

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PENDETEKSI KEBAKARAN DENGAN MENGGUNAKAN REALTIME DATABASE

Design and Implementation of Fire Detection System using Realtime Database

Eva Aisah HW¹, Rohmat Tulloh, S.T, M.T², Dadan Nur Ramadan, S.Pd., M.T.³

^{1,2,3}Prodi D3 Teknologi Telekomunikasi, Universitas Telkom

¹ evaaisahhw@gmail.com, ² rohmatth@telkomuniversity.ac.id, ³ dadan.nr@gmail.com

Abstrak

Keselamatan dalam sebuah rumah merupakan hal utama yang wajib menjadi perhatian. Ancaman bahaya yang mungkin saja terjadi harus bisa dideteksi sedini mungkin agar tidak membahayakan para penghuni rumah, salah satunya yaitu kebakaran. Kebakaran seringkali disebabkan oleh kelalaian manusia dan kerugian akibat bencana kebakaran antara lain harta benda, terhentinya usaha, bahkan korban jiwa. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka dari itu perlu adanya alat yang dapat mendeteksi dan memantau kondisi rumah yang lebih tepatnya adalah ruang dapur secara realtime.

Pada perancangan dan implementasi sistem pendeteksi kebakaran dengan menggunakan realtime database ini menggunakan metode fuzzy logic. Parameter yang ditampilkan yaitu suhu, adanya asap, pendeteksi nyala api dan kadar gas berbahaya pada ruang dapur yang dapat dilihat secara realtime melalui web interface menggunakan teknologi Internet of Things.

Sistem pendeteksi kebakaran ini telah dibuat dan dapat mempermudah mengetahui kondisi ruang dapur secara realtime. Batas deteksi pada hardware terhadap titik api mendapatkan nilai 100 cm. Kesalahan pendeteksian api pada flame sensor senilai 0%. Kesalahan pendeteksian suhu senilai 1,21%. Kesalahan pendeteksian gas sebesar 22,19%. Rata-rata delay antara hardware dengan software sebesar 0.58 detik pada hasil pengujian. Sehingga Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database dapat menyediakan pemantauan kondisi suatu ruangan secara realtime.

Kata Kunci : Kebakaran, Realtime, Internet of Things

Abstract

Safety at home is the main thing that must be a concern. The possibility of danger must be detected as early as possible, one of which is the possibility of a fire. Fires often caused by human error and loss due to fire disasters include loss of property, business stalled, and even death. To overcome the above problems, then made a tool that can detect and monitor the condition of the house rather is a kitchen space in realtime.

In the design and implementation of fire detection system using this database realtime using fuzzy logic. The parameter displayed is the temperature, the presence of smoke, flame detectors and hazardous gas levels in the kitchen that can be viewed in real time through the web interface using the technology of the Internet of Things.

The Fire Detection System that has been made can make it easier for the general public to know the fire conditions in real time. Hardware distance to hotspots gets a value of 100 cm. Error detection of fire in the flame sensor worth 0%. Error detection of temperature 1.21%. Error detection of gas 22.19%. The average delay between hardware and software is 0.58 seconds on the test results. So that the Fire Detection System can provide real time monitoring of the condition of a room.

Keywords: Fire, Realtime, Internet of Things

1. Pendahuluan

Keselamatan dalam sebuah rumah merupakan hal utama yang wajib menjadi perhatian. Ancaman bahaya yang mungkin saja terjadi harus bisa dideteksi sedini mungkin agar tidak membahayakan para penghuni rumah, salah satunya yaitu kebakaran yang terkadang disebabkan oleh kelalaian manusia. Kerugian akibat bencana kebakaran antara lain harta benda, terhentinya usaha, bahkan korban jiwa [12]. Berdasarkan data dari Dinas Pemadam Kebakaran dan Penanggulangan Bencana (DPKPB) Kota Bandung mencatat ada sebanyak 200 peristiwa kebakaran telah terjadi di Kota Bandung dalam kurun waktu Januari hingga Juli 2018 [5].

Berdasarkan uraian permasalahan diatas, maka diperlukan sistem yang dapat mendeteksi dan memberikan peringatan dini mengenai kondisi sebuah rumah terutama pada bagian dapur secara realtime menggunakan mikrokontroler yang terintegrasi dengan sebuah website dan dengan input berupa sensor yang dapat mengukur suhu, kualitas udara, dan situasi adanya api atau tidak sebagai langkah antisipasi adanya kebakaran. Menggunakan konsep realtime agar bisa mengetahui kondisinya setiap saat.

Sistem ini terdiri dari hardware dan software. Hardware pada sistem pendeteksi kebakaran menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan flame sensor, DHT-22, MQ-2, Buzzer dan OLED Display. Software dalam sistem pendeteksi kebakaran berupa media website. Data yang diperoleh bersifat realtime dengan fitur firebase realtime database sehingga pemantauan kebakaran yang diterima oleh user melalui media website selalu update.

2. Dasar Teori

2.1. Teori Api

Api adalah suatu reaksi kimia (oksidasi) cepat yang terbentuk dari 3 (tiga) unsur yaitu panas, udara, dan bahan bakar yang menimbulkan atau menghasilkan panas dan cahaya.

Fire Triangle seperti pada Gambar 2.1 dibawah ini:

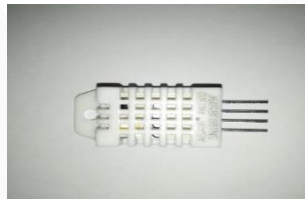


Gambar 2. 1 Fire Triangle

Di dalam kebakaran terdapat 3 elemen yaitu bahan bakar, suhu/panas, dan oksigen yang kemudian akan membentuk api. Ketiga elemen tersebut disebut dengan segitiga api (fire triangle). Dengan teori fire triangle apabila salah satu unsur tidak terpenuhi maka api tidak akan terbentuk dan bencana kebakaran tidak akan terjadi[1].

