

Rancang Bangun Model Simulasi Sistem Pendeteksi Dan Pembuangan Asap Rokok Otomatis Berbasis Arduino

Givy Devira Ramady¹, Herawati Yusuf², Rahmad Hidayat³, Andrew Ghea Mahardika⁴, Ninik Sri Lestari⁵

^{1,3,4,5} Sekolah Tinggi Teknologi Mandala

¹e-mail: givy.d.ramady@gmail.com

³e-mail: rhidayat4000@gmail.com

⁴e-mail: andrewhinata@gmail.com

⁵e-mail: ninik4lestari@gmail.com

² Universitas Kristen Maranatha

e-mail: siti_herawati_aminah@yahoo.com

Diterima	Direvisi	Disetujui
20-07-2020	22-07-2020	29-07-2020

Abstrak - Teknologi otomasi dan komunikasi semakin berkembang pada era revolusi industri 4.0 seperti sekarang ini. Banyak perangkat industri maupun rumah tangga yang mengimplementasikan teknologi tersebut. Pada suatu lingkungan dengan parameter kondisi yang terjaga dari kemungkinan bahaya seperti api, asap, dan gas beracun, sebuah sistem pendeteksi dini dapat diintegrasikan sehingga mampu memberikan sinyal peringatan dini serta kontrol berupa tindakan preventif yang harus dilakukan agar dapat mengantisipasi terjadinya potensi resiko. Dalam perancangan model simulasi sistem ini, perangkat yang digunakan berupa modul *mikrokontroler Arduino uno*, *sensor MQ-2*, *LED*, *buzzer*, kipas, dan *relay*. Metode yang digunakan berupa penelitian eksperimental yang dapat menguji secara benar hipotesis yang menyangkut hubungan kasual melalui pola tahapan *design science research method (DSRM)*. Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan sistem pada suatu lingkungan yang telah ditetapkan kemudian dilakukan proses pengambilan data secara berkala pada beberapa kondisi tertentu. Berdasarkan hasil pengujian, sistem mampu bekerja secara baik dan optimal, proses pendeteksian memiliki waktu delay yang singkat sehingga fungsi pembuangan pada sistem dapat berjalan secara sinkron dalam menetralkan potensi bahaya pada lingkungan tersebut.

Kata Kunci: *Otomasi, Arduino, Sensor*

Abstract - Automation and communication technology increasingly developed in the era of the industrial revolution 4.0 as it is today. Many industrial and household devices that implement the technology. In an environment with parameters that are protected from possible hazards such as fire, smoke and toxic gases, an early detection system can be integrated so that it can provide early warning signals and control in the form of preventive measures that must be taken in order to anticipate potential risks. In designing this system simulation model, the device used is an *Arduino uno microcontroller module*, *MQ-2 sensor*, *LED*, *buzzer*, fan, and *relay*. The method used is experimental research that can correctly test hypotheses concerning casual relationships through the pattern of stages of the design science research method (DSRM). Testing is done by placing the system in a predetermined environment and then the process of collecting data on a regular basis in certain conditions. Based on the test results, the system is able to work properly and optimally, the detection process has a short delay time so that the disposal function in the system can run synchronously in neutralizing potential hazards in the environment.

Keywords: *Automation, Arduino, Sensors*

PENDAHULUAN

Teknologi otomasi dan komunikasi semakin berkembang pada era revolusi industri 4.0 seperti sekarang ini (Prasetyo & Sutopo, 2018). Banyak perangkat industri maupun rumah tangga yang mengimplementasikan teknologi tersebut (Savitri, 2019). Dalam perkembangan teknologi, banyak

sarana yang dirancang secara otomatis untuk membantu kegiatan manusia dalam mengatur keamanan lingkungan ataupun ruangan yang memerlukan tingkat keamanan yang lebih ketat (Umum, 2008). Pada suatu lingkungan dengan parameter kondisi yang terjaga dari kemungkinan bahaya seperti api, asap, dan gas beracun, sebuah sistem pendeteksi dini dapat diintegrasikan

sehingga mampu memberikan sinyal peringatan dini serta kontrol berupa tindakan preventif yang harus dilakukan agar dapat mengantisipasi terjadinya potensi resiko (Hidayat, Ramady, Syafruddin, Mahardika, & Sun, 2020).

