

RANCANG BANGUN KENDALI GAS UNTUK MENCEGAH KEBAKARAN AKIBAT KEBOCORAN LPG MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Insan Nurseha Aziz¹⁾ Harianto²⁾ Heri Pratikno³⁾

Program Studi/Jurusan Sistem Komputer

Institut Bisnis dan Informatika Stikom Surabaya

Jl. Raya Kedung Baru 98 Surabaya, 60298

Email: 1)azizinsan3@gmail.com, 2)hari@stikom.edu, 3)heri@stikom.edu

Abstrak: Angka konsumsi LPG untuk rumah tangga di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pemerintah Indonesia sendiri pernah memiliki program untuk mengganti penggunaan minyak tanah menjadi gas LPG pada tahun 2007. Namun ketergantungan terhadap LPG ini masih menimbulkan masalah, LPG yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sering kali mengalami kebocoran. Kebocoran gas tersebut sering mengakibatkan kebakaran dalam rumah, sehingga banyak masyarakat yang masih khawatir dalam penggunaan LPG. Berdasarkan latar belakang inilah penulis membuat rancang bangun kendali gas untuk mencegah kebakaran akibat kebocoran LPG menggunakan *fuzzy logic* berbasis *internet of things*. Rancang bangun ini menggunakan *Wemos D1 mini* karena merupakan modul *development board* yang berbasis *Wi-Fi*. Selain itu, rancang bangun ini dilengkapi dengan pemberian notifikasi kepada pemilik rumah dengan berbasis *Android* yaitu aplikasi Blynk, sehingga dapat dimonitoring dengan lebih mudah walaupun dengan jarak jauh, serta mampu memberikan tindakan antisipasi untuk mencegah kebakaran yang dikontrol menggunakan *fuzzy logic*. Sistem *Fuzzy sugeno* dapat diaplikasikan untuk mengatur kecepatan kipas dengan baik dan sesuai dari sistem yang telah dirancang. Aplikasi Blynk ini dapat digunakan secara jarak jauh maupun jarak dekat. Sistem *Fuzzy* yang digunakan pada alat kebocoran gas ini membutuhkan kecepatan rata-rata sebesar 0,465 ADC/detik untuk kembali pada kondisi nilai ADC sebelum ada gas.

Kata kunci: LPG, Blynk, *Fuzzy Logic*, *Monitoring*

PENDAHULUAN

Energi memiliki peran yang sangat penting pada setiap aspek kehidupan. Hal ini yang menyebabkan ketergantungan terhadap energi di Indonesia sudah mencapai angka yang sangat tinggi. Salah satu energi yang menjadi aspek penting yaitu LPG (*Liquified Petroleum Gas*). LPG tersusun dari berbagai unsur *hidrokarbon* yang sudah ditambahkan tekanan dan diturunkan suhunya sehingga menjadi cairan (Mendonca S, et al., 2013).

Angka konsumsi LPG untuk rumah tangga di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pemerintah Indonesia sendiri pernah memiliki program untuk mengganti penggunaan minyak tanah menjadi gas LPG pada tahun 2007. Hal inilah yang mendasari maraknya penggunaan LPG untuk rumah tangga. Namun, ketergantungan terhadap LPG ini masih menimbulkan adanya masalah. LPG

yang digunakan untuk kebutuhan rumah tangga sering kali mengalami kebocoran. Kebocoran gas tersebut sering mengakibatkan kebakaran dalam rumah, sehingga banyak masyarakat yang masih khawatir dalam penggunaan LPG.

Menurut Badan Perlindungan Konsumen Nasional, kasus ledakan gas LPG terus meningkat dari tahun 2007 hingga 2010 dari 5 kasus hingga mencapai 33 kasus (Badan Perlindungan Konsumen Nasional, 2010). Ledakan gas tersebut diakibatkan oleh asesoris di antaranya regulator, selang gas, karet maupun katup yang dibawah standar, serta pemasangan yang tidak sempurna (Mendonca S, et al., 2013).

Sebelumnya, telah dilakukan beberapa penelitian untuk permasalahan ini. Salah satu penelitian tersebut dilakukan oleh Bambang Eko Soemarsono, et al. pada tahun 2015. Penelitian tersebut membuat suatu rancangan pendeteksi kebocoran gas LPG. Rancang bangun tersebut

menggunakan sensor HS-133 dan mikrokontroler ATmega 8535 serta menggunakan buzzer dan SMS (*Short Message Service*) sebagai media notifikasi (Soemarsono, et al., 2015). Selain itu, Desi Nurnaningsih juga melakukan hal serupa pada tahun 2018. Penelitian tersebut memanfaatkan sistem SMS Gateway dengan sensor MQ-2 sebagai pendeteksi gasnya (Nurnaningsih, 2018).

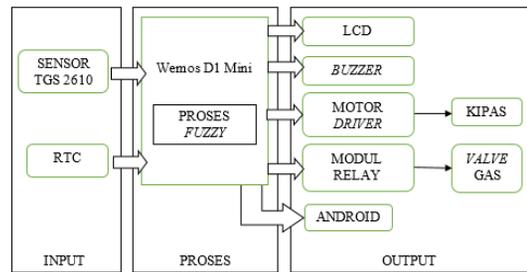
Adapun penelitian lainnya dilakukan oleh Aditya Bram Wiratma pada tahun 2016. Penelitian tersebut memanfaatkan teknologi *Wireless Sensor Network*. *Hardware* utama yang digunakan berupa mikrokontroler Arduino Uno dan sensor MQ-6. Dari kemudian ditampilkan dalam bentuk GUI. Sensor yang digunakan membentuk topologi *cluster-tree*. Sedangkan sistem komunikasi pada Zigbee yang digunakan adalah modul *transceiver* RF Xbee Series 2 (Wiratma, et al., 2016).

