 2560 Dengan LED

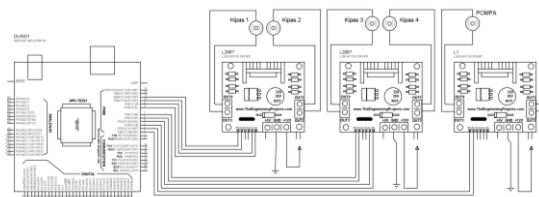
LED atau *Light Emitting Diode* adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi untuk memancarkan cahaya. Pada rangkaian pendeteksi kebakaran pada gedung komponen ini berfungsi sebagai indikator telah diputus-nya aliran tegangan 220 V AC.



Gambar 3.10 Skematik rangkaian sistem minimum ATmega 2560 dengan LED

3.5.7 Rangkaian Sistem Minimum Atmega 2560 Dengan Motor DC

Terdapat 2 macam fungsi motor DC yang digunakan pada rangkaian pendeteksi kebakaran gedung, yaitu Motor DC sebagai kipas exhaust dan motor DC sebagai pompa air, setiap Motor DC memiliki tegangan sebesar 12V dan terhubung dengan motor driver L289n untuk mengatur nilai PWM motor DC.

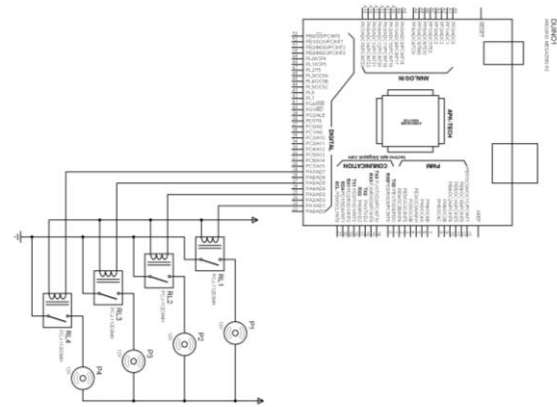


Gambar 3.11 Skematik rangkaian sistem minimum ATmega 2560 dengan motor DC

3.5.8 Rancangan Rangkaian Sistem Minimum Atmega 2560 Dengan Selenoid Valve

Selenoid Valve adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai keran elektronika. Dalam rangkaian pendeteksi kebakaran gedung ini selenoid valve digunakan untuk keran elektronika setiap jalur air dari pompa menuju ruangan.

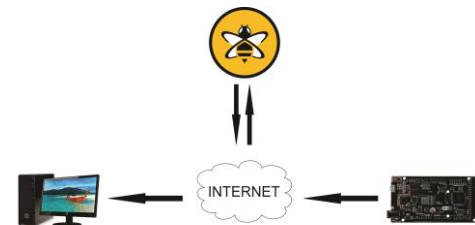
Gambar 3.12 dibawah ini menunjukkan rangkaian sistem minimum ATmega 2560 dengan selenoid Valve.



Gambar 3.12 Skematik rangkaian sistem minimum ATmega 2560 dengan selenoid Valve

3.1 Sistem Informatika

Pada pembuatan prototype ini digunakan Arduino IDE untuk pembuatan program pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 ter integrasi ESP8266. Pertukaran data terjadi secara *real time* dengan menggunakan ESP8266 sebagai penghubung dari mikrokontroler dan WEB yang dapat diakses pada Komputer.



Gambar 3.13 Skema Tahapan Penggunaan WEB Interface

Untuk mengakses tampilan WEB pada sistem monitoring kebakaran gedung. Tahap pertama yang dilakukan adalah membuat akun di website <https://users.sensetecnic.com/login> dan mengupload file dengan ekstensi .json yang telah di buat sebelumnya. File .json yang telah di upload sebelumnya ketika di deploy akan menampilkan interface dari webserver dan ESP8266 akan terhubung dengan broker HiveMQ sehingga pada saat itu terjadi proses pertukaran data berupa publish dan subscribe. Sehingga data monitoring dapat di tampilkan dan di saksikan pada browser yang teradapat pada komputer