Asap rokok merupakan salah satu jenis polutan yang berbahaya bagi kondisi tubuh, selain dapat berdampak buruk bagi kesehatan, asap rokok juga dapat menimbulkan rasa ketidaknyamanan bagi orang lain yang berada di lingkungan tersebut (Arty, 2005). Karena hampir sebagian besar orang tidak menyukai adanya asap rokok dengan kondisi dan alasan yang beragam. Sehingga dapat dipahami seseorang akan merasa terganggu dan tidak nyaman di dalam ruangan bila ditemukan asap rokok (Supriyadi, 2014).

Gas CO (Carbon Monoksida) merupakan jenis polutan yang ditimbulkan dari aktifitas manusia berupa kandungan asap yang dihasilkan oleh rokok yang dihisap manusia setiap harinya, baik pria maupun wanita selama melakukan aktifitas merokoknya secara reguler atau perokok aktif Maka secara tidak langsung telah merugikan manusia lain yang tidak merokok menjadi perokok pasif sebagai dampaknya (Pradono & Kristanti, 2003), begitu pula dengan kondisi lingkungan karena tidak hanya gas CO yang dihasilkan, melainkan masih banyak kandungan lain yang dihasilkan oleh asap rokok tersebut. Hal membahayakan lain bagi manusia berupa asap hasil dapur rumah tangga yang dapat membahayakan kesehatan manusia seperti batuk dan mata perih. Sehingga keadaan seperti ini harus diantisipasi agar tidak terjadi polusi berlebihan didalam ruangan (Indarti, 2019).

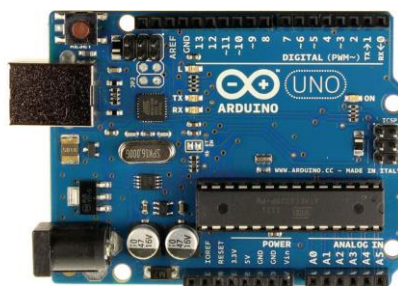
Pada penelitian yang dilakukan (Sutikno, Aji, & Susilo, 2006), modul mikrokontroler yang digunakan masih berupa model AT89S52 yang memiliki tingkat pengoperasian yang lebih rumit dibandingkan dengan arduino (Mauludin, Alfalah, & Wibowo, 2016), memiliki bit instruksi yang lebih sedikit, serta bahasa pemrograman tingkat rendah yang sulit digunakan. Kemudian pada (Utomo & Saputra, 2016), mulai diaplikasikan metode pengiriman informasi data kepada pengguna melalui kanal seluler berupa short message service (SMS). Penggunaan model mikrokontroler seperti raspberry pi (Putra, Piarsa, & Wibawa, 2018) digunakan pada ruang lingkup pengujian yang memerlukan proses pengolahan data yang lebih baik. Bahkan pada (Farisi, 2019), mulai diintegrasikan teknologi internet of things (IoT) (Hidayat, Winangun, Lestari, & Ramady, 2019).

Dalam perancangan model simulasi sistem ini, perangkat yang digunakan berupa sebuah modul *mikrokontroler Arduino uno* sebagai pengolah data, *sensor MQ-2* untuk mendeteksi kandungan gas pada asap, *LCD Display* memberikan informasi mengenai status pengukuran, *buzzer*, kipas, dan relay.

1. Arduino

Arduino merupakan sebuah perangkat

elektronik terintegrasi berbasis open source yang mudah dioperasikan dan diprogram. Modul mikrokontroler ini menggunakan chip AT328P sehingga cukup bertenaga untuk digunakan pada project skala kecil dan menengah, terutamanya sebagai alat bantu dalam sebuah penelitian eksperimental. Arduino dapat diprogram menggunakan software bawaan pengembangnya, yaitu perangkat lunak atau IDE (Integrated Development Environment) yang berjalan pada komputer yang digunakan untuk menulis dan meng-upload kode dari komputer ke perangkat Arduino.



Gambar 1. Mikrokontroler Arduino

2. Sensor MQ-2

Modul Sensor MQ-2 merupakan sebuah perangkat yang mampu melakukan proses pendeteksian terhadap perubahan kondisi kandungan gas pada suatu lingkungan. Sensor ini sangat cocok untuk mendeteksi H₂, LPG, CH₄, CO, Alkohol, Asap atau Propane. Sensor ini memiliki kepekaan, waktu respon serta pengukuran secara tepat dan cepat. Tingkat kepekaan sensor ini dapat dikalibrasi menggunakan potensiometer.



