

## **IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY UNTUK MENCEGAH KEBAKARAN PADA LINGKUNGAN RUMAH TANGGA**

**Suzuki Syofian<sup>1</sup>, Timor Setiyaningsih<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Dosen Jurusan Teknik Informatika Universitas Darma Persada

### **Abstrak**

*Bahaya kebakaran bisa terjadi di manasaja, dimana ada api disitu terdapat potensi terjadinya kebakaran. Dalam lingkungan rumah tangga pemanfaatan api banyak digunakan untuk menunjang kebutuhan sehari-hari yaitu untuk memasak. Rumah tangga modern banyak menggunakan kompor gas untuk menyalakan api. Gas yang mudah terbakar dengan api bertemu menjadikan resiko terjadinya kebakaran semakin meningkat. Kebocoran gas sering terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini membuat masalah dalam penggunaan gas apabila terjadi kebocoran. Untuk itu diperlukan sistem pendeteksi kebocoran gas agar dapat mendeteksi secara dini kejadian kebocoran pada tabung gas Liquefied Petroleum Gas (LPG). Ketika terdeteksi kebocoran pada tabung gas LPG maka sistem akan mengaktifkan kipas, buzzer, dan menyalakan LED sebagai peringatan status bahaya. Kipas akan mengeluarkan kadar gas LPG di sekitar tabung sehingga terjadi penurunan kadar gas LPG. User akan menerima sms dan atau notifikasi pada perangkat berbasis Android sehingga dapat menerima pemberitahuan dimanapun secara real-time. User dapat memantau kondisi suhu dan kadar gas LPG melalui browser. Komponen modul pada prototipe terdiri dari microcontroller Arduino Uno, sensor gas MQ-6, sensor suhu LM35, buzzer 5v, LED 3 warna, kipas 5v, Ethernet Shield, Sensor Shield, dan Module SIM. Fuzzy logic digunakan untuk mendeteksi tingkat kebocoran dari gas. Prototipe ini memiliki tampilan yang sederhana dan sistem pencegahan ledakan secara otomatis sehingga mudah dan aman digunakan oleh user.*

**Keyword :** *Microcontroller, LPG, Arduino Uno, Fuzzy logic*

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

*Liquefied Petroleum Gas (LPG) memiliki karakteristik yang mudah terbakar dan berat jenis yang lebih besar dari udara sehingga sulit untuk mendeteksi gas tersebut apabila terjadi kebocoran, dikarenakan gas ini akan terakumulasi pada bagian bawah ruangan serta mudah terbakar dengan adanya sumber *ignition*. Berita kebakaran pun sering terdengar sebagai akibat tabung gas LPG meledak. Meledaknya tabung gas ini disebabkan oleh banyak faktor seperti kebocoran pada selang, tabung atau pada regulatornya yang tidak terpasang dengan baik. Pada saat terjadi kebocoran akan tercium gas yang menyengat. Gas inilah yang nantinya akan meledak apabila ada sulutan atau percikan api, atau adanya nyala rokok. (Widyanto & Erlansyah, 2014)*

Pusat Laboratorium Forensik (Puslabfor) Mabes Polri menyatakan, kasus ledakan yang dipicu oleh tabung gas LPG ukuran 3 Kg di Indonesia disebabkan oleh beberapa faktor, seperti tabung mengalami korosi, pengoplosan tabung yang menimbulkan kerusakan pada aksesoris, kualitas suku cadang tabung gas yang tidak sesuai SNI (Standard Nasional Indonesia).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nicholas Pantano pada tahun 2011 hingga 2012 yang berjudul *Real Time Operating System on Arduino*. Penelitian ini meneliti tentang utilitas penjadwalan RTOS pada *arduino uno* yang didemonstrasikan dengan menggunakan 3 sensor. Penelitian ini berhasil melakukan penjadwalan yang sesuai dengan penjadwalan preemptif yang diprioritaskan.

Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No: 1971/26/MEM/2007 tanggal 22 Mei 2017, pemerintah mencanangkan konversi dari minyak bumi (minyak tanah) menjadi gas alam (LPG). Peraturan ini mendorong masyarakat beralih menggunakan LPG untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari - hari. Harga yang ekonomis dan teknis penggunaan yang efisien dinilai menjadi faktor utama penerapan LPG di Indonesia. (Indanus Ramadhan, Lavana, dkk, 2017).