Dari latar belakang inilah penulis membuat rancang bangun kendali gas untuk mencegah kebakaran akibat kebocoran LPG menggunakan *fuzzy logic* berbasis *internet of things*. Rancang bangun ini menggunakan Wemos D1 mini karena merupakan modul *development board* yang berbasis Wi-Fi. Selain itu, rancang bangun ini dilengkapi dengan pemberian notifikasi kepada pemilik rumah dengan berbasis android, sehingga dapat dimonitoring dengan lebih mudah walaupun dengan jarak jauh. Selain pemberian notifikasi kepada pemilik, rancang bangun ini diharapkan mampu memberikan tindakan antisipasi untuk mencegah kebakaran yang dikontrol menggunakan *fuzzy logic*.

METODE PENELITIAN

Metode pada pembuatan rancang bangun ini diawali dengan instalasi aplikasi Blynk. Aplikasi ini dapat di-download pada Play Store pada smartphone Android. Setelah berhasil di-install, user harus masuk ke aplikasi dengan cara login menggunakan *username* serta *password*. Setelah itu, user sudah dapat membuat projek baru yang terhubung dengan *microcontroller* Wemos D1 Mini.

Wemos D1 Mini pada rancang bangun ini terhubung dengan koneksi internet melalui modul Wi-Fi ESP8266. TGS2610 yang berperan sebagai sensor menghasilkan data yang nantinya diolah pada *microcontroller* menggunakan *Fuzzy Logic*.



Gambar 1. Bagan metodologi penelitian

Alur pada gambar 1 dijelaskan sebagai berikut:

1. *Input*
 - a. Sensor TGS2610: Modul ini bertugas untuk mendeteksi kebocoran gas LPG
 - b. RTC: Modul ini berfungsi untuk mengatur waktu secara *realtime*
2. *Proses*
 - a. Wemos D1 Mini: *Microcontroller* berfungsi mengolah data yang dikirimkan oleh modul sensor
 - b. *Fuzzy Logic*: Berfungsi memberikan *rule* pada proses pengolahan data yang mempengaruhi *output*
3. *Output*
 - a. LCD: berfungsi sebagai penampil data kebocoran gas
 - b. *Buzzer*: berfungsi sebagai alarm saat terjadi kebocoran gas
 - c. *Motor Driver*: berfungsi untuk mengatur kecepatan Kipas DC
 - d. Kipas DC: bertugas untuk mengeluarkan gas dari ruangan
 - e. *Modul Relay*: berfungsi sebagai saklar elektrik untuk mengaktifkan *valve gas*
 - f. *Valve Gas*: berfungsi untuk menutup aliran gas pada selang jika terjadi kebocoran
 - g. Android: berfungsi untuk *monitoring* melalui aplikasi Blynk secara *real-time* oleh pemilik rumah

Fuzzy Logic

Pada tahun 1965, Lotfi A. Zadeh mempublikasikan tulisannya yaitu *Fuzzy Sets*. Tulisan ini mendeskripsikan teori himpunan serta perluasannya tentang logika *fuzzy*. Pada awalnya, penggunaan logika *fuzzy* masih diragukan oleh para ilmuwan walaupun sudah banyak aplikasi *fuzzy* yang berhasil dioperasikan (Aryandhi & Talakua, 2013). *Fuzzy logic* adalah salah satu komponen yang membentuk *Soft Computing*. Dasar logika *fuzzy* sendiri ialah teori himpunan *fuzzy*. Pada teori ini, fungsi dari derajat keanggotaan sangat penting

yaitu untuk menentukan keberadaan elemen dalam himpunan (Yanto, 2017).

Fuzzy Sugeno

Metode Sugeno adalah salah satu metode penalaran yang memiliki *output* (konsekuen) sistem berupa konstanta atau persamaan linier. Metode Sugeno diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985 (Kusumadewi, 2004). *Fuzzy Sugeno* menggunakan fungsi keanggotaan sederhana yang disebut *singleton*. *Singleton* sendiri merupakan fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 dan 0. Nilai 1 diberikan pada suatu nilai *crisp* tunggal dan nilai 0 diberikan pada semua nilai *crisp* yang lain (Febrianto, et al., 2016).

Sistem *fuzzy Sugeno* menambah suatu perhitungan matematika sederhana sebagai bagian THEN sebagai perbaikan sistem *fuzzy* murni. Pada bagian aturan *fuzzy IF-THEN*, terdapat suatu nilai rata-rata tertimbang (*Weighted Average Values*). Namun karena adanya perhitungan matematika menyebabkan sistem ini tidak dapat menghasilkan kerangka alami untuk direpresentasikan pengetahuan manusia. Selain itu dalam penggunaan sistem ini, prinsip yang berbeda dalam logika *fuzzy* tidak dapat dibuat secara bebas (Kusumadewi, 2004).