Gambar 2. Sensor MQ-2

3. Relay

Relay merupakan sebuah modul sistem saklar dengan prinsip kerja secara elektrik. Relay terdiri dari 2 bagian utama yaitu Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (Kontak Saklar/Switch). Relay bekerja dengan prinsip elektromagnetik yang mengatur gerak kontak saklar yang memungkinkan arus listrik kecil (low power) mampu mentransmisikan listrik dengan tegangan lebih tinggi.

Perangkat relay secara umum memiliki 4 komponen utama diantaranya :

1. Armature
2. Electromagnet (Coil)
3. Spring
4. Switch Contact Point (Saklar)



Gambar 3. Modul relay

4. Buzzer

Buzzer merupakan sebuah modul komponen elektronika kategori *transducer*, yang bekerja dengan cara mengubah sinyal elektrik menjadi sebuah gelombang suara. *Buzzer* biasa difungsikan sebagai alarm sinyal. Biasa di implementasikan pada *project* penelitian sebagai sebuah indicator terhadap suatu kondisi.



Gambar 4. Modul buzzer

5. LCD display panel

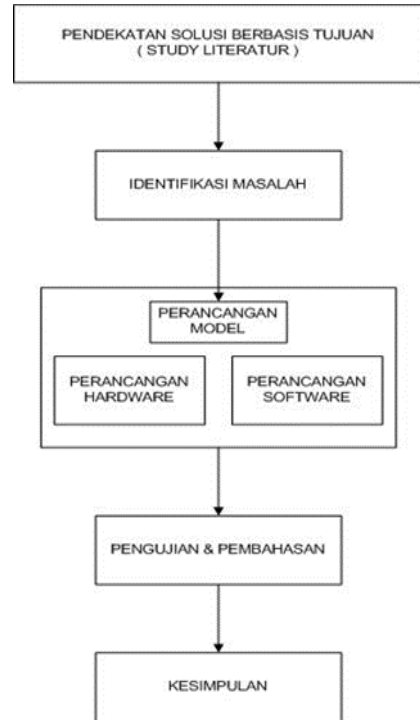
Merupakan perangkat yang biasa digunakan sebagai media display yang terbuat dari bahan cairan kristal. Jenis yang biasa digunakan pada penelitian skala kecil berupa LCD 16x2 yang mampu menampilkan 32 karakter terdiri dari 2 baris dengan tiap baris menampilkan 16 karakter.



Gambar 5. LCD display panel

METODOLOGI PENELITIAN

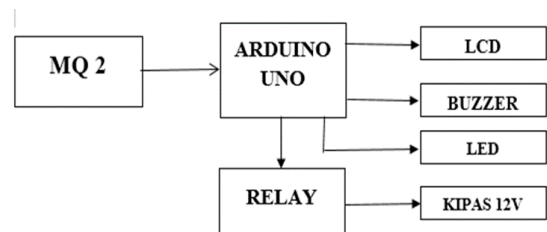
Metode yang digunakan pada perancangan model simulasi ini adalah metode penelitian eksperimental, karena dapat menguji secara benar hipotesis yang menyangkut hubungan kasual melalui tahapan *design science research method (DSRM)*



Gambar 6. Diagram alur penelitian

Tahapan penelitian eksperimental yang dilakukan :

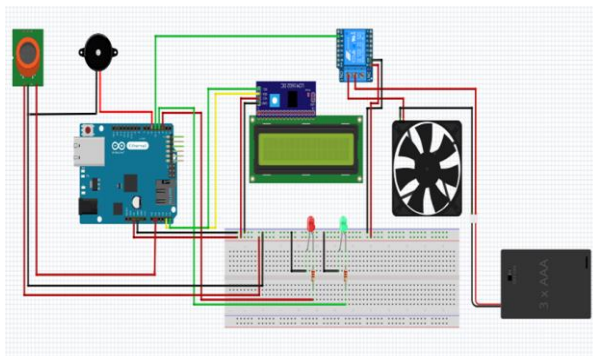
- Study literatur, yaitu serangkaian upaya pengumpulan informasi berupa data, pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelola bahan penelitian.
- Identifikasi masalah, merupakan upaya pengenalan dari sebuah masalah yang akan menentukan kualitas dari sebuah penelitian.
- Perancangan model, merupakan tahapan fundamental dimana pada fase ini dilakukan desain rancangan dan pengembangan dari solusi yang didapat.
- Pengujian, merupakan tahap pemantauan terhadap fungsi dan kinerja sistem untuk selanjutnya dilakukan evaluasi.