2.2 Sensor DHT-22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang dapat mendeteksi perubahan suhu dan kelembapan dengan keluaran berupa data digital. Sensor ini terdiri dari komponen pendeteksi kandungan air, pendeteksi suhu dan mikropengendali 8 bit dalam satu kemasan [12]. DHT-22 ditunjukkan pada Gambar 2.2 dibawah ini:



Gambar 2. 1 Sensor DHT-22

2.3 Sensor MQ-2

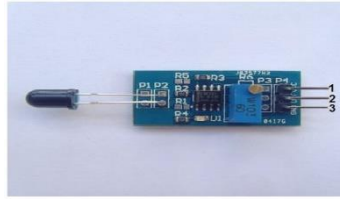
Sensor MQ-2 merupakan jenis sensor yang dapat mendeteksi kualitas udara, konsentrasi yang mudah terbakar di udara, dan asap. Sensor MQ-2 mempunyai nilai keluaran analog. Sensor MQ-2 mempunyai sensitifitas yang dapat diatur dengan memutar trimpot yang terdapat pada modul sensor MQ-2. Sensor MQ-2 dapat mendeteksi konsentrasi gas sebesar 200 sampai 10.000 sensor ppm yang mudah terbakar di udara diantaranya LPG, methane, alcohol, hydrogen, dan smoke. Daya yang digunakan pada MQ-2 sebesar 150 mA pada 5V [9]. Sensor MQ-2 ditunjukkan pada Gambar 2.3 dibawah ini:



Gambar 2. 2 Sensor MQ-2

2.4 Flame Sensor

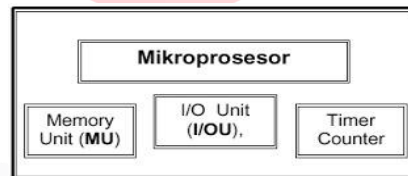
Flame sensor merupakan jenis sensor yang sensitif terhadap cahaya yang dapat digunakan sebagai pendeteksi api. Flame sensor ini dapat mendeteksi api dengan panjang gelombang 760 nm sampai 1100 nm berbagai sumber cahaya. Jarak tes terkecil antara flame sensor dengan titik api adalah 80 cm. Sudut deteksi titik api pada flame sensor adalah 60° sehingga spektrum nyala sangat sensitif. Flame sensor seperti pada Gambar 2.4 dibawah ini:



Gambar 2. 3 Flame Sensor

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan susunan dari processor, memori, dan I/O yang disusun pada satu chip sehingga mikrokontroler dapat dikatakan sebagai mini processor yang didesain untuk memenuhi kebutuhan control sistem. Mikrokontroler memiliki pusat pengelolaan mikrokontroler yang dikenal dengan CPU (Central Processing Unit) yang menjalankan suatu program dari memori RAM (Random Access Memori) atau ROM (Read Only Memory). RAM digunakan untuk menyimpan data sementara sedangkan ROM yaitu memori yang digunakan untuk membaca dan menyimpan firmware. Mikrokontroler memiliki masukan atau keluaran (I/O) yang digunakan untuk komunikasi dua arah. Komunikasi dua arah pada mikrokontroler sebagai contoh adalah sensor. Terdapat beberapa mikrokontroler yang digunakan untuk Internet of Things seperti Arduino Uno, Arduino Nano, NodeMCU, dsb. Susunan mikrokontroler seperti pada Gambar 2.5 dibawah ini:



Gambar 2. 4 Susunan Mikrokontroler

2.5.1 NodeMCU ESP8266 v3 Lolin

NodeMCU ESP8266 merupakan platform IoT yang bersifat open source. NodeMCU dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Lua untuk membantu dalam membuat prototype produk Internet of Things (IoT) atau bisa dengan menggunakan sketch dengan ArduinoIDE. NodeMCU ESP8266 v3 Lolin seperti pada Gambar 2.6 berikut ini:



Gambar 2.5 NodeMCU ESP8266 v3 Lolin

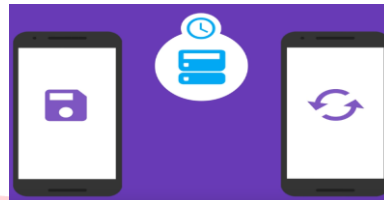
NodeMCU didasarkan pada modul serial WiFi SoC (*Single on Chip*) dengan *on board* USB to TTL dan spesifikasi *wireless* yang digunakan adalah IEEE802.11 b/g/n. Pengembangan kit ini didasarkan pada modul ESP8266 mengintegrasikan GPIO, PWM (*Pulse Width Modulation*), IIC, dan ADC (*Analog to Digital Converter*). NodeMCU berukuran panjang 4.83 cm dan lebar 2.54 cm.

2.6 Google Firebase

Google Firebase merupakan sebuah Platform terpadu Google yang memiliki berbagai fitur canggih dalam *cloud computing*. Firebase merupakan platform yang dikembangkan oleh Google untuk mempermudah developer dalam pengelolaan database. Google Firebase memungkinkan untuk membuat aplikasi multi-platform dengan SDK IOS, Android dan website yang memanfaatkan sebuah realtime database. Fitur yang disediakan oleh Google Firebase yaitu realtime database, crash reporting, authentication, cloud storage, cloud messaging, hosting dan sebagainya. Fitur dari Google Firebase yang digunakan pada Sistem Pendeteksi Kebakaran adalah sebagai berikut:

2.6.1 *Firestore Realtime*

Firestore Realtime Database merupakan sebuah database yang dikembangkan oleh Google Firestore dengan menggunakan struktur data NoSQL Firestore Realtime Database menggunakan key dan Value dalam struktur database yang dapat di akses sesuai lokasi referensi yang telah ditentukan. Data yang disimpan berstruktur JavaScript Object Notation (JSON) sehingga data yang disimpan pada Firestore Realtime Database dapat disinkronisasikan kepada setiap user yang terhubung secara realtime. Salah satu fitur pada Firestore Realtime Database yaitu aplikasi dapat menyimpan data secara lokal ketika tidak adanya koneksi internet dan akan mensinkronisasikan kembali ketika terkoneksi dengan jaringan internet [3]. Firestore Realtime seperti Gambar 2.7 dibawah ini:



Gambar 2.6 *Firestore Realtime*

2.6.2 *Firestore Authentication*

Firestore Authentication merupakan layanan yang dikembangkan oleh Google Firestore yang bertujuan untuk melakukan fungsi manajemen user pada suatu aplikasi multi-platform. Fitur sinkronisasi login yang didukung oleh Firestore Authentication yaitu email dan password, Google Account, Facebook Account, Twitter Account, GitHub Account, dan Anonymous. Aplikasi multi-platform dapat menyimpan data pengguna dengan aman di cloud Google Firestore. Fitur ini berguna untuk mengumpulkan data-data pengguna untuk penggunaan aplikasi dengan batasan informasi sesuai tingkat keamanan yang telah dilindungi oleh Google. Firestore Authentication seperti pada Gambar 2.8 dibawah ini:



Gambar 2. 7 *Firestore Authentication*

2.6.3 *Firestore Hosting*

Firestore Hosting merupakan layanan yang dikembangkan oleh Google Firestore yang bertujuan untuk menyimpan konten aplikasi pada cloud google firestore. Sehingga, aplikasi dapat diakses secara global. Google Firestore memiliki fitur koneksi secure socket layer (SSL). Firestore Hosting akan membuat sebuah subdomain dari proyek yang sedang digunakan pada domain firestoreapp.com. Firestore Hosting juga menyediakan fitur konfigurasi perutean Uniform Resource Locator (URL) pada user yang dapat diintegrasikan dengan nama domain yang tetap didukung oleh sertifikat Secure Socket Layer (SSL) secara otomatis agar konten yang disajikan pada aplikasi tetap aman. Firestore Hosting seperti Gambar 2.9 dibawah ini:



Gambar 2. 8 *Firestore Hosting*

2.7 *Website*

Website merupakan teknologi yang dikembangkan dengan pemanfaatan bahasa pemrograman dan bahasa markah untuk suatu ruang informasi yang dapat diakses menggunakan browser. Website menyajikan informasi dalam bentuk halaman yang dapat berupa teks, gambar, video ataupun audio. Dalam pembuatan website Sistem Pendeteksi Kebakaran dibutuhkan beberapa bahasa pemrograman dan Bahasa markah sebagai berikut:

2.7.1 Firebase Hosting

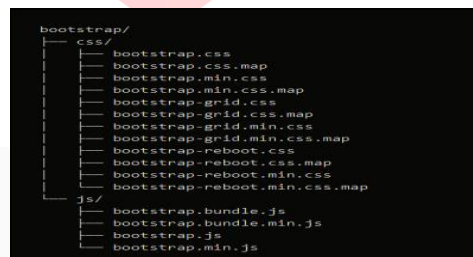
HTML (Hypertext Markup Language) adalah bahasa pemrograman dasar dari halaman website yang ada di internet. HTML tidak memiliki struktur dasar seperti variabel, function, atau class seperti layaknya sebuah bahasa pemrograman komputer. Bahasa pemrograman HTML memiliki fungsi sebagai penghubung ke halaman lain atau dikenal dengan istilah link. Tanda khusus pada HTML seperti <p>, <a>, dan digunakan dalam mengatur format dan struktur halaman website. HTML ditunjukkan Gambar 2.10 dibawah ini:



Gambar 2. 9 Hypertext Markup Language

2.7.2 Framework CSS Bootstrap

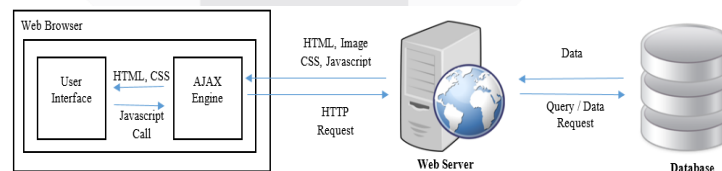
Bootstrap adalah sebuah framework css yang dapat digunakan untuk mempermudah membuat desain halaman tampilan pada website secara responsif dengan lisensi MIT. Website responsif adalah website yang menyesuaikan ukuran layar dari browser yang kita gunakan baik di desktop, tablet, ataupun mobile device. Framework Bootstrap telah memiliki versi 4 yang telah dirilis ke public. Pada framework versi 4, terdapat 2 struktur folder yaitu css dan js. Struktur dari Bootstrap versi 4 ditunjukkan seperti Gambar 2.11 berikut ini:



Gambar 2. 10 Bootstrap Versi 4

2.7.3 Asynchronous JavaScript And XML

Asynchronous JavaScript And XML (AJAX) adalah suatu teknik / metode pemrograman berbasis website untuk menciptakan aplikasi website lebih interaktif dan dinamis. Fungsi AJAX adalah memindahkan sebagian besar interaksi web server, Serta melakukan pertukaran data dengan server dibelakang layar sehingga halaman website tidak harus dibaca ulang secara keseluruhan setiap kali seorang pengguna melakukan perubahan. Selain itu, ada beberapa keuntungan menggunakan AJAX, yaitu High Interactivity, High Usability, dan High Speed. Permodelan AJAX seperti pada Gambar 2.12 berikut ini:



Gambar 2. 11 Model AJAX

Berdasarkan Gambar 2.12 tentang Model AJAX, setiap *request* yang dilakukan oleh *web browser* pada bagian *interface* masih dilakukan oleh *browser* dan akan melakukan *request interface* hanya pada bagian yang tidak terdapat pada *AJAX engine*.

2.7.4 Javascript

JavaScript adalah sebuah scripting language yang berarti bahasa pemrograman ringan untuk menciptakan halaman web yang lebih interaktif dan dinamis. JavaScript dapat dijalankan tanpa memerlukan sebuah web server dan compile program, dikarenakan komponen untuk menjalankan program Javascript terdapat pada browser. Pemrograman javascript ditunjukkan pada Gambar 2.13 berikut ini:



Gambar 2. 12 Javascript

2.7.5 Document Object Model

Document Object Model (DOM) merupakan sebuah model yang dikembangkan oleh World Wide Web Consortium (W3C) agar bahasa pemrograman dapat berinteraksi dengan objek-objek yang ada di dalam HTML, XML, maupun XHTML. DOM menyediakan antarmuka untuk memanipulasi elemen pada dokumen, sementara JavaScript menjadi Bahasa yang melakukan eksekusi terhadap antarmuka yang disediakan. Standar DOM dikembangkan untuk berinteraksi mulai dari pembuatan elemen baru, memanipulasi elemen yang sudah ada hingga penghapusan elemen yang berada pada dokumen HTML dan XML [4].