Keunggulan metode Sugeno adalah sebagai berikut (Kusumadewi, 2004):

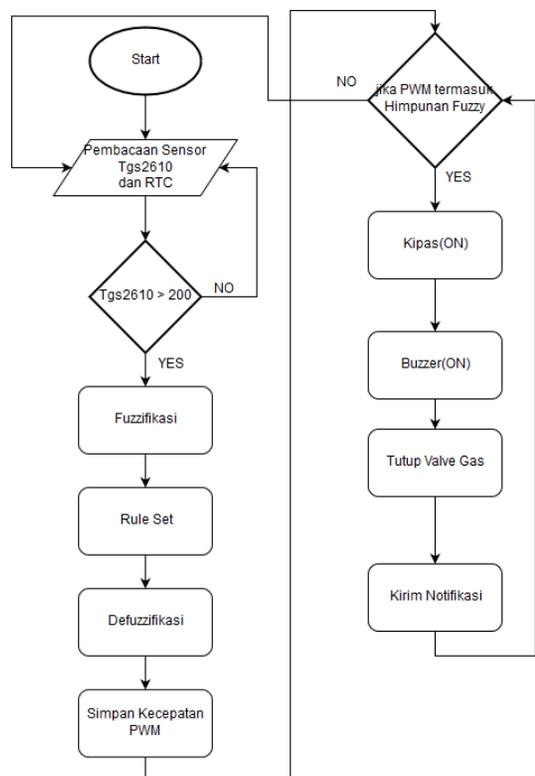
- Lebih efisien
- Baik untuk teknik linear
- Baik untuk teknik optimasi maupun adaptif
- Kontinuitas permukaan output berjalan baik
- Cocok untuk analisa matematik

Real Time Clock

Real Time Clock (RTC) merupakan jenis pewaktu yang berdasarkan *real time* atau waktu yang sebenarnya. RTC membutuhkan dua parameter utama, yaitu parameter yang ditentukan pada saat memulai (*start*) dan pada saat berhenti (*stop*). RTC berupa sirkuit yang memiliki catu daya terpisah. Sehingga masih tetap berkerja walaupun catu daya utama sudah tidak berkerja (Alpares, 2016).

Flowchart Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG

Pada diagram *software* terdapat *flowchart* dimana *flowchart* tersebut adalah alur program untuk sistem pendeteksi kebocoran gas LPG. *Flowchart* ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Flowchart Sistem Deteksi Kebocoran Gas

Pada gambar 2 ditunjukkan bahwa program dimulai dengan pembacaan data oleh sensor. Kebocoran gas dibaca oleh sensor Figaro TGS2610 dan RTC untuk menunjukkan waktu secara *real time*. Data yang dibaca jika sensor TGS2610 lebih dari 200 maka dilakukan *fuzzifikasi* berdasarkan *Rule Set* yang telah diatur. Setelah itu, mencari nilai rata rata *defuzzifikasi* dan menghasilkan *output* kecepatan PWM. Jika tidak terjadi kebocoran, maka dilakukan pembacaan oleh sensor kembali. Jika terjadi kebocoran gas, maka kipas dan *buzzer* bekerja serta *valve gas* menutup. Kemudian notifikasi dikirim melalui aplikasi Blynk.

Aplikasi Monitoring dan Kontrol

Aplikasi *monitoring* dan kontrol yang digunakan dalam rancang bangun pengendali gas ini adalah Blynk. Aplikasi ini dapat diunduh pada *Play Store*. Blynk dapat membuat *interface* pada sebuah projek yang memungkinkan untuk mengirim dan menerima data. Data dapat ditampilkan secara visual maupun grafik. Berikut merupakan komponen pada aplikasi Blynk:

1. *Controller*, berfungsi untuk mengirim data maupun perintah menuju *hardware*

2. *Display*, berfungsi sebagai layar menampilkan data yang berasal dari *hardware*
3. *Notifacation*, berfungsi sebagai pengirim pesan dan notifikasi
4. *Interface*, berfungsi sebagai antarmuka dimana ditunjukkan berupa menu maupun *tab* pada aplikasi Blynk.

Program Koneksi Wemos D1 Mini dengan Wi-Fi

Kode yang digunakan sebagai koneksi Wemos D1 Mini dengan *Wi-Fi* ditunjukkan oleh gambar 3. Pada kode tersebut, terdapat *library* `#include <ESP8266WiFi.h>` dan `#include <BlynkSimpleEsp8266.h>` sebagai penghubung perangkat dengan aplikasi Blynk serta penghubung *Wi-Fi* pada modul.

```

sketch_jun08a | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun08a $
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>

//cek email dan copy paste kan disini
char auth[] = "5d73a7d390fb43819fff5ff9de40ac8b";
//isikan nama wifi dan passwordnya
char ssid[] = "Kepo";
char pass[] = "dzulfikar";

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass, "blynk-cloud.com", 8442);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  Blynk.run();
}

```

Gambar 3. Kode koneksi Wemos D1 Mini dengan *Wi-Fi*

Desain Sistem Fuzzy

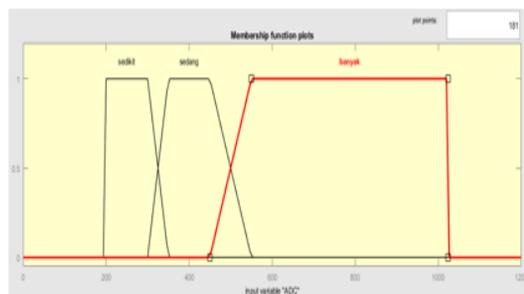
Metode Sugeno adalah salah satu metode penalaran yang memiliki *output* (konsekuen) sistem berupa konstanta atau persamaan linier.