Gambar 7. Diagram blok rangkaian sistem

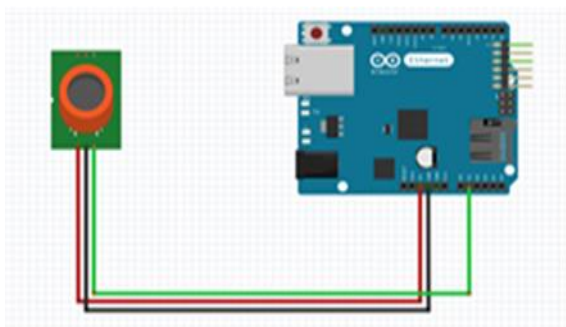
Berdasarkan blok diagram pada gambar 7 diatas , terdapat beberapa alat atau komponen, yang berfungsi sebagai berikut :

- *Arduino* sebagai *mikrokontroler* alat yang memproses output dari *MQ-2*.
- *Sensor MQ-2* sebagai alat pendeteksi asap di udara.
- *LCD* sebagai *display* atau penampil data yang berupa karakter dan dalam bentuk bilangan bit
- Buzzer sebagai indikator alarm jika *sensor* mendeteksi asap
- Kipas berfungsi sebagai ventilator untuk mengisap asap dan membuangnya keluar
- Lampu *LED* berfungsi sebagai indikator alarm jika *sensor* mendeteksi asap
- Relay berfungsi sebagai saklar untuk mengendalikan kipas yang dikontrol oleh *Arduino*.



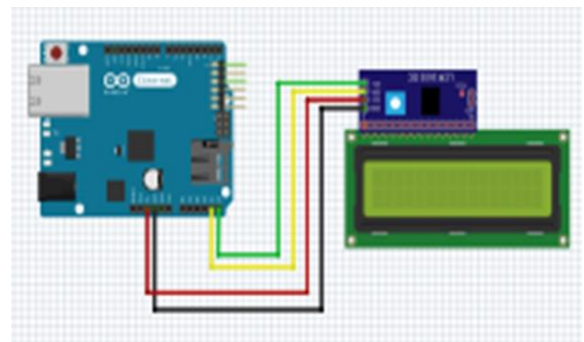
Gambar 8. Skema rangkaian sistem

Diagram pengawatan seperti pada gambar 8, digunakan untuk menghubungkan komponen-komponen yang digunakan agar terhubung satu sama lain, dalam diagram pengawatan digunakan variasi dari warna kabel *jumper* sebagai petunjuk untuk membedakan mana komponen yang dihubungkan ke *ground*, tegangan positif dan negatif. Dalam hal ini kabel *jumper* biru merepresentasikan sebagai tegangan positif dan kabel *jumper* hitam sebagai *ground*. Sementara itu kabel *jumper* merah dan hijau *Arduino* atau komponen-komponen lain pada tampilan *LCD*.



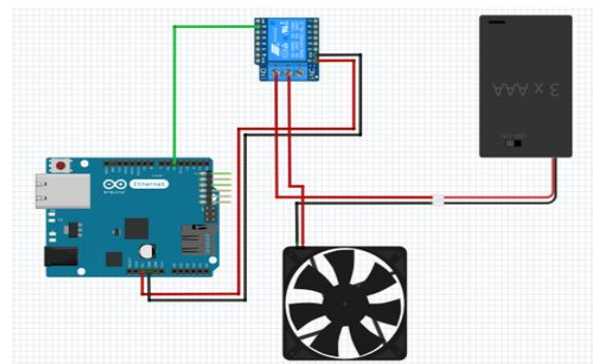
Gambar 9. Rangkaian sensor MQ-2
Sensor MQ-2 memiliki tiga buah pin yakni

diantaranya *VCC*, *GND* dan *Data*. *Pin data* dari *sensor* tersebut terhubung dengan Pin A8 pada *Arduino Uno*. Dimana Pin A1 adalah port ADC dari *Arduino* yang akan dikonversi dengan antarmuka *ADC*. Rangkaian ini terhubung ke PB.1 - PB.7, yang merupakan *pin I/O* dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu sebagai *Timer/Counter*, *komparator analog* dan *SPI* mempunyai fungsi khusus sebagai pengiriman data secara serial. Sehingga nilai yang akan tampil pada *LCD display* akan dapat dikendalikan oleh *Mikrokontroler Arduino Uno*. *Display LCD character 2x16* berfungsi sebagai penampil nilai volume tabung yang terukur oleh alat.