2.8 Fuzzy Logic

Fuzzy merupakan logika yang bernilai ganda dan berhubungan dengan ketidakpastian dan kebenaran parsial. Dalam teori fuzzy logic sebuah nilai bisa bernilai salah dan benar secara bersamaan namun seberapa besar nilai kebenaran suatu nilai tergantung kepada bobot keanggotaan yang dimiliki. Dalam Fuzzy Logic menggunakan dua jenis fungsi keanggotaan yaitu fungsi keanggotaan berbentuk trapesium dan segitiga [15]. Himpunan Fuzzy berfungsi sebagai pendekatan numerik yang kemudian akan diubah menjadi label yang merupakan pendekatan kualitatif. Pendekatan kualitatif digunakan untuk membuat aturan fuzzy rule pada sistem [9]. Penggunaan logika fuzzy bertujuan untuk menggabungkan kemampuan pikir antara manusia dalam dunia nyata dengan sistem yang akan dibuat. Proses pada Fuzzy Logic sebagai berikut:

1. Fuzzycation

Fuzzycation merupakan proses pemetaan nilai masukan (*crisp input*) yang berasal dari sistem yang dikendalikan (besaran non *fuzzy*) dalam bentuk himpunan *fuzzy* menurut fungsi keanggotaannya. Besaran inilah yang akan diubah pada proses berikutnya.

2. Rules Evaluation

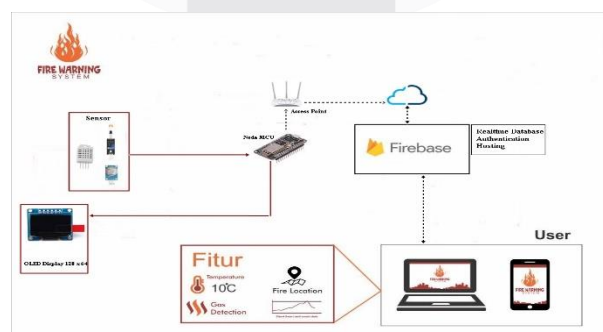
Rules Evaluation merupakan pemrosesan hubungan antara nilai masukan (*crisp input*) dan nilai keluaran (*crisp output*) yang dikehendaki oleh aturan-aturan yang akan menentukan respon sistem terhadap berbagai kondisi pada sistem.

3. Defuzzycation

Defuzzycation akan dilakukan pemetaan bagi nilai *fuzzy output* yang dihasilkan pada tahap *rules evaluation* ke dalam nilai keluaran kuantitatif sesuai dengan sistem yang telah diharapkan.

3. Perancangan

Sistem Pendeteksi Kebakaran adalah Sistem yang terdiri dari *hardware* dan *software* yang digunakan untuk melakukan pemantauan pada Dapur secara *realtime*. *Hardware* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran menggunakan metode *fuzzy logic* berbasis *Internet of Things* dengan media informasi berupa *website*. Adapun blok diagram dari Sistem Pendeteksi Kebakaran seperti pada Gambar 3.1 berikut ini:

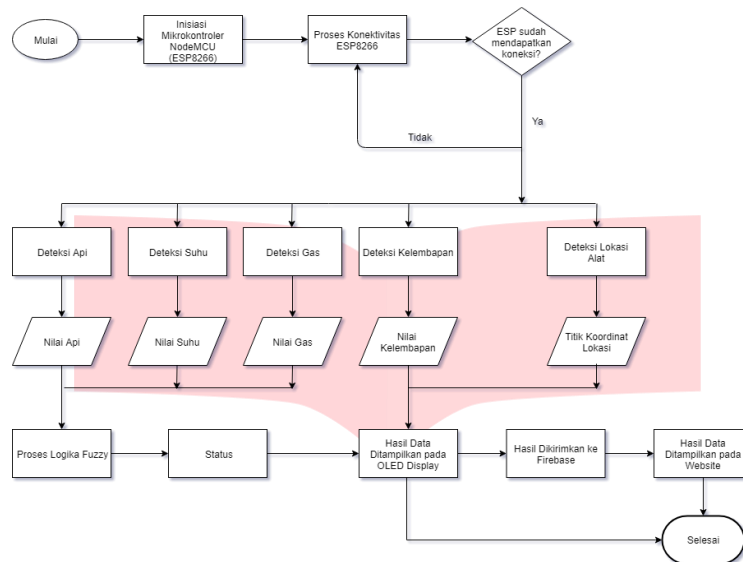


Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dijelaskan bahwa tujuan dari perancangan Pendeteksi Kebakaran adalah untuk mendapatkan status pemantauan kondisi keamanan kebakaran suatu ruangan yang diakses melalui

media website. Ruangannya yang digunakan untuk implementasi Proyek Akhir ini yaitu Dapur. Data pemantauan kondisi keamanan kebakaran dapur yang diperoleh meliputi pendeteksian api, suhu, dan kelembapan. Nilai keluaran yang didapatkan oleh hardware akan dikirim ke Firebase Realtime Database dan ditampilkan dengan media website serta indikator OLED Display pada sisi hardware. Apabila suatu ruangan memiliki kondisi potensi kebakaran yang terdeteksi melalui hardware pada Sistem Pendeteksi Kebakaran maka sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi berupa e-mail kepada user.