Berdasarkan permasalahan yang ada akan dirancang sebuah sistem yang mampu mendeteksi kebocoran gas LPG dan tingkat bahaya kebocorannya berdasarkan kadar gas di udara dan suhu pada sekitar tabung gas dengan menggunakan metode *fuzzy sugeno*. Prototipe pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang akan diimplementasikan dengan metode fuzzy yang digunakan untuk menentukan tingkat bahaya kebocoran gas dan RTOS yang digunakan sebagai penjadwalan tugas.

## 1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan masalah : “Bagaimana implementasi algoritma fuzzy sugeno untuk mencegah kebakaran?”.

## 1.3. Batasan Masalah

Berdasarkan topik pembahasan di atas, masalah akan dibatasi dengan penggunaan perangkat; Arduino menggunakan tipe Uno; Sensor gas menggunakan tipe MQ-6; Sensor suhu menggunakan tipe LM35 ; Gas Cartridge GC-020.

## 1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk merancang dan membangun aplikasi pendeteksi kebocoran pada tabung gas LPG dengan menggunakan sensor pendeteksi gas LPG, suhu dan *Arduino Uno* yang tersambung ke internet untuk mendeteksi kebocoran tabung gas LPG, kemudian data akan disimpan pada sebuah *database*, sehingga data tersebut dapat diolah menjadi sebuah pemberitahuan dini kebocoran tabung gas LPG.

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Mampu mendeteksi kebocoran pada tabung gas LPG.
2. Manpu mencegah terjadinya ledakan tabung gas LPG.
3. Pemberitahuan dini kepada pemilik tabung gas LPG.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 LPG (*Liquefied Petroleum Gas*)

LPG adalah kependekan dari *Liquefied Petroleum Gas*. LPG merupakan istilah generik untuk campuran hidrokarbon etana dan butana dalam bentuk cairan di bawah tekanan

sedang pada suhu kamar. Di Indonesia tersedia dua jenis LPG, yaitu LPG campuran (umumnya untuk memasak) dan LPG Propana. Pada jenis LPG untuk memasak, komponen utamanya adalah gas propana (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) dan butana (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) lebih kurang 99% dan selebihnya mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil. Dengan menambahkan tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair, sehingga dapat disebut sebagai bahan bakar gas cair.

LPG berupa gas dan dapat dicairkan pada tekanan di atas 5 Kg/cm<sup>2</sup>. Volume LPG dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu LPG dipasarkan dalam bentuk cair. Sifat lain adalah LPG lebih berat dibanding udara, karena butana dalam bentuk gas mempunyai berat jenis dua kali berat jenis udara biasa.

Sesuai dengan konsep segitiga api, untuk tercapainya kondisi terbakar atau meledak harus terdapat atau memenuhi 3 unsur, yaitu;

1. Hidrokarbon (BBM atau BBG).
2. Oksigen (O<sup>2</sup>).
3. Panas atau Bunga Api (Korek api, pematik api, elektrik statis, dll)

## 2.2 Arduino Uno

Arduino adalah platform elektronik *open-source* yang berbasis pada perangkat lunak dan perangkat lunak yang mudah digunakan. Papan Arduino dapat membaca input - menerangi sensor, *push-button*, atau pesan Twitter - dan mengubahnya menjadi output - mengaktifkan motor, menyalakan LED, menerbitkan sesuatu secara online. Anda dapat memberi tahu dewan Anda apa yang harus dilakukan dengan mengirim satu set instruksi ke mikrokontroler di papan tulis. Untuk melakukannya, Anda menggunakan bahasa pemrograman Arduino (berdasarkan Wiring), dan Arduino Software (IDE), berdasarkan Pemrosesan.

## 2.3 Sensor Gas MQ-6

Sensor gas MQ-6 digunakan untuk mendeteksi gas LPG. Sensor ini sangat mudah penggunaannya dan hemat dalam penggunaan pin digital mikrokontroler. Sensor ini menggunakan alat pemanas kecil dengan sensor elektrok kimiawi yang bereaksi dengan beberapa jenis gas, yang kemudian mengeluarkan keluaran berupa tingkat densitas gas yang terdeteksi. Sangat cocok untuk sejumlah aplikasi yang mengharuskan untuk melakukan pendeteksian kadar gas.