Gambar 10. Rangkaian LCD I2C

Pada alat penetralisir udara ini kipas berfungsi sebagai menetralsisir asap yang masuk , kipas akan aktif apabila *sensor* mendeteksi adanya keberadaan asap disuatu ruangan . Berikut ini adalah rangkaian yang menunjukkan hubungan antara kipas dengan *arduino*.



Gambar 11. Rangkaian sistem kipas

Aplikasi *sketch Arduino IDE* digunakan untuk menyusun sebuah list program kontrol serta program *bootloader* yang akan *diupload* kedalam *mikrokontroler*. Untuk dapat memasukan program yang telah dibuat, perangkat *mikrokontroler Arduino* terlebih dahulu harus dihubungkan dengan PC melalui *USB port* agar dapat dikenali oleh sistem. Program yang telah dibuat pada aplikasi *sketch Arduino IDE* kemudian akan *dikompilasi* dan *diintegrasikan* kedalam modul *Arduino*.


```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

int redLed = 2;
int greenLed = 3;
int buzzer = 4;
int smokeSensor = A1;
int kipas = 5;
int sensorThres = 200;

boolean terdeteksiAsap = false;
boolean keadaanSensor = true;

void setup() {
  lcd.init(); // initialize the lcd
  // Print a message to the LCD.
  lcd.clear();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(1,0);
  lcd.print("Selamat Datang");
  lcd.setCursor(4,1);
  lcd.print("di kelas");

  delay(3000);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Kadar Asap:  ");

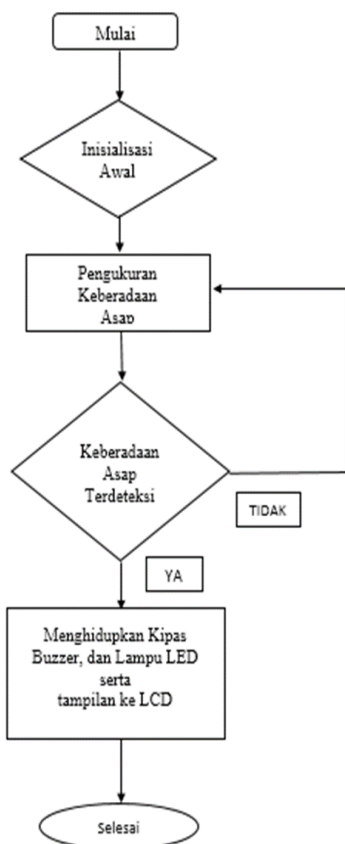
  pinMode(greenLed, OUTPUT);
  pinMode(redLed, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(smokeSensor, INPUT);
  pinMode(kipas, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int analogSensor = analogRead(smokeSensor);
  Serial.print("Kadar Asap: ");
  Serial.println(analogSensor);

  lcd.setCursor(11,0);
  // supaya tampil rata kanan
  string tampilKadar = " ";
  tampilKadar = tampilKadar + analogSensor;
  lcd.println(tampilKadar.substring(tampilKadar.length() - 5));

  terdeteksiAsap = (analogSensor >= sensorThres);
  if (terdeteksiAsap == true && keadaanSensor != terdeteksiAsap)
```