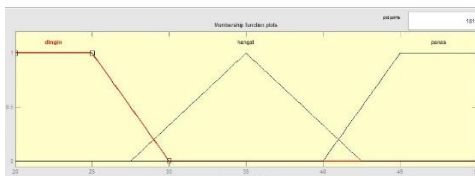
3.7 Perancangan Logika Fuzzy Pendeteki Kebakaran Gedung

Perancangan digunakan untuk penentuan kecepatan motor DC yang digunakan sebagai kipas exhaust dengan menggunakan kendali logika fuzzy

yang memiliki kecepatan yang tak tetap dan selalu berubah – ubah sesuai dengan nilai suhu dan kepadatan asap pada ruangan, berdasarkan fuzzyfikasi, evaluasi aturan dan defuzzyfikasi yang telah dirancang, hal ini dilakukan pada miniatur gedung 4 lantai yang telah di tetapkan

3.7.1 Proses Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah proses untuk mengubah masukan berupa Kepadatan asap dan suhu ruangan menjadi masukan fuzzy berupa derajat keanggotaan. Pada perancangan pendeteksi kebakaran gedung ini fungsi keanggotaan Asap dibagi menjadi 3 kelompok yaitu normal, sedang, dan padat. Sedangkan suhu di bagi menjadi 3 kelompok yaitu normal, hangat, dan panas. Masing – masing fungsi keanggotaan memiliki representasi yang bervariasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

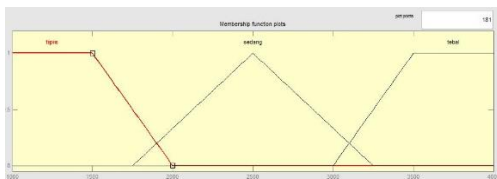


Gambar 3.14 Fungsi keanggotaan fuzzy suhu ruangan

Adapun tabel 3.2 yang merupakan secara jelas tentang fungsi keanggotaan suhu ruangan yang dikategorikan menjadi 3 label, yaitu;

Tabel 3.2 Nilai untuk tabel linguistik suhu ruangan

Label Linguistik	Nilai Input Crisp (°C)
Normal	20 – 30
Hangat	27.5 – 42.5
Panas	40 – 50



Gambar 3.15 Fungsi keanggotaan fuzzy asap ruangan

Adapun tabel 3.3 yang merupakan secara jelas tentang fungsi keanggotaan kepadatan asap ruangan yang dikategorikan menjadi 3 label.

Tabel 3.3 Nilai untuk tabel linguistik Kepadatan asap ruangan

Label Linguistik	Nilai Input Crisp (ppm)
Tipis	1000 – 2000
Sedang	1750 – 3250
Tebal	3000 – 4000

3.7.2 Proses Inferensi

Untuk melakukan proses defuzzyfikasi diperlukan aturan – aturan yang digunakan untuk memperoleh keluaran berupa Kecepatan kipas exhaust. Berikut terdapat *Fuzzy Associative Memory (FAM)* yang digunakan untuk memetakan aturan – aturan yang dibuat dalam Tabel 3.4.

Tabel 3.4 *Fuzzy Associative Memory (FAM)* Kipas Exhaust

ASAP / SUHU	Panas	Sedang	Normal
Tipis	HIGH	MEDIUM	LOW
Sedang	HIGH	MEDIUM	MEDIUM
tebal	HIGH	HIGH	HIGH

3.7.3 Proses Defuzzyfikasi

Masukan dari proses ini adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan – aturan fuzzy, sedangkan keluarannya didapat dari hasil perhitungan defuzzyfikasi dalam range yang sudah ditentukan. Untuk pengaturan nilai PWM kipas exhaust, fungsi keanggotaan yang digunakan adalah *singleton/constan* dimana setiap fungsi keanggotaan memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal. Terdapat 3 nilai linguistik yaitu lambat, sedang, cepat. Bentuk fuzzy untuk Pengaturan kecepatan kipas exhaust seperti pada gambar 3.16



Gambar 3.16 Fungsi keanggotaan pada fuzzy kipas Kipas Exhaust

Tabel 3.5 Nilai Label linguistik kecepatan kipas exhaust berdasarkan nilai PWM

Label Linguistik	Nilai Input Crisp (PWM)
HIGH	85
MED	170
LOW	255

4. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA

4.1 Pengujian Catu Daya

Sebagai sumber daya pada mikrokontroller dan komponen didalam sistem palang pintu kereta api maka diperlukan adanya catu daya atau *power supply* untuk mengoperasikannya.