## 2.4 Sensor LM35

Sensor LM35 digunakan untuk mendeteksi suhu sekitar dalam satuan celcius. IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear berpadanan dengan perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar 10 mV /°C yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV. IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari – 55°C

sampai dengan 150°C, IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indikator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus 60 mA dari *supply* sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C di dalam suhu ruangan. Sensor suhu LM35 berfungsi untuk mengubah besaran fisis yang berupa suhu menjadi besaran elektri tegangan. Sensor ini memiliki parameter bahwa setiap kenaikan 1°C tegangan keluarannya naik sebesar 10 mV dengan batas maksimal keluaran sensor adalah 1,5 V pada suhu 150°C.

## 2.5 Buzzer

Blok rangkaian *driver* berfungsi sebagai penggerak dari *alarm*. *Alarm* akan aktif ketika sebuah sinyal gerbang berlogika tinggi (1) dikeluarkan mikrokontroler ke *driver alarm*. Sinyal tersebut akan mengaktifkan *transistor* sehingga arus dari kolektor akan tersalur ke emitor. Terhubungnya transistor tersebut akan memberikan daya ke *alarm* untuk aktif (saklar *transistor*).

## 2.6 Logika Fuzzy

Logika fuzzy merupakan salah satu 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.

Kusumadewi (2013, h. 98) menyatakan fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana keluaran (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Model sugeno menggunakan fungsi keanggotaan *Singleton* yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai *crisp* tunggal dan 0 pada nilai *crisp* yang lain.

### 2.8.1 Operasi Himpunan Fuzzy

Operasi himpunan fuzzy digunakan untuk mengkombinasi dan memodifikasi himpunan fuzzy. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan sering dikenal dengan nama fire strength atau  $\alpha$ -cut. Ada tiga operator dasar yang diciptakan oleh Zadeh, yaitu: AND, OR, dan NOT.

### 2.8.2 Model Fuzzy Sugeno Orde-Nol

Secara umum bentuk model inferensi fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

$$\begin{aligned} &IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \\ &THEN z = k \end{aligned}$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke- $i$  sebagai anteseden, dan  $k$  adalah suatu konstanta (bersifat *crisp*) sebagai konsekuen.

### 2.8.3 Model Fuzzy Sugeno Orde-Satu

Secara umum bentuk model inferensi fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \text{ o } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ o } \dots \text{ o } (x_N \text{ is } A_N) \\ THEN z = p_1 * x_1 + p_2 * x_2 + \dots + p_N * x_N + q$$

Dengan  $A_i$  adalah himpunan fuzzy ke- $i$  sebagai anteseden, dan  $p_i$  adalah suatu konstanta ke- $i$  dan  $q$  juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

### 3. ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

#### 3.1 Analisa Kebutuhan

Menurut Ian Sommerville (2011, p30), dijelaskan bahwa pada tahap ini dilakukan analisa kebutuhan sistem sebagai acuan pengembangan spesifikasi sistem. Berdasarkan analisis kebutuhan, menghasilkan beberapa kebutuhan sistem yaitu :

Perangkat keras yang dibutuhkan pada sistem adalah *microcontroller*, sensor, dan alat pencegah ledakan. *Microcontroller* sebagai pusat pengelola data dan alat pencegah ledakan. Sensor membaca nilai . *Microcontroller* mengaktifkan alat untuk mencegah ledakan saat terdeteksi kebocoran gas LPG.

#### 3.2 Perancangan Sistem

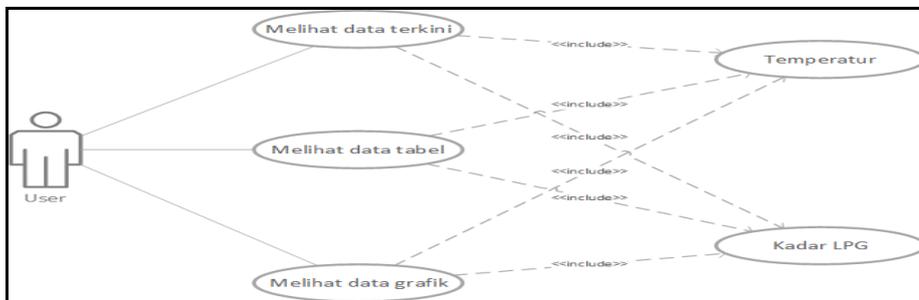
Menurut Ian Sommerville (2011, p30), dijelaskan bahwa pada tahap ini dilakukan perancangan sistem dibuat menggunakan *Unified Modelling Language* (UML) diagram. UML yang digunakan antara lain *Use Case Diagram*, *Sequence Diagram*, *Activity Diagram*, *State Machine Diagram*, dan *Deployment Diagram*.