Gambar 12. List program

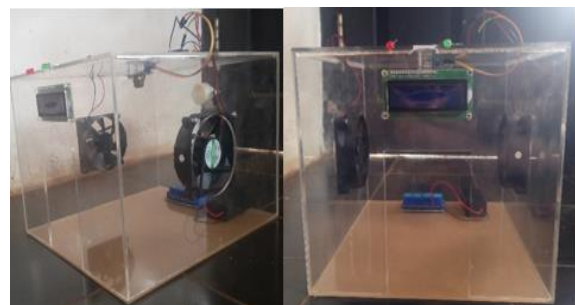


Gambar 13. Flowchart kerja sistem

Alat akan menyala jika disambungkan dengan adaptor 12 V. Setelah itu dilakukan inisialisasi awal untuk pertama kalinya yaitu pemberian data awal (nilai awal) sebagai deklarasi *variabel* atau objek pada program sehingga alat dapat bekerja sebagai mana mestinya atau sesuai yang diinginkan. *Sensor MQ-2* dalam bentuk modul akan mendeteksi keberadaan asap diudara kemudian output dari sensor akan dibandingkan (*comper*) pada rangkaian pembanding pada modul *sensor* dimana perbandingan dapat diatur dengan melakukan adjust pada *trimpot*, sehingga didapat hasil dengan dua kondisi digital yaitu *high* dan *low*. *High* yang berarti asap terdeteksi dan *low* berarti asap tidak terdeteksi. Saat asap terdeteksi maka alat secara otomatis menghidupkan kipas, *buzzer*, dan lampu serta menampilkan karakter pada *LCD* sesuai dengan program. Jika asap tidak terdeteksi maka alat akan terus mendeteksi keberadaan asap diudara. Proses tersebut akan berjalan terus secara berulang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian sistem pada beberapa kondisi, dimana hasil pengukuran yang terbaca berupa nilai *digital high* dan *low*. Pengujian dilakukan pada perangkat simulasi sistem dengan menggunakan *trigger* berupa asap yang dihasilkan oleh beberapa sampel yang menghasilkan gas CO. Adapun yang menjadi fokus daripada uji coba alat ini adalah mengukur akurasi, delay waktu, serta kestabilan pembacaan indikator kandungan asap di udara oleh sistem.



Gambar 14. Model simulasi perangkat

Pengujian sistem

Pengujian terhadap kinerja *sensor MQ-2* bertujuan untuk menilai akurasi *sensor* dalam merespon keberadaan asap rokok di dalam ruangan. Pengujian *sensor MQ-2* dilakukan dengan cara mengamati output dari sensor *MQ-2*, secara teknis *sensor* akan menghasilkan *output high* jika mendeteksi asap, dan akan menghasilkan *output low* jika tidak mendeteksi adanya asap. Kondisi suhu ruangan normal berada pada rentang 10-215 ppm, pada kondisi ini ruangan dikategorikan aman dari polutan gas maupun asap. Nilai tersebut diperoleh dari parameter *sensor MQ2* yang telah diset pada program untuk mendeteksi keberadaan asap rokok, yang berada pada kisaran nilai ≥ 215 ppm.

Tabel 1. Pengujian fungsi sistem pendeteksian

Pengujian Ke-	Kandungan Gas (ppm)	Delay (s)	Kipas	Buzzer
1	237	2.2	On	On
2	224	2.1	On	On
3	241	2.3	On	On
4	238	1.9	On	On
5	232	2.2	On	On
6	237	2.1	On	On
7	239	2.3	On	On
8	243	2.4	On	On
9	242	2.4	On	On
10	247	2.6	On	On
11	235	2.2	On	On
12	231	2.3	On	On
13	227	1.8	On	On
14	242	2.3	On	On
15	234	2.1	On	On
16	229	2.0	On	On
17	238	2.4	On	On
18	244	3.1	On	On
19	221	2.0	On	On
20	236	2.3	On	On

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 1, terlihat bahwa sistem dapat mendeteksi setiap perubahan kondisi pada objek penelitian. Indikator alarm *buzzer* aktif ketika *sensor* menerima nilai diatas parameter normal yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu dikisaran nilai 10-215 ppm. Ketika *buzzer* aktif, kipas secara otomatis menyala dan memfungsikan sistem pembuangan untuk menormalkan kondisi kandungan gas pada asap dilingkungan objek penelitian.

Tabel 2. Pengujian fungsi sistem pembuangan

Pengujian Ke-	Kondisi Awal	Kondisi Akhir	Kipas	Delay
1	237	205	Off	2.3
2	224	199	Off	2.5
3	241	207	Off	2.4
4	238	195	Off	2.8
5	232	201	Off	2.4
6	237	198	Off	2.5
7	239	193	Off	2.7
8	243	208	Off	3.0
9	242	202	Off	2.8
10	247	207	Off	2.8
11	235	198	Off	2.7
12	231	200	Off	2.4
13	227	195	Off	1.9
14	242	198	Off	2.6
15	234	193	Off	2.3
16	229	187	Off	2.3
17	238	191	Off	2.5
18	244	203	Off	2.7
19	221	196	Off	2.3
20	236	201	Off	2.4

Berdasarkan data hasil pengujian pada tabel 2,

terlihat bahwa sistem pembuangan mampu melakukan fungsinya dalam menormalkan kondisi objek penelitian. Waktu yang diperlukan oleh sistem dari kondisi aktif >215 ppm menjadi kondisi non-aktif < 215 ppm rata-rata berada dibawah kisaran angka 3 detik, sehingga sistem dapat dikategorikan mampu bekerja dengan baik dan optimal.