Input pada Fuzzy Sugeno

Dengan menggunakan metode *Sugeno Fuzzy* maka pada masing-masing sensor harus di set terlebih dahulu data-data yang digunakan sebagai parameter *input* pada *fuzzyfikasi*. Berikut adalah himpunan *fuzzy* dari masing-masing *input* beserta dengan ilustrasi dari *fuzzy* set-nya serta *rules* yang digunakan:

Tabel 1. Keanggotaan gas

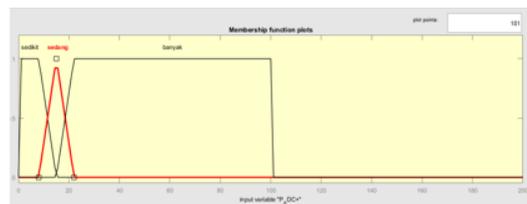
Gas	MF	PARAMETER			
		A	B	C	D
Sedikit	Trapeسيوم	200	200	300	350
Sedang	Trapeسيوم	300	350	450	550
Banyak	Trapeسيوم	450	550	1024	1024



Gambar 4. Fungsi keanggotaan gas

Tabel 2. Keanggotaan perubahan gas (+)

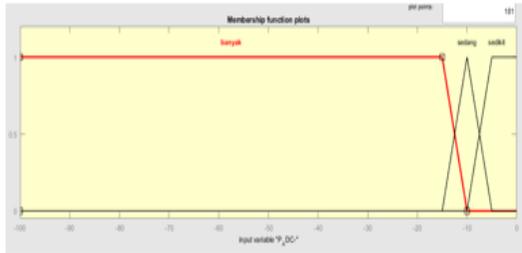
Gas	MF	PARAMETER			
		A	B	C	D
Sedikit	Trapeسيوم	1	1	8	15
Sedang	Segitiga	8	15	22	-
Banyak	Trapeسيوم	15	22	100	100



Gambar 5. Fungsi keanggotaan perubahan gas (+)

Tabel 3. Keanggotaan perubahan gas (-)

Gas	MF	PARAMETER			
		A	B	C	D
Sedikit	Trapeسيوم	0	0	-5	-10
Sedang	Segitiga	-5	-10	-15	-
Banyak	Trapeسيوم	-10	-15	-100	-100



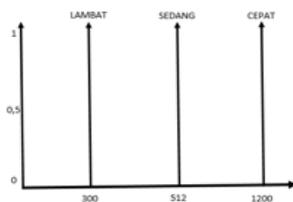
Gambar 6. Fungsi keanggotaan perubahan gas (-)

Output pada Fuzzy Sugeno

Output pada sistem Fuzzy ini berupa kecepatan Kipas DC. Kecepatan Kipas DC diatur sesuai rule base pada tabel 4. Sedangkan fungsi keanggotaan Kipas DC digambarkan pada gambar 7.

Tabel 4. Rule Base

PERUBAHAN GAS / GAS	SEDIKIT	SEDANG	BANYAK
SEDIKIT(+)	LAMBAT	LAMBAT	CEPAT
SEDANG(+)	SEDANG	SEDANG	CEPAT
BANYAK(+)	SEDANG	CEPAT	CEPAT
SEDIKIT(-)	SEDANG	SEDANG	CEPAT
SEDANG(-)	SEDANG	SEDANG	SEDANG



Gambar 7. Fungsi keanggotaan kipas

Fuzzifikasi Gas dilakukan dengan mengolah data yang didapat dari pembacaan sensor TGS2610. Fuzzifikasi dilakukan sesuai rule yang sudah ditentukan. Himpunan Gas dikelompokkan dalam 3 bagian, yaitu sedikit, sedang, dan banyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri atas hasil analisis pengujian pada tugas akhir ini. Pengujian dilakukan mulai dari yang sederhana hingga menuju sistem yang lengkap. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian perangkat lunak (software), aplikasi smartphone Android dan perangkat keras (hardware).

Pengujian Wemos D1 Mini

Wemos D1 Mini yang digunakan diuji dengan sebuah prosedur untuk memastikan tidak adanya kerusakan pada sistemnya. Pengujian ini juga berfungsi untuk memastikan Wemos D1 Mini yang digunakan mampu berjalan dengan baik. Alat yang digunakan pada pengujian Wemos D1 Mini adalah Laptop, Kabel USB type B dan Wemos D1 Mini. Berikut merupakan prosedur pengujian Wemos D1 Mini:

1. Menghubungkan Wemos D1 Mini dengan kabel USB type B.
2. Menjalankan program Arduino IDE pada laptop
3. Menghubungkan kabel USB dengan laptop.
4. Membuka sketch yang diupload pada Wemos D1 Mini.
5. Mengatur board, serial port dan programmer .
6. Upload program dan tunggu hingga proses selesai.
7. Setelah proses upload selesai, dapat dievaluasi apakah program berhasil di-download atau tidak oleh Wemos D1 Mini.

Pengujian pada Wemos D1 Mini mengevaluasi ada atau tidaknya comment error pada saat proses upload. Proses upload ditampilkan oleh gambar 8(a). Saat program berjalan, LED pada Wemos menyala yang ditampilkan oleh gambar 8(b). Comment error dapat terjadi pada sambungan antara kabel USB dan Wemos D1 Mini.

```
// the setup function runs once when you press reset or power the
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  //digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED off (HIGH :
  //delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED on by making
  delay(1000); // wait for a second
}

```

(a)



(b)

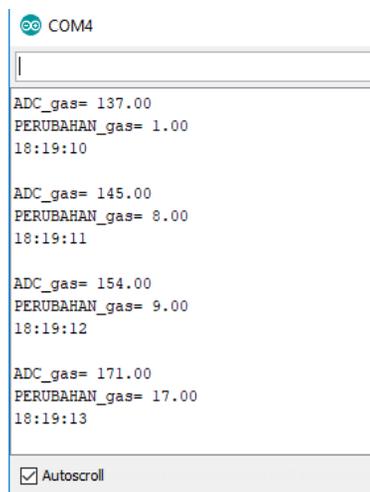
Gambar 8. (a) Proses Upload dari Arduino IDE menuju Wemos D1 Mini dan (b) LED pada Wemos menyala saat rogram berjalan