Jarak (CM)	Nilai ADC	STATUS
10	27	TERDETEKSI
15	30	TERDETEKSI
20	37	TERDETEKSI
25	40	TERDETEKSI
30	23	TERDETEKSI
40	879	TIDAK TERDETEKSI
50	1982	TIDAK TERDETEKSI

4.5 Pengujian Kecepatan Motor DC

Pengujian kecepatan motor DC ini dilakukan untuk menganalisis kecepatan putaran motor (RPM) berdasarkan nilai PWM yang diberikan dengan menggunakan tachometer untuk mengetahui ke akurasian tingkat kendali mikrokontroller terhadap motor DC. Berikut hasil pengujian pada kecepatan motor DC ditunjukkan pada tabel 4.6.



Gambar 4.7 Pengujian Kecepatan Motor DC

Tabel 4.5 Pengujian kecepatan Motor DC

Percobaan	Nilai PWM	Kecepatan (RPM)
1	85	900
2	100	1062
3	170	1688
4	200	1820
5	220	1995
6	255	2265

4.6 Pengujian Fuzzy Kecepatan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah nilai hasil keluaran fuzzy dari proses *rule base evaluation* dan proses defuzzyfikasi sudah sesuai dengan yang diharapkan program. Berikut ini adalah data hasil pengujian proses defuzzyfikasi beserta tabel FAM (*Fuzzy Associative Memory*).

Tabel 4.6 Rules Fuzzy Prototype pendeteksi kebakaran

IF	Defuzzyfikasi
(suhu < 30 && asap < 2000)	LAMBAT
(suhu < 30 && 1750 < asap < 3250)	MEDIUM
(suhu < 30 && asap > 3000)	CEPAT
(27.5 < suhu < 42.5 && asap < 2000)	MEDIUM
(27.5 < suhu < 42.5 && 1750 < asap < 3250)	MEDIUM
(27.5 < suhu < 42.5 && asap > 3000)	CEPAT
(suhu > 40 && asap < 2000)	CEPAT
(suhu > 40 && 1750 < asap < 3250)	CEPAT
(suhu > 40 && asap > 3000)	CEPAT

Tabel 4.7 Pengujian Fuzzy Kecepatan

No.	Input Fuzzy		Defuzzyfikasi	Status	Kecepatan (RPM)
	Suhu	Asap			
1	20	1000	85	LAMBAT	900
2	25	1500	85	LAMBAT	900
3	30	2000	170	MEDIUM	1688
4	35	2500	170	MEDIUM	1688
5	40	3000	170	MEDIUM	1688
6	45	3500	255	CEPAT	2265
7	50	4000	255	CEPAT	2265

4.7 Pengujian Deteksi Api dan Aktivasi Pompa

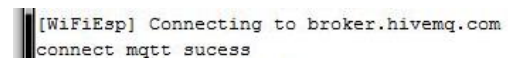
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil uji dari prototype diberikan status terbakar, apakah sudah sesuai dengan program yang telah di buat. Berikut adalah hasil pengujian dari proses pendeteksian api.

Tabel 4.8 Pengujian Pendeteksian Api

Jumlah Terbakar (Biner)	Indikator LED				Kekuatan pompa (%)
	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 3	Lantai 4	
0	ON	ON	ON	ON	0%
1	ON	ON	ON	OFF	25%
10	ON	ON	OFF	ON	25%
11	ON	ON	OFF	OFF	50%
100	ON	OFF	ON	ON	25%
101	ON	OFF	ON	OFF	50%
110	ON	OFF	OFF	ON	50%
111	ON	OFF	OFF	OFF	75%
1000	OFF	ON	ON	ON	25%
1001	OFF	ON	ON	OFF	50%
1010	OFF	ON	OFF	ON	50%
1011	OFF	ON	OFF	OFF	75%
1100	OFF	OFF	ON	ON	50%
1101	OFF	OFF	ON	OFF	75%
1110	OFF	OFF	OFF	ON	75%
1111	OFF	OFF	OFF	OFF	100%