3.1 Perancangan Sistem

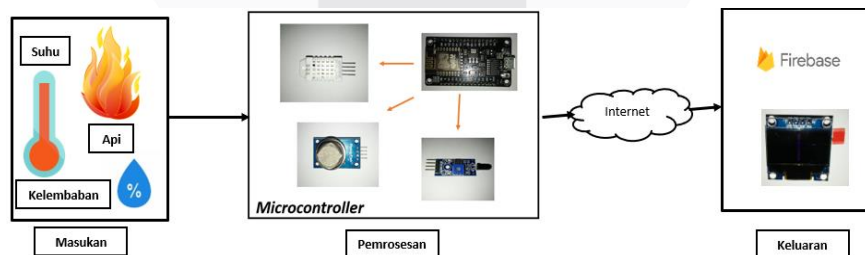


Gambar 3. 2 Flowchart Sistem Pendeteksi Kebakaran

Pada Gambar 3. 2 dijelaskan bahwa Sistem pendeteksi kebakaran ini dimulai dengan inialisasi variable pada pemrograman Sistem Pendeteksi Kebakaran. Selanjutnya, Sistem akan melakukan konektivitas ke jaringan Internet. Apabila Hardware telah tersambung ke jaringan Internet maka hardware akan melakukan pendeteksian api, suhu, gas, kelembapan, dan lokasi. Fuzzy logic menggunakan nilai pendeteksian api, suhu, dan gas sebagai crisp input. Hasil pemrosesan fuzzy logic akan menghasilkan status sebagai crisp output. Status fuzzy logic dengan nilai kelembapan dan lokasi ditampilkan pada OLED Display di sisi Hardware dan dikirimkan ke Firebase Realtime Database. Selanjutnya, data kondisi keamanan kebakaran akan ditampilkan pada media website.

3.2 Blok Diagram Hardware pada Sistem Pendeteksi Kebakaran

Adapun blok diagram *Hardware* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran seperti pada Gambar 3.3 berikut ini:

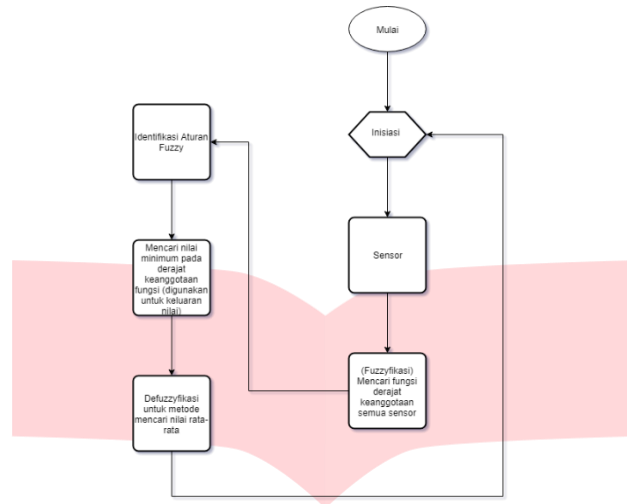


Gambar 3.3 Blok Diagram *Hardware* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran

Pada Gambar 3.3 dijelaskan blok diagram bagian *hardware* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran. Sistem pada *Hardware* memiliki komunikasi satu arah yaitu *Hardware* mendapatkan nilai masukan dari sensor berupa pendeteksian api, suhu, dan kelembapan. *Hardware* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran menggunakan *microcontroller NodeMCU ESP8266* sebagai pemrosesan data. Selanjutnya akan diproses pada mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* menggunakan *fuzzy logic* sebagai parameter algoritma pemrograman pada Sistem Pendeteksi Kebakaran. *NodeMCU ESP8266* terhubung dengan jaringan Internet yang telah disediakan dengan operator tiga. Data pemantauan pendeteksian api, suhu, dan kelembapan yang diperoleh oleh *Hardware* akan ditampilkan pada *OLED Display* dan dikirimkan ke *Firebase Realtime Database*.

3.3 Perancangan Fuzzy Logic

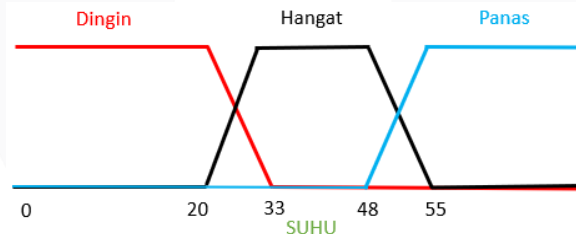
Metode *Fuzzy Logic* yang digunakan pada Sistem Pendeteksi Kebakaran yaitu metode *Sugeno. Fuzzy Logic* ini digunakan untuk memproses data hasil pengukuran dari sensor *DHT22* berupa suhu, *MQ-2* berupa gas, *Flame* berupa api. Hasil *defuzzyfikasi* pada suhu, gas, dan api merupakan parameter untuk kondisi keamanan kebakaran pada Sistem Pendeteksi Kebakaran di Dapur. Tahapan proses metode *fuzzy logic* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran seperti pada Gambar 3.4 berikut ini:



Gambar 3. 4 Proses Metode Fuzzy Logic

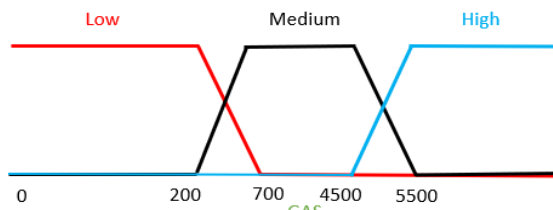
3.3.1 Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan proses sistem perubahan nilai data dari setiap sensor Sistem Pendeteksi Kebakaran menjadi bentuk himpunan *fuzzy* berdasarkan fungsi keanggotaannya. *Hardware* mendapatkan nilai suhu, kelembapan, dan api sebagai *crisp input* pada *fuzzy logic*. Selanjutnya, *fuzzyfikasi* akan membuat fungsi keanggotaan dan menentukan banyaknya *linguistic variable*. Berdasarkan fungsi keanggotaan tersebut akan dapat diketahui nilai derajat keanggotaan setiap *variable* dalam himpunan *fuzzy* yang telah dibuat berdasarkan fungsi keanggotaannya. *Fuzzyfikasi* suhu seperti pada Gambar 3.5 berikut ini:



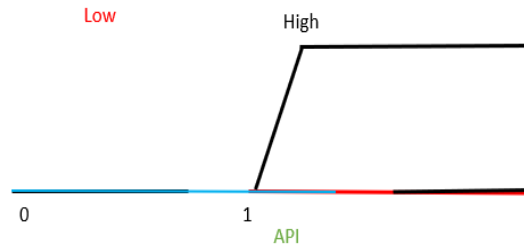
Gambar 3. 5 Fuzzyfikasi Suhu

Pada Gambar 3.5 menjelaskan bahwa hasil dalam bentuk grafik dari fungsi keanggotaan suhu yang digunakan memiliki 3 *variabel linguistic* yaitu Dingin, Hangat dan Panas. Dengan *range* nilai dingin dari 0° C sampai 20°C, *range* nilai hangat diantara 20°C sampai dengan 55°C dan *range* nilai panas diatas 48°C. *Fuzzyfikasi* gas seperti pada Gambar 3.6 berikut ini:



Gambar 3. 6 Fuzzyfikasi Gas

Pada Gambar 3.6 menjelaskan bahwa hasil dalam bentuk grafik dari fungsi keanggotaan gas yang digunakan memiliki 3 variabel linguistic yaitu *Low*, *Medium* dan *High*. Dengan range *Low* dari 0° C sampai 200° C, range *medium* diantara 200° C sampai dengan 5500° C dan range nilai panas diatas 4500° C. Fuzzyfikasi api seperti pada Gambar 3.7 berikut ini:



Gambar 3. 7 Fuzzyfikasi Api

Pada Gambar 3.7 menjelaskan bahwa hasil dalam bentuk grafik dari fungsi keanggotaan api yang digunakan memiliki 2 variabel linguistic yaitu *Low* dan *High*. Dengan range *Low* sebesar 0 dan range nilai *High* sebesar 1.

3.3.2 Fuzzy Rules

Fuzzy Rules dibuat berdasarkan logika, intuisi serta percobaan *try and error* setelah melakukan tes manual terhadap perubahan suhu, gas dan api di Dapur yang akan digunakan. *Fuzzy rules* bersifat subjektif. *Fuzzy rules* digunakan untuk menghubungkan antara variabel-variabel masukan dengan variabel-variabel keluaran. Aturan ini berbentuk *if-then rules*. Tabel *Fuzzy Rules* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran seperti pada Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3. 1 Fuzzy Rules

Api	Suhu	Gas	Output
0	0	0	Safe
0	0	1	Safe
0	0	2	Warning
0	1	0	Safe
0	1	1	Warning
0	1	2	Warning
0	2	0	Warning
0	2	1	Warning
0	2	2	Warning
1	0	0	Safe
1	0	1	Warning
1	0	2	Warning
1	1	0	Safe
1	1	1	Warning
1	1	2	Danger
1	2	0	Warning
1	2	1	Warning
1	2	2	Warning

Api	Suhu	Gas	Output
1	1	1	Danger
1	1	2	Danger
1	2	0	Danger
1	2	1	Danger
1	2	2	Danger
2	0	0	Safe
2	0	1	Warning
2	0	2	Warning
2	1	0	Safe
2	1	1	Warning
2	1	2	Danger
2	2	0	Warning
2	2	1	Warning
2	2	2	Warning

Berdasarkan Tabel 3.1 diatas menunjukkan bahwa terdapat 27 kondisi pada Sistem Pendeteksi Kebakaran yang dibuat untuk menentukan status keamanan kebakaran pada Dapur. Penentuan kondisi pada fuzzy rules seperti pada Tabel 3.2 berikut ini:

Tabel 3. 2 Threshold Fuzzy Rules

THRESHOLD			
	LOW	MEDIUM	HIGH
SUHU	< 20 °C	33-48°C	> 55°C
FIRE	0		1
GAS	< 200 ppm	200 - 5000 ppm	> 5000 ppm

3.3.3 Defuzzyfikasi

Proses *defuzzyfikasi* menggunakan metode *weighted average*. Metode *weighted average* merupakan metode pengambilan rata-rata menggunakan pembobotan dari *fuzzy set* berupa derajat keanggotaan. Persamaan defuzzyfikasi seperti berikut ini:

$$y^* = \frac{\sum \mu(y)y}{\mu(y)}$$

Dimana y adalah nilai crips dan $\mu(y)$ adalah derajat keanggotaan dari nilai *crisp* y . Tahap terakhir dari *fuzzy logic* yaitu *defuzzyfikasi*. Setelah dibuat *rules* tersebut maka akan muncul grafik yang menyatakan hasil yang diharapkan berdasarkan *fuzzy rules* dan nilai masukan yang difuzzyfikasi sebelumnya. *Range* nilai akhir defuzzyfikasi seperti pada Tabel 3.3 berikut ini:

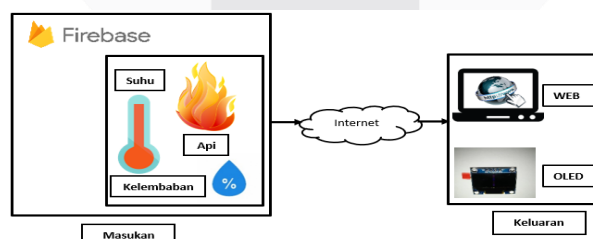
Tabel 3. 3 Range Nilai Akhir Defuzzyfikasi

Range Defuzzyfikasi	Status
0.66 s/d 1	Safe
0.33 s/d 0.66	Warning
0 s/d 0.33	Danger

Berdasarkan Tabel 3.3 pengelompokkan kondisi status keamanan kebakaran terdiri dari *Safe* dengan *range defuzzyfikasi* sebesar 0.66 – 1, *Warning* dengan *range defuzzyfikasi* sebesar 0.33 – 0.66, dan *Danger* dengan *range defuzzyfikasi* sebesar 0 – 0.33.

3.5. Blok Diagram Software pada Sistem Pendeteksi Kebakaran

Adapun blok diagram *Software* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran seperti pada Gambar 3.18 berikut ini:

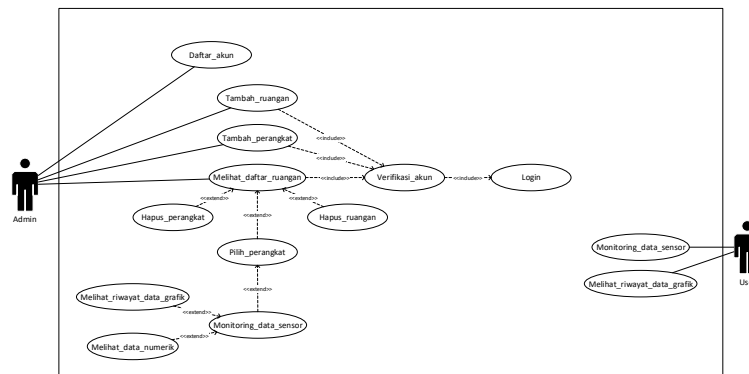


Gambar 3.4 Blok Diagram Software pada Sistem Pendeteksi Kebakaran

Pada Gambar 3.18 dijelaskan blok diagram bagian *Software* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran. *Software* pada Sistem pendeteksi kebakaran berupa media *website* dan oled. *Website* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran ini berfungsi sebagai media informasi pemantauan kondisi keamanan kebakaran pada Dapur. Nilai masukan pada *website* berasal dari *Firestore Realtime Database* yang meliputi data pendeteksian api, suhu, dan kelembaban yang dikirimkan oleh *Hardware*. Sedangkan oled menampilkan data pendeteksian api, suhu, dan kelembaban secara *offline*.