Pengujian Sensor Figaro TGS2610

Pengujian sensor Figaro TGS2610 bertujuan untuk memastikan sensor dapat berjalan dengan baik serta tidak terdapat kerusakan pada perangkatnya. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah Laptop, Wemos D1 Mini, sensor Figaro TGS2610, Kabel *USB type B*, serta kabel *jumper*. Langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian sensor ini adalah:

1. Menghubungkan sensor Figaro TGS2610 ke Wemos D1 Mini dengan menggunakan kabel *jumper*.
2. Menjalankan Arduino IDE pada Laptop.
3. Menghubungkan kabel *USB type B* dengan Laptop.
4. Buka program dan kemudian *upload* ke Wemos D1 Mini.
5. Mengatur *board*, *serial port* dan *programmer* yang digunakan.
6. Semprotkan gas ke dalam *box*.
7. Mengamati perubahan sensor pada *serial monitor*.

Pada proses pembacaan gas oleh sensor, nilai ADC gas berubah dari sebelumnya. Proses pengujian ini dinyatakan baik jika sensor mampu membaca perubahan nilai ADC gas saat gas disemprotkan ke dalam *box*. Proses pembacaan sensor Figaro TGS2610 pada *serial monitor* ditampilkan pada gambar 9.



```
COM4
ADC_gas= 137.00
PERUBAHAN_gas= 1.00
18:19:10

ADC_gas= 145.00
PERUBAHAN_gas= 8.00
18:19:11

ADC_gas= 154.00
PERUBAHAN_gas= 9.00
18:19:12

ADC_gas= 171.00
PERUBAHAN_gas= 17.00
18:19:13

 Autoscroll
```

Gambar 9. Pembacaan sensor Figaro TGS2610 pada *Serial Monitor*

Pengujian Relay dan Valve

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan *relay* dan *valve* berjalan dengan baik dan tidak terdapat kerusakan. Alat yang digunakan dalam pengujian ini meliputi Laptop, Wemos D1 Mini, *Relay*, *Valve*, kabel *USB type B*, *adaptor 12 V* serta

kabel *jumper*. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menguji *relay* dan *valve* adalah sebagai berikut:

1. Buka Arduino IDE pada Laptop.
2. Menghubungkan rangkaian pada Wemos D1 Mini – *Relay*, *adaptor 12 V – valve*, serta *valve – relay* dengan kabel *jumper* sesuai rangkaian masing-masing.
3. Mengatur *SSID* dan *password* pada Arduino IDE.
4. *Upload* program ke Wemos D1 Mini.
5. Membuka aplikasi Blynk dan melakukan pengujian *valve* pada aplikasinya.

Dari pengujian tersebut, diperoleh hasil proses pengujian *Relay* dan *valve*. Apabila *Relay* bernilai *high* maka *Relay* terbuka sehingga dapat menyalakan api seperti yang ditampilkan oleh gambar 10, sedangkan jika *Relay* bernilai *low* maka *valve* tertutup sehingga api mati.



Gambar 10. Kondisi kompor saat *Valve* terbuka

Pengujian Real Time Clock

Pengujian *Real Time Clock* (RTC) berfungsi untuk memastikan RTC berjalan sesuai yang diinginkan. Alat yang digunakan pada pengujian ini meliputi Laptop, Wemos D1 Mini, RTC, Kabel *USB type B* serta kabel *jumper*. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Menghubungkan Wemos D1 Mini dengan RTC menggunakan kabel *jumper*.
2. Membuka aplikasi Arduino IDE.
3. Menyambungkan laptop dengan kabel *USB type B*.
4. Membuka program yang digunakan serta mengupload ke Wemos D1 Mini.
5. Mengatur *board*, *serial port*, *programmer*.
6. Mengamati waktu pada *serial monitor* dan *smartphone*.

Dari hasil pengujian, didapati proses pembacaan RTC pada *serial monitor* yang ditunjukkan oleh gambar 11(a), sedangkan gambar 10(b) menunjukkan waktu pada *smartphone*. Karena tidak terdapat perbedaan waktu antara hasil pembacaan oleh RTC dan waktu pada *smartphone*, maka RTC berjalan dengan baik.



(a)

Gambar 11. (a) Proses Pembacaan RTC pada *Serial Monitor*

(b) *Real time* pada *smartphone*

Pengujian Notifikasi

Pengujian Notifikasi berguna untuk memastikan pengiriman notifikasi oleh aplikasi *Blynk* berjalan dengan baik. Notifikasi kemudian ditampilkan pada *smartphone Android*. Alat yang digunakan pada pengujian ini meliputi Laptop, Wemos D1 Mini, Aplikasi *Blynk*, Kabel *USB type B*, Kabel *Jumper*, sensor Figaro TGS2610, LCD dan RTC, sedangkan langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian ini adalah:

1. Membuka aplikasi Arduino IDE pada Laptop.
2. Menghubungkan Wemos D1 Mini dengan sensor Figaro TGS2610, RTC dan LCD menggunakan kabel *jumper* sesuai rangkaian masing-masing.
3. *Upload* program menuju Wemos D1 Mini.
4. *Install* aplikasi *Blynk* pada *smartphone Android* dan *login* sesuai akun *user*.
5. Semprotkan gas ke dalam *box*.
6. Mengamati data pada aplikasi *Blynk*.
7. Menunggu notifikasi hingga muncul.

Hasil pengujian membuktikan proses notifikasi berjalan baik jika aplikasi *Blynk* mampu menampilkan notifikasi pada layar *smartphone Android*. Pada pengujian ini, LCD menampilkan nilai ADC sebesar 252 yang ditampilkan oleh gambar 12. Karena melebihi batas yang sudah ditentukan, yaitu $ADC=250$, maka aplikasi *Blynk* menampilkan notifikasi pada *smartphone Android* yang ditampilkan oleh gambar 13.