##### 3.2.1 Use Case Diagram

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perancangan *use case* untuk aplikasi dan sistem monitoring.

##### 3.2.2 Use Case Aplikasi Monitoring

*Use case* ini menjelaskan interaksi user saat mengoperasikan aplikasi monitoring.



Gambar 3.1 Use Case Diagram Aplikasi Monitoring

##### 3.2.3 Use Case Sistem Monitoring

*Use case* berikut menggambarkan apa – apa saja yang dapat dilakukan oleh Arduino Uno sebagai sistem yang bertugas mengambil data dari pembacaan sensor yang

kemudian dikirimkan ke *database*. Sensor suhu membaca nilai suhu di sekitar tabung gas secara *real-time*. Sensor gas membaca kadar LPG yang dikeluarkan gas melalui tabung. Selanjutnya, aplikasi akan menampilkan pembacaan kedua sensor tersebut dalam bentuk tabel maupun grafik. *User* mendapatkan informasi mengenai keadaan tabung gas saat sistem pertama kali dinyalakan.



**Gambar 3.2** Use Case Diagram Sistem Monitoring Rancangan Tabel User

Berikut ini adalah spesifikasi dari tabel *user*.

**Tabel 3.1** Struktur Tabel *User*

Field	Tipe	Length	Keterangan
id	INT	10	Primary
username	VARCHAR	50	
password	VARCHAR	50	
nama_leng	VARCHAR	100	
email	VARCHAR	100	
no_telp	VARCHAR	20	
level	CHAR	20	
aktif	ENUM	N,Y	
foto_user	VARCHAR	50	
created_by	VARCHAR	50	
created_at	TIMESTAM		
update_by	VARCHAR	50	
update_at	TIMESTAM		

### 3.2.1 Rancangan Tabel Komponen

Berikut ini adalah spesifikasi dari tabel komponen.

**Tabel 3.2** Struktur Tabel Komponen

Field	Tipe	Length	Keterangan
id	INT	10	Primary
date	DATE TIME	50	
mq6	VARCHAR	50	
lm35	VARCHAR	50	
buzzer	VARCHAR	50	
kipas	VARCHAR	50	
led	VARCHAR	50	



**Tabel 3.4** Rule Berdasarkan Logika Fuzzy

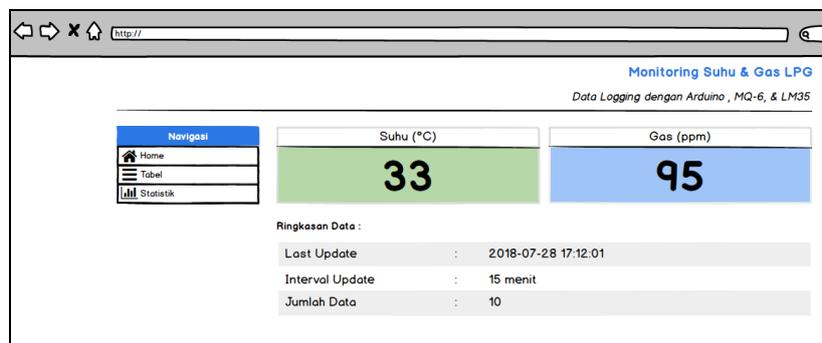
Aturan	Kadar Gas	Suhu	Kondisi
Rule0	Rendah	Normal	Normal
Rule1	Rendah	Hangat	Normal
Rule2	Rendah	Panas	Waspada
Rule3	Medium	Normal	Siaga
Rule4	Medium	Hangat	Siaga
Rule5	Medium	Panas	Waspada
Rule6	Tinggi	Normal	Waspada
Rule7	Tinggi	Hangat	Waspada
Rule8	Tinggi	Panas	Bahaya

### 3.4 Perancangan Tampilan

Tampilan website akan dibuat menjadi empat, yaitu halaman Login, halaman Home, halaman Profile, dan halaman Manajemen User. Sedangkan tampilan Android dibuat hanya menggunakan fitur *WebView*.