4.8 Pengujian Pengiriman Data Via IoT

Hasil Akhir dari proses pada *prototype* ini adalah berupa data PWM kipas, Jumlah Lantai yang terbakar, alamat gedung, serta status gedung akan dikirimkan menuju Web server sebelumnya arduino harus terhubung dengan broker HiveMQ terlebih dahulu yang di tandakan dengan terdapat pemberitahuan berupa tulisan yang tertulis di serial monitor



Gambar 4.8 Notifikasi telah terhubung dengan HiveMQ Broker

Selanjutnya website <https://fred.sensetecnic.com/> lalu login dengan menggunakan akun yang telah di daftarkan. Selanjutnya masuk ke menu dashboard untuk menampilkan UI dari Website yang telah di buat sebelumnya. Data PWM kipas, Jumlah Lantai yang terbakar, alamat gedung, serta status gedung dikirimkan setiap 0.5 detik dengan interval rata -

rata waktu pengiriman data dari esp8266 menuju server adalah 2 detik, dengan alur pengiriman data

Arduino → HiveMQ Broker → Webserver

Proses pengiriman data ditandai dengan terdapat notifikasi berupa tulisan pada serial monitor, jika berhasil akan tertulis "Success sending message" jika tidak berhasil akan tertulis "error sending message"

```

Sending message to MQTT topic..
{"rule00_1":0.00,"rule01_1":0.00,"rule02_1":0.75,"r
640
Success sending message

```

Gambar 4.9 Notifikasi data berhasil dikirimkan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, analisis data dan pengujian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan tentang kinerja dari sistem yang telah dibuat, yaitu sebagai berikut;

- Dari hasil pengujian sistem pendeteksi kebakaran pada gedung jenis gas sangat berpengaruh pada input fuzzy logic dikarenakan nilai yang dihasilkan sensor MQ-2 selalu berubah dan tergantung pada jenis konsentrasi gas yang ingin dideteksi.
- Sistem pendeteksi kebakaran prototype di simulasi kebakaran ini telah mampu memadamkan api serta membuang gas dan asap yang membahayakan manusia pada ruangan yang terjadi kebakaran.
- Jenis koneksi internet yang dapat digunakan pada prototype ini hanya dapat menggunakan koneksi Wi-Fi yang berasal dari Hotspot Android.
- Jaringan internet yang digunakan diwajibkan menggunakan jaringan internet yang stabil tanpa ada gangguan dari aktifitas lain supaya pengiriman data berjalan lancar tanpa adanya error.
- Nilai PPM yang di dapatkan sensor MQ-2 bersifat tak tetap karena bergantung pada ketepatan saat melakukan kalibrasi sensor, dimana saat kalibrasi sensor dibutuhkan nilai kadar PPM terendah atau udara yang cukup bersih pada ruangan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Eng R.H Sianipar. 2017 *Matlab Untuk Mahasiswa*. Yogyakarta : ANDI.
- Kusumadewi, Sri. Purnomo, Hari. 2010. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2*. Yogyakarta : GRAHA ILMU.
- Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta : GRAHA ILMU.

- Heri Andrianto, Aan Darmawan. 2016 *ARDUINO Belajar Cepat dan Pemrograman*. Bandung :INFORMATIKA
- <https://sonoku.com/>. 2015. *Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Kontrol Kecepatan Motor DC pada Prototype Kipas Angin* <https://sonoku.com/implementasi-fuzzy-logic-controller-untuk-kontrol-kecepatan-motor-dc-pada-prototype-kipas-angin/>
- Narin Labotary. 2016. *Menghitung Output Logika Fuzzy secara Matematis*. <https://www.youtube.com/watch?v=G6RI-eWjw7s&t=1s>
- Totok Budioko. 2016. *Sistem Monitoring Suhu Jarak Jauh Berbasis Internet Of Things Menggunakan Protokol Mqtt*. Jurnal STM IK AKAKOM YOGYAKARTA
- www.anakkendali.com. 2019. *E-Book Tutorial ESP8266 Modul IOT* <https://www.scribd.com/document/402110923/EBOOK-Tutorial-ESP8266-Modul-IOT-www-anakkendali-com-pdf>
- Rachmad Andri Atmoko, S.ST, M.T. 2019. *Dasar Implementasi Protokol MQTT Menggunakan Python dan NodeMCU*. Mokosoft Media