Gambar 12. Tampilan LCD pengujian notifikasi



Gambar 13. Tampilan notifikasi pada *Smartphone Android*

Pengujian Monitoring Jarak Jauh Alat dengan *Android*

Pengujian ini berfungsi untuk memastikan nilai kebocoran gas yang ditampilkan oleh aplikasi *Blynk* memiliki nilai yang sama dengan yang ditampilkan oleh LCD secara jarak jauh. Pengujian ini berfungsi untuk memastikan kerja sistem walaupun dalam jarak jauh. *Monitoring* jarak jauh ini berfungsi saat *user* sedang berada jauh dengan sistem, sehingga *user* tetap bisa melakukan *monitoring* terhadap kebocoran gas. Alat yang digunakan pada pengujian ini meliputi sensor Figaro TGS2610, Wemos D1 Mini, Laptop, Kabel *USB type B*, aplikasi *Blynk smartphone Android*, koneksi internet, LCD dan juga kabel *jumper*. Langkah-langkah yang digunakan adalah:

1. Menghubungkan Wemos D1 Mini dengan sensor figaro TGS2610, RTC, LCD menggunakan kabel *jumper* sesuai rangkaian masing masing.
2. Membuka aplikasi Arduino IDE pada Laptop.
3. Menggatur SSID dan *password*.
4. *Upload* program ke Wemos D1 Mini.
5. *Login* pada aplikasi *Blynk*.
6. Melakukan pengamatan data kebocoran gas pada aplikasi *Blynk* secara jarak jauh.

Pengujian jarak jauh untuk mengamati keakuratan data yang ditampilkan pada LCD maupun aplikasi *Blynk*. Pengamatan yang dilakukan yaitu dengan mencocokkan data waktu dengan nilai kebocoran antara LCD dan juga aplikasi *Blynk* secara jarak jauh. Proses pengujian ini penulis lakukan dengan *monitoring* lokasi *user*

yang berada di Banyuwangi dan lokasi perangkat kebocoran gas berada di Surabaya.

Proses *delay* maupun *monitoring* kebocoran gas antara alat dengan penerimaan data pada aplikasi Blynk hampir tidak memiliki *delay* sama sekali dengan kecepatan jaringan internet 11,1 Mbps. Hal tersebut dapat diamati pada hasil pengujian Tabel 6.

Tabel 6. Pengujian *Monitoring* pada Aplikasi Blynk dengan Kecepatan Jaringan Internet 11,1 Mbps

Data Ke-	Waktu Data Tampil						Delay (s)
	Alat			Blynk			
	Jam	Menit	Detik	Jam	Menit	Detik	
1	13	44	12	13	44	12	0
2	13	44	13	13	44	13	0
3	13	44	14	13	44	14	0
4	13	44	15	13	44	15	0
5	13	44	16	13	44	16	0
6	13	44	17	13	44	17	0
7	13	44	18	13	44	18	0
8	13	44	19	13	44	19	0
9	13	44	20	13	44	20	0
10	13	44	21	13	44	21	0
11	13	44	22	13	44	22	0
12	13	44	23	13	44	23	0
13	13	44	24	13	44	24	0
14	13	44	25	13	44	25	0
15	13	44	26	13	44	26	0
16	13	44	27	13	44	27	0
17	13	44	28	13	44	28	0
18	13	44	29	13	44	29	0
19	13	44	30	13	44	30	0
20	13	44	31	13	44	31	0
21	13	44	32	13	44	32	0
22	13	44	33	13	44	33	0
23	13	44	34	13	44	34	0
24	13	44	35	13	44	35	0
25	13	44	36	13	44	36	0
26	13	44	37	13	44	37	0
27	13	44	38	13	44	38	0
28	13	44	39	13	44	39	0
29	13	44	40	13	44	40	0
30	13	44	41	13	44	41	0
Rata-rata Delay							0

Pada tabel 7 dapat diketahui bahwa *monitoring* data dengan kecepatan jaringan internet 0,08 Mbps berpengaruh pada hasil *monitoring* kebocoran gas pada aplikasi Blynk.

Tabel 7. Pengujian *Monitoring* pada Aplikasi Blynk dengan Kecepatan Jaringan Internet 0,08 Mbps

Data Ke-	Waktu Data Tampil						Delay (s)
	Alat			Blynk			
	Jam	Menit	Detik	Jam	Menit	Detik	
1	21	1	56	21	1	56	0
2	21	1	57	21	2	57	0
3	21	1	58	21	2	59	1
4	21	2	0	21	2	0	0
5	21	2	1	21	2	3	2
6	21	2	4	21	2	4	0
7	21	2	5	21	2	5	0
8	21	2	6	21	2	8	2

Data Ke-	Waktu Data Tampil						Delay (s)
	Alat			Blynk			
	Jam	Menit	Detik	Jam	Menit	Detik	
9	21	2	7	21	2	9	2
10	21	2	8	21	2	10	2
11	21	2	9	21	2	13	4
12	21	2	10	21	2	14	4
13	21	2	12	21	2	15	3
14	21	2	13	21	2	16	3
15	21	2	14	21	2	17	3
16	21	2	15	21	2	18	3
17	21	2	16	21	2	19	3
18	21	2	17	21	2	20	3
19	21	2	18	21	2	21	3
20	21	2	19	21	2	22	3
21	21	2	20	21	2	23	3
22	21	2	21	21	2	24	3
23	21	2	22	21	2	25	3
24	21	2	23	21	2	26	3
25	21	2	24	21	2	27	3
26	21	2	25	21	2	28	3
27	21	2	26	21	2	29	3
28	21	2	27	21	2	30	3
29	21	2	28	21	2	31	3
30	21	2	29	21	2	32	3
Rata-rata Delay (s)							2,37