3.6. Use Case Diagram

Adapun *Use Case Diagram* pada bagian *Software* di Sistem Pendeteksi Kebakaran seperti pada Gambar 3.21 berikut ini:



Gambar 3. 5 Use Case Diagram

Berdasarkan Gambar 3. 21 dapat dijelaskan terkait alur dari *website* pada Sistem Pendeteksi Kebakaran yang meliputi sebagai berikut:

1. *Admin* dapat melihat data *Hardware* yang telah terinstalasi, serta mengetahui indikator keamanan kebakaran dari Dapur yang telah terinstalasi *Hardware*. Pengelolaan data keamanan kebakaran dan *Hardware* sebagai *admin* tersebut dapat dilakukan setelah *login* sebagai *admin*.
2. *User* dapat melihat data-data sensor yang berada di seluruh ruangan, aksi ini dapat dilakukan setelah melakukan *login* pada halaman *website* khusus *user*.

4. Pengujian

4.1 Skenario Pengujian

Tahapan pengujian pada *Hardware* dan *Software* dilakukan untuk mengetahui sistem yang telah dirancang pada *Hardware* dan *Software* untuk Sistem Pendeteksi Kebakaran dapat berjalan sesuai dengan Perancang. Pengujian fungsionalitas dilakukan dengan metode menguji seluruh sensor dengan alat pembanding yang sesuai untuk mengukur keakuratan data yang dikirim oleh sensor.

Tabel 4.1 Pengujian Sensor

Komponen	Alat Ukur Pembanding
DHT-22	Thermo-Hygrometer
Flame Sensor	Lilin
MQ-2	Smoke Detector

4.2 Pengujian Nilai Kesalahan pada Flame Sensor

Pada pengujian ini, setiap flame sensor dilakukan pengujian sebanyak 5 kali untuk melihat kesalahan ketepatan data flame sensor yang dikirim ke Firebase Realtime Database dengan data yang didapat oleh *Hardware* yang ditampilkan melalui Serial Monitor dalam mendeteksi Api. Pengujian kesalahan ketepatan data flame sensor seperti Tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2 Pengujian Kesalahan Ketepatan Data *Flame Sensor*

Flame Sensor Ke-	Kondisi	Firestore Realtime	Serial Monitor	Hasil
1	Terdapat Api	1	1	Sesuai
	Tidak Ada Api	0	0	Sesuai
2	Terdapat Api	1	1	Sesuai
	Tidak Ada Api	0	0	Sesuai
3	Terhadap Api	1	1	Sesuai
	Tidak Ada Api	0	0	Sesuai

Hasil pengujian kesalahan ketepatan data *flame sensor* sesuai dengan Tabel 4.2 maka nilai kesalahan ketepatan data sebesar 0 %.

4.3 Pengujian Jarak Flame Sensor Terhadap Objek Api

Pengujian jarak flame sensor terhadap objek api bertujuan untuk mengetahui jarak maksimal yang dapat dideteksi flame sensor terhadap objek api. Flame sensor telah tersambung ke NodeMCU ESP8266 dan hasil dari pengujian jarak flame sensor terhadap objek api di tampilkan pada serial monitor dan dikirim ke firebase realtime database. Pengujian dilakukan menggunakan alat bantu lilin dengan kelipatan jarak sebesar 10 cm hingga flame sensor tidak mendeteksi api yang terdapat pada lilin tersebut. Lilin diletakkan lurus sejajar terhadap flame sensor. Adapun hasil dari pengujian jarak flame sensor dengan api seperti pada Tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Pengujian Jarak Maksimal Flame Sensor ke Objek Api

Jarak (cm)	Status	Jarak (cm)	Status
10	1	70	1
20	1	80	1
30	1	90	1
40	1	100	1
50	1	110	0
60	1	120	0

Status "1" menandakan *flame sensor* mendeteksi adanya objek api. Status "0" menandakan *flame sensor* tidak mendeteksi adanya objek api. Berdasarkan Tabel 4.3 Pengujian jarak maksimal pada *Flame Sensor* dalam mendeteksi objek api sebesar 100 cm.

4.4 Pengujian Nilai Kesalahan pada DHT-22

Pengujian dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembapan pada Dapur dengan alat pembanding *Thermometer*. Pengujian nilai kesalahan pada sensor DHT-22 bertujuan untuk mengetahui nilai kesalahan pembacaan suhu dan kelembapan pada sensor DHT-22 Nilai kesalahan didapatkan dengan mencari selisih kesalahan pengukuran suhu dan kelembapan pada *Sensor DHT-22* dan *Thermometer*. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan akan ditampilkan pada *OLED Display di Hardware*. Hasil pengujian kesalahan pembacaan sensor DHT-22 sesuai dengan Tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.4 Pengujian Nilai Kesalahan Suhu Pada Sensor DHT-22

Pengujian	Suhu OLED Dsiplay (°C)	Suhu Thermometer (°C)	Persentase Kesalahan Suhu (%)
1	25.4	25.2	0.79
2	36.8	37	0.54
3	38.1	38.9	2.05
4	37.6	38.2	1.57
5	25.8	26.1	1.14
Rata-rata Kesalahan Suhu			1.21

Tabel 4.5 Pengujian Nilai Kesalahan Kelembapan Pada Sensor DHT-22

Pengujian	Kelembapan OLED Display (°C)	Kelembapan Thermometer (°C)	Persentase Kesalahan Kelembapan (%)
1	64	62	3.22
2	60	67	10.44
3	60	73	17.8
4	60	72	16.66
5	60	69	13.04
Rata-rata Kesalahan Kelembapan			12.23

Berdasarkan Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 menampilkan nilai kesalahan pembacaan suhu sebesar 1.21 % dan nilai kesalahan pembacaan kelembapan sebesar 12.23 % pada *Sensor DHT-22*.