#### 3.4.1 Halaman Home

Pada halaman Home, menampilkan menu utama aplikasi dalam bentuk *header* untuk menginformasikan nama sistem di bagian atas, menu yang berada di bagian kiri dan konten di bagian tengah. Menu tersebut berisi Home untuk menampilkan halaman *home*, tabel untuk menampilkan tabel rekaman suhu, gas, dan kondisi, serta statistik ditampilkan rekaman suhu dan kadar gas menggunakan grafik berdasarkan *y-line* untuk nilai suhu dan kadar gas, serta *x-line* untuk menunjukkan waktu yang berjalan sejak alat diaktifkan.

**Gambar 3.5** Rancangan Halaman Home

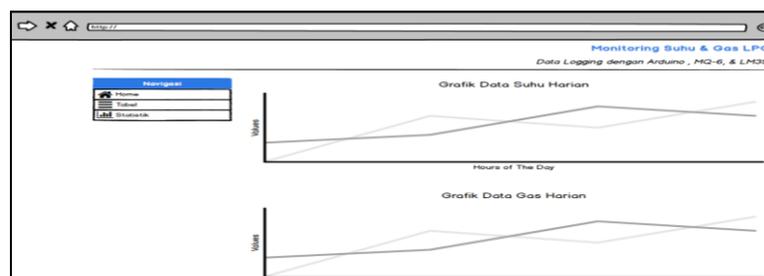
#### 3.4.2 Halaman Tabel

Pada halaman Tabel, menampilkan tabel yang berisi informasi tanggal, suhu, kadar gas, kondisi, buzzer, kipas, dan LED. *User* dapat mengetahui catatan pengukuran suhu selama sistem berjalan, tingkat kondisi terkini, dan komponen seperti *buzzer* dan/atau LED dan/atau kipas yang aktif saat itu. Halaman ini diakses dengan menekan menu Tabel di sebelah kiri halaman.

Gambar 3.6 Rancangan Halaman Tabel

### 3.4.3 Halaman Statistik

Pada halaman Statistik, informasi pengukuran suhu dan gas yang tercatat dalam rentang waktu per harian menggunakan grafik mengikuti *x-line* untuk pengukuran waktu yang berjalan dan *y-line* untuk mengukur kadar gas dan nilai suhu yang terbaca saat itu. Halaman ini memberikan kemudahan bagi *user* untuk mengetahui informasi suhu dan gas sebagai monitoring sistem. Halaman ini dapat diakses dengan menekan menu grafik di sebelah kiri halaman.

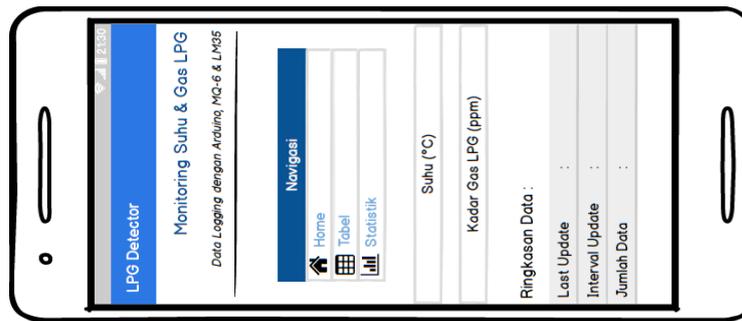


Gambar 3.7 Rancangan Halaman Statistik

Pada perancangan aplikasi diperlukan *database* yang memiliki tabel dengan beberapa *field*. Tabel\_log digunakan untuk menyimpan data pembacaan sensor suhu dan gas. Tabel\_log berisi kolom tanggal, suhu, dan gas.

### 3.4.4 Tampilan Fitur pada Perangkat Berbasis Android

Tampilan fitur pada perangkat berbasis Android, *user* dapat melihat setiap bagian dari halaman yang tersedia pada *web*. Dengan fitur ini, *user* dapat mengakses sistem monitoring sekalipun tidak berada di sekitar tabung gas LPG. Saat terjadi kebocoran gas, *user* akan menerima pemberitahuan melalui *sms* ketika perangkat dalam kondisi *offline*, sedangkan *user* akan menerima pemberitahuan melalui *sms* dan fitur notifikasi yang tersedia pada perangkat berbasis Android ketika berada dalam kondisi *online*.



**Gambar 3.8** Rancangan Tampilan Fitur pada Perangkat Berbasis Android

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1. Lingkungan Implementasi

Menjelaskan tentang implementasi sistem yang telah dilakukan ke dalam kode program, algoritma, tampilan antarmuka dan hasil keluaran (*output*). Pada tahap implementasi ini terdapat beberapa spesifikasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mendukung sistem pendeteksi kebocoran gas LPG menggunakan metode fuzzy sugeno berbasis Web. Dalam implementasinya aplikasi ini dapat dijalankan pada perangkat mobile dengan platform Android minimal versi *Kitkat* (4.4).

### 4.2. Hasil Uji Coba

Hasil uji coba dari sistem dan aplikasi sisi tampilan maupun program telah berjalan dengan baik. Arduino Uno dapat membaca nilai suhu dan kandungan LPG yang terintegrasi ke *database*, sehingga monitoring suhu dan kadar LPG dapat dilakukan melalui *browser* dan fitur Android.

Sistem menunjukkan beberapa kondisi saat pembacaan sensor suhu dan kadar LPG pada tabung gas LPG sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Tabel Uji Coba

Tanggal	Waktu	Suhu (°C)	Gas LPG (ppm)	Kondisi
10 Agustus 2018	15:38:30	28	155	Waspada
10 Agustus 2018	15:38:35	29	170	Waspada
10 Agustus 2018	15:39:00	27	310	Bahaya
10 Agustus 2018	15:39:10	33	290	Bahaya
10 Agustus 2018	15:39:15	31	125	Waspada

## 5. Kesimpulan

Aplikasi ini dirancang untuk dapat mendeteksi kebocoran tabung gas LPG. Ketika terjadi kebocoran gas, pengguna mengetahui kebocoran melalui notifikasi yang dikirimkan ke smartphone Android dan kipas akan membuang udara yang terkandung di sekitar tabung gas agar tidak terjadi ledakan. Sistem perangkat keras dibangun menggunakan *Arduino Uno*, sensor gas MQ-6 dan sensor suhu LM35 untuk membaca

data kondisi suhu dan kadar gas sekitar tabung. Sebagai tempat penyimpanan data, digunakan *database* MySQL yang sudah terkoneksi dengan sistem monitoring dan aplikasi *web*.

Dari penjelasan diatas, secara garis besar dapat disimpulkan :

1. Perintah untuk mengambil data menggunakan sensor dan mengirimkan ke *database*, dapat dilakukan dengan menggunakan PHP *script*.
2. Karena sensor yang dipakai tidak terlalu banyak, maka *database* yang diperlukan hanya cukup satu untuk menyimpan data yang diterima dari sensor.
3. Data suhu dan kadar gas LPG yang sudah terbaca ditampilkan dalam bentuk tabel maupun grafik pada aplikasi *web*.

### Saran

Berikut ini saran untuk pengembangan sistem dan aplikasi yaitu:

*Box-kit* dapat dibuat menyesuaikan bentuk dan ukuran *handguard* pada tabung gas LPG sehingga katup pada tabung gas LPG berdekatan dengan sensor gas MQ-6.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Kusumadewi, S. dan Purnomo, H, ***Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan Edisi 2***. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013
2. Ramadhan, L.I., Syaury, D. dan Prasetio, B.H, ***Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Metode Fuzzy yang Diimplementasikan dengan Real Time Operating System (RTOS)***. Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer. vol. 1, no. 11, h. 1206-1213, 2017
3. Sommerville, Ian, ***Software Engineering (Rekayasa Perangkat Lunak)***. Jakarta: Erlangga, 2011
4. Widyanto dan Erlansyah, D, ***Rancang Bangun Alat Deteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji Berbasis Arduino***. SEMINAR NASIONAL TEKNOLOGI INFORMASI & KOMUNIKASI TERAPAN 2014, Semarang, 2014