



## Prototype Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) pada Asap Rokok di Dalam Smoking Room Menggunakan Logika Fuzzy

Naufal Daffa Zulianza \*<sup>1</sup>, Hartati Deviana <sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya; Jl. Srijaya Negara Bukit Besar, Palembang-Indonesia 30139 Telp.(0711) 353414. Fax. (0711) 355918  
e-mail: <sup>2</sup> [hartatiplg7@gmail.com](mailto:hartatiplg7@gmail.com)

### Abstrak

Laporan ini berjudul “Prototype Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Asap Rokok Di Dalam Smoking Room Menggunakan Fuzzy. Tujuan utama pembuatan alat ini adalah untuk memberikan kenyamanan bagi orang yang merokok dalam suatu ruangan. Dalam proses pembuatan sistem pada alat ini, menggunakan Logika Fuzzy metode Tsukamoto. Alat ini dirancang agar dapat mengendalikan zat-zat beracun yang dikeluarkan oleh asap rokok dengan jalan memperlancar sirkulasi udara dalam suatu ruangan. Alat pengukur kadar Karbon Monoksida pada asap rokok di dalam smoking room ini, bekerja dengan cara mengukur kadar racun pada asap rokok didalam smoking room. Masukan dari sistem ini adalah sensor MQ-2 yang mendeteksi asap rokok dan sensor MQ-135 yang dapat mendeteksi gas karbon monoksida dan kemudian hasil input-an dari kedua sensor tersebut diolah dalam mikrokontroler. Kemudian mikrokontroler akan menampilkan output-an pada LCD dan memerintahkan mengaktifkan buzzer sebagai alarm dan mengaktifkan kipas untuk pembuangan. Alat ini diharapkan dapat digunakan oleh masyarakat dan pemerintah untuk mengendalikan zat beracun yang dikeluarkan melalui asap rokok dengan jalan mengendalikan asap rokok pada smoking room.

**Kata kunci**— Asap Rokok, Mikrokontroler, Fuzzy Tsukamoto, Sensor

### Abstract

The report, entitled “Prototype Of The Measuring Device Carbon Monoxida (CO) in Smoking Room Using Fuzzy. The main purpose of making this tool was to put up freshness air and lift a hand for both the smokers and the secondhand smokers in a same room. Fuzzy Logic by Tsukamoto’s method are used in process of making this tool. This tool is designed to control toxic gases from the tobacco smoke by expediting the air circulation in the smoking room. Carbon Monoxide level measurements in cigarette smoke in this smoking room worked by measuring toxic levels in cigarette smoke in a smoking room. The input from this system was MQ-2 sensor which detects tobacco smoke and MQ-135 sensor that can detect the carbon monoxide. Then, the result of both sensors will be processing in a microcontroller. Afterwards, microcontroller will display the output on the LCD and command to activate buzzer as alarm and enable fan for disposal. Hence, this tool is expected can be used by the society and

*government to control the toxic gases caused by the tobacco smoke in public areas especially can be used in smoking room.*

**Keywords**— *Smoke, Microcontroller, Fuzzy Tsukamoto, Sensor.*

## 1. PENDAHULUAN

Bahaya asap rokok tidak cukup hanya merugikan bagi diri sendiri akan tetapi juga bagi orang lain. Asap rokok yang dikeluarkan dari mulut-mulut perokok ternyata memberikan efek buruk untuk kesehatan orang yang menghirupnya dalam hal ini adalah perokok pasif. Namun demikian, tetap saja efek paling buruk diperoleh adalah perokok aktif. Perokok aktif selain dia menghirup rokok itu sendiri, dia juga sangat berpeluang besar menghirup asap yang dia