Gambar 15. Status pengukuran pada LCD



KESIMPULAN

Setelah alat pendeteksi asap rokok terealisasi dan di uji dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Sistem dapat mendeteksi serta mengukur kadar kandungan gas CO, dan gas lain pada asap.
- Lama pendeteksian asap tergantung dari jarak benda yang mengeluarkan asap dengan sensor MQ-2 dan kecepatan asap untuk menjangkau sensor.
- Sensor MQ-2 dapat diatur kesensitifannya dengan mengatur *trimpot* yang terdapat pada bagian belakang sensor sesuai dengan kebutuhan.
- Pada saat terdeteksi asap rokok *buzzer* akan mengeluarkan indikator sinyal *alarm* dan LCD menampilkan status kondisi kandungan gas di lingkungan pengujian .
- Akurasi dan kecepatan pendeteksian pada ruangan atau wadah tertutup akan lebih baik bila menggunakan lebih dari satu sensor, sehingga harapannya asap akan lebih mudah dan lebih cepat terdeteksi.

REFERENSI

- Arty, I. S. (2005). Pendidikan Lingkungan Hidup tentang Bahaya Polutan Udara. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, (3).
- Farisi, A. F. (2019). Prototype Pencegahan Kebakaran Dini Berbasis IoT (Internet of Thing). *Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektronika-Fakultas Teknik UM*.
- Hidayat, R., Ramady, G. D., Syafruddin, R., Mahardika, A. G., & Sun, A. S. (2020). Pendeteksi Kebocoran Gas Dan Kebakaran Berbasis Arduino Dengan Antarmuka Visual

- Basic. *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, 9(2), 76–79.
- Hidayat, R., Winangun, H. S., Lestari, N. S., & Ramady, G. D. (2019). Development of BTS Site Smart Key Based on Internet of Things. *2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication (ISemantic)*, 507–512. IEEE.
- Indarti, S. (2019). hubungan pencemaran udara rumah tangga dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ispa) pada balita. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 8(1), 37–42.
- Mauludin, M. S., Alfalah, A. F., & Wibowo, D. D. (2016). MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino dan Bahasa C. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1).
- Pradono, J., & Kristanti, C. M. (2003). Perokok pasif bencana yang terlupakan. *Indonesian Bulletin of Health Research*, 31(4), 66104.
- Prasetyo, H., & Sutopo, W. (2018). Industri 4.0: Telaah Klasifikasi aspek dan arah perkembangan riset. *J@ Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 13(1), 17–26.
- Putra, I. W. P. A., Piarsa, I. N., & Wibawa, K. S. (2018). Sistem Pendeteksi Kebakaran Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Android. *Jurnal Ilmiah Merpati (Menara Penelitian Akademika Teknologi Informasi)*, 167–173.
- Savitri, A. (2019). *Revolusi Industri 4.0: Mengubah Tantangan Menjadi Peluang di Era Disrupsi 4.0*. Penerbit Genesis.
- Supriyadi, A. (2014). Kawasan Tanpa Rokok Sebagai Perlindungan Masyarakat Terhadap Paparan Asap Rokok Untuk Mencegah Penyakit Terkait Rokok. *Jurnal Kebijakan Kesehatan Indonesia*.
- Sutikno, T., Aji, W. S., & Susilo, R. (2006). Perancangan Alat Pendeteksi Kebakaran Berdasarkan Suhu Dan Asap Berbasis Mikrokontroler At89s52. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 4(1), 49–56.
- Umum, P. M. P. (2008). Persyaratan Teknis Sistem Proteksi Kebakaran Pada Bangunan Gedung dan Lingkungan. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum*, (26).
- Utomo, B. T. W., & Saputra, D. S. (2016). Simulasi sistem pendeteksi polusi ruangan menggunakan sensor asap dengan pemberitahuan melalui SMS (Short Message Service) dan alarm berbasis arduino. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 10(1), 56–68.