4.5 Pengujian Nilai Kesalahan Pada MQ-2

Pengujian dilakukan dengan mengukur gas pada Dapur dengan alat pembanding *Smoke Detector*. Pengujian nilai kesalahan pada sensor MQ-2 bertujuan untuk mengetahui nilai kesalahan pembacaan gas pada sensor MQ-2. Nilai kesalahan didapatkan dengan mencari selisih kesalahan pengukuran gas pada *Sensor MQ-2* dan *Smoke Detector*. Hasil pengukuran gas akan ditampilkan pada *OLED Display* di *Hardware*. Hasil pengujian kesalahan pembacaan sensor MQ-2 sesuai dengan Tabel 4.6 dibawah ini:

Tabel 4.6 Pengujian Kesalahan Pada MQ-2

Pengujian	Gas pada OLED Display (ppm)	Gas pada Smoke Detector (ppm)	Persentase Kesalahan Kelembapan (%)
1	77	86	10.46
2	136	276	50.72
3	1067	999	6.8
4	223	336	33.63
5	583	670	12.98
Rata-rata Kesalahan Kelembapan			22.19

Hasil yang didapatkan berdasarkan Tabel 4.6 terkait Pengujian kesalahan pembacaan gas pada *Sensor MQ-2* sebesar 22.19 %.

4.6 Pengujian Kondisi Fuzzy

Pengujian dilakukan dengan mengukur mendapatkan kondisi akhir dari *defuzzyfikasi* pada Dapur. Pengujian nilai akhir kondisi *fuzzy* bertujuan untuk mengetahui status keamanan kebakaran. Hasil pengujian kondisi *fuzzy* seperti pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4. 7 Pengujian Kondisi Fuzzy

Api	Suhu	Gas	Nilai Akhir	Status
0	23.5	0	1	Safe
0	23.6	0	1	Safe
0	25.8	100	1	Safe
0	35	200	1	Safe
1	38.1	235	0.93	Warning
0	42	600	0.6	Warning
0	41	1000	0.5	Warning
0	45.3	1500	0.5	Warning
0	45.7	400	0.8	Warning
0	45.8	600	0.2	Danger
1	52.1	803	0	Danger
0	52.2	100	0.7	Warning
0	52.4	0	0.69	Warning
0	54.8	0	0.51	Warning
0	55	1047	0.5	Warning
1	56	1008	0	Danger
1	56.2	900	0	Danger

Berdasarkan Tabel 4.7 didapatkan kondisi status sesuai dengan nilai akhir yang didapatkan berasal dari proses defuzzyfikasi dari suhu, gas, dan api.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database dalam Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database dapat mendeteksi suhu dengan kesalahan 1.21 % dan kelembapan dengan kesalahan 12.23%
2. Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database dapat mendeteksi gas dengan kesalahan sebesar 22.19%.
3. Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database dapat mendeteksi api dengan kesalahan sebesar 0%.

5.2. Saran

Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database diharapkan dapat dikembangkan dengan tujuan penelitian dan pengimplementasian. Adapun saran penulis adalah sebagai berikut:

1. Website pada Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database dibuat dengan sistem operasi berbasis android dan IOS.
2. Membuat sistem minimum pada Hardware untuk Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database.
3. Penambahan fitur IP Camera pada Perancangan dan Implementasi Sistem Pendeteksi Kebakaran dengan Menggunakan Realtime Database.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Antony, M., n.d. Teori Api, Jakarta: Pusdiklat Khusus Pelaut Pertamina. M. Zeng, A. S. Andrenko. 2017.
- [2] A. Pratama. 2016. "HTML Uncover,".
- [3] Developers, Google. 2017. "Firebase Realtime Database." Situs: <https://firebase.google.com/docs/database/>
- [4] Developers, Mozilla. 2018. "Introduction to the DOM". Situs: https://developer.mozilla.org/enUS/docs/Web/API/Document_Object_Model/Introduction. Diakses tanggal 28 Juni 2018.
- [5] Developers, Dinas Pencegahan Dan Penanggulangan Kebakaran Kota Bandung, 2017. "Data Kebakaran Kota Bandung" Situs: <http://data.bandung.go.id/dataset/data-kebakaran-kota-bandung>. Diakses tanggal 20 Desember 2018
- [6] F. Purwanto, E. Utami. 2018. "Design of Server Room Temperature and Humidity Control System using Fuzzy Logic Based on Microcontroller".
- [7] K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin. 2015. "THE INTERNET OF THINGS: AN OVERVIEW. Understanding the Issues and Challenges of a More Connected World.".
- [8] LePage, Pete. 2018. "Dasar-Dasar Desain Web Responsif". Situs: <https://developers.google.com/web/fundamentals/design-and-ux/responsive/?hl=id>.
- [9] O. Giandi. 2018. "Prototype of Fire Symptom Detection System"
- [10] Robotshop. Flame Sensor, Product Manual. Retrieved from <https://www.robotshop.com/media/files/pdf/manual-h-elc-sen-env-1.pdf>
- [11] Seeed, Grow the Difference, "Grove - Gas Sensor (MQ2) User Manual". Retrieved from <https://docs.particle.io/assets/datasheets/electronsensorkit/MQ-2.pdf>

- [12] S. Balandin, S. Andreev, and Y. Koucheryavy. 2013. "Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking".
- [13] Sparkfun. (n.d.). Digital-output relative humidity & temperature sensor/module. Retrieved from www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf
- [14] Sunyoto, Andi. 2007. AJAX Membangun Web dengan Teknologi Asynchronous Javascript dan XML. Yogyakarta: Andi.
- [15] Suyanto, ST, MSC, Februari 2011, Artificial Intelligence Searching, Reasoning, Planning dan Learning, Informatika Bandung.
- [16] S SYSTECH. Advance Information SSD1306 128 x 64 Dot Matrix OLED/PLED Segment/Common Driver with Controller. Retrieved from <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf>