Pengujian Sistem Fuzzy Logic

Pengujian Sistem Fuzzy Logic berfungsi untuk memastikan sistem bekerja sesuai *fuzzifikasi*, evaluasi *rules* dan *defuzzifikasi* yang telah ditetapkan. Alat yang digunakan pada pengujian ini adalah Wemos D1 Mini, Motor Driver, Kipas DC, kabel USB type B, kabel jumper dan laptop. Langkah-langkan pada pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghubungkan Wemos D1 Mini dengan Motor Driver serta Kipas DC menggunakan kabel jumper.
2. Membuka aplikasi Arduino IDE.
3. Menyambungkan laptop dengan kabel USB type B.
4. Upload program ke Wemos D1 Mini.
5. Mengamati data pada serial monitor.

Pengujian ini dilakukan dengan mengamati data pada serial monitor. Pada pengujian ini, jika diketahui ADC sebesar 260 dan perubahan ADC sebesar 10, maka :

a. *Fuzzifikasi*

$$\begin{aligned} \mu_{ADC\text{sedikit}} &= \text{Max} \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right) \\ &= \text{Max} \left(\min \left(\frac{260-200}{200-200}, 1, \frac{350-260}{350-300} \right), 0 \right) \\ &= \text{Max} \left(\min \left(\frac{60}{0}, 1, \frac{90}{50} \right), 0 \right) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Max}(1,0) = 1 \\
 \mu_{\text{perubahan_ADCsedikit}} &= \text{Max}\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c}\right), 0\right) \\
 &= \text{Max}\left(\min\left(\frac{9}{0}, 1, \frac{5}{7}\right), 0\right) \\
 &= \text{Max}(0,7,0) = 0.71 \\
 \mu_{\text{perubahan_ADCsedang}} &= \text{Max}\left(\min\left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b}\right), 0\right) \\
 &= \text{Max}\left(\min\left(\frac{10-8}{15-8}, \frac{22-10}{22-15}\right), 0\right) \\
 &= \text{Max}\left(\min\left(\frac{2}{7}, \frac{12}{7}\right), 0\right) \\
 &= \text{Max}(0.29,0) \\
 &= 0.29
 \end{aligned}$$

b. Evaluasi Rules

Rule 1 = ADC sedikit AND Perubahan plus Sedikit THEN lambat

Rule 1 = Min (1,0.71) = 0.71

Rule 2 = ADC sedikit AND Perubahan plus Sedang THEN sedang

Rule 2 = Min (1,0.29) = 0.29

c. Defuzzifikasi

$$\begin{aligned}
 &\text{Defuzzifikasi} \\
 &= \frac{(\text{Rule 1} \times \text{PWM}_{\text{lambat}}) + (\text{Rule 2} \times \text{PWM}_{\text{sedang}})}{\text{Rule 1} + \text{Rule 2}} \\
 &= \frac{(0.71 \times 300) + (0.29 \times 512)}{1} \\
 &= 361
 \end{aligned}$$

Tabel 8. Data pengujian perhitungan Sistem Fuzzy pada program dan perhitungan secara manual

No	Input		PWM	
	ADC	Perubahan ADC	Sistem	Manual
1	260	10	361	361
2	440	-7	512	512
3	352	-11	512	512
4	500	12	807	807
5	361	19	905	904
6	355	16	610	608
7	435	-15	610	608
8	445	-17	512	512
9	445	-11	512	512
10	250	-20	300	300
11	600	9	1200	1200
12	550	-4	856	856
13	470	-30	512	512
14	472	30	1200	1200
15	473	40	1200	1200
16	300	-40	300	300
17	301	-40	304	304
18	302	-40	308	308
19	303	-39	312	312
20	304	-38	316	316

No	Input		PWM	
	ADC	Perubahan ADC	Sistem	Manual
21	305	-37	321	321
22	304	-36	316	316
23	306	-35	325	325
24	307	-34	329	329
25	308	-33	333	333
26	309	-32	338	338
27	400	-31	512	512
28	401	-30	512	512
29	402	-29	512	512
30	403	-28	512	512

Pengamatan sistem Fuzzy logic ini dilakukan sebanyak 30 kali yang ditampilkan pada tabel 8. Berdasarkan tabel 8 perhitungan sistem Fuzzy pada program dan perhitungan secara manual tersebut bisa diketahui bahwa sistem Fuzzy yang digunakan pada alat kebocoran gas memiliki tingkat kesesuaian yang tinggi, yang mana nantinya sistem Fuzzy ini menjadi faktor utama dalam menentukan tingkat kecepatan kipas. Perubahan kecepatan kipas berfungsi untuk mengeluarkan gas LPG yang bocor ke lingkungan luar.

Tabel 9. Hasil pengujian sistem fuzzy pada alat

Uji Ke-	nilai PWM	sistem Fuzzy					berhasil	gagal
		lambat	sedang	cepat	sesuai	tidak sesuai		
1	300	v			v		v	
2	512		v		v		v	
3	512		V		v		v	
4	600			v	v		v	
5	900			v	v		v	
6	1200			v	v		v	
7	380		v		v		v	
8	512		V		v		V	
9	670			V	v		V	
10	512		V		v		V	

Dari hasil pengujian sistem fuzzy pada alat kebocoran gas yang dilakukan secara realtime dan mengamati kecepatan kipas dapat disimpulkan bahwa sistem fuzzy juga bekerja secara akurat dan baik. Data hasil pengujian tersebut bisa diamati pada tabel 9.

Tabel 10. Hasil pengujian Sistem Fuzzy kembali ke Nilai ADC sebelum Ada Gas

No	Input		Durasi Sistem yang berjalan (s)	Kecepatan ADC Berkurang Per-detik
	Nilai ADC sebelum ada gas	Nilai ADC setelah ada gas		
1	186	398	195	1,087
2	198	354	207	0,754
3	264	437	201	0,861
4	261	449	227	0,828
5	196	356	355	0,451

No	Input		Durasi Sistem yang berjalan (s)	Kecepatan ADC Berkurang Per-detik
	Nilai ADC sebelum ada gas	Nilai ADC setelah ada gas		
6	209	260	225	0,227
7	206	290	252	0,333
8	199	340	281	0,502
9	197	589	420	0,933
10	197	536	408	0,831
11	189	267	141	0,553
12	190	267	149	0,517
13	194	317	183	0,672
14	190	334	243	0,593
15	206	296	152	0,592
16	197	267	141	0,496
17	197	228	152	0,204
18	198	295	195	0,497
19	199	248	181	0,271
20	199	225	168	0,155
21	199	285	210	0,410
22	198	214	141	0,113
23	199	206	130	0,054
24	195	280	209	0,407
25	199	240	150	0,273
26	199	277	182	0,429
27	199	243	169	0,280
28	200	236	167	0,216
29	199	234	154	0,227
30	199	230	157	0,197
Rata-rata (ADC/s)				0,465

Adapun hasil pengujian alat kebocoran gas terkait nilai ADC sebelum ada gas dan setelah ada gas ditampilkan oleh Tabel 4.5. Pengujian ini menggunakan *box* berdimensi 60x43x38 cm. Sistem *Fuzzy* yang digunakan pada alat kebocoran gas ini menghasilkan penurunan kecepatan rata-rata sebesar 0,465 ADC/detik untuk kembali pada kondisi nilai ADC sebelum ada gas. Untuk mencari nilai ADC/s, Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$ADC/s = \frac{ADC \text{ setelah ada gas} - ADC \text{ sebelum ada gas}}{\text{Durasi Sistem Berjalan}}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan serta pengujian sistem rancang bangun kecoran gas ini, maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. *Delay* waktu yang ditunjukkan oleh alat dan aplikasi Blynk dipengaruhi oleh kecepatan jaringan. Saat kecepatan jaringan internet dibawah 0,08 Mbps, waktu yang ditunjukkan oleh alat dan aplikasi Blynk memiliki rata-rata *delay* sebesar 2,37 detik dari 30 data uji. Sedangkan saat kecepatan jaringan internet diatas 11,1 Mbps tidak terdapat *delay*.
2. Sistem *Fuzzy* yang digunakan pada alat kebocoran gas ini menghasilkan penurunan kecepatan rata-rata sebesar 0,465 ADC/detik

untuk kembali pada kondisi nilai ADC sebelum ada gas.

Saran

Pengembangan yang dapat dilakukan setelah pembuatan sistem rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan kondisi internet yang stabil agar tidak terdapat *delay* pada saat pengiriman data selama proses sistem bekerja
2. Peneliti berikutnya dapat mencoba untuk menggunakan beberapa metode lain yang lebih sesuai, sehingga tidak ada data dari sistem yang terbaca ambigu karena berada pada titik perpotongan dari sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpares, R., 2016. *Aplikasi Real Time Clock DS3231 sebagai Penjejak Matahari pada Solar Berbasis Arduino*, Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Aryandhi, Y. D. & Talakua, M. W., 2013. Penerapan Inferensi Fuzzy untuk Pengendali Suhu Ruangan Secara Otomatis pada Air Conditioner (AC). *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*, pp. 177-184.
- Badan Perlindungan Konsumen Nasional, 2010. *Data Insiden Kecelakaan Ledakan LPG s.d. Juni 2010*, Jakarta: Badan Perlindungan Konsumen Nasional.
- Febrianto, N., Susanto, E. & Wibowo, A. S., 2016. Rancang Bangun Kontrol Suhu Air pada Prototipe Pemanas Air Menggunakan Logika Fuzzy. *e-Proceeding of Engineering*, Volume Vol.3, pp. 4253-4261.
- Mendonca S, M., Fernando GS, Mahfud B & Pramulyono, 2013. Sistem Pengaman Kebocoran Liquified Petroleum Gas (LPG) dan Pemadan Api pada Rumah Makan/Restoran. *Widya Teknika Vol.21*, pp. 19-26.
- Nurnaningsih, D., 2018. Pendeteksi Kebocoran Tabung LPG melalui SMS Gateway Menggunakan Sensor MQ-2 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Informatika Vol 11*, pp. 121-126.
- Kusumadewi, S. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Soemarsono, B. E., Listriarsi, E. & Kusuma, G. C., 2015. Alat Pendeteksi Dini Terhadap Kebocoran Gas LPG. *JURNAL TELE Volume 13 Nomor 1*, pp. 1-6.

- Wiratma, A. B., Munadi, R. & Mayasari, R., 2016. Implementasi dan Analisis Jaringan Sensor Nirkabel Sebagai Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas Elpiji Menggunakan Topologi Cluster-Tree dengan 7 Titik. *e-Proceeding of Engineering : Vol.3*, pp. 1779-1786.
- Yanto, G., 2017. Logika Fuzzy untuk Kendali Suhu Ruangan pada Air Conditioner (AC) di Ruang Dosen STMIK Indonesia Padang. *Jurnal Ilmu Fisika dan Teknologi Vol 1*, pp. 23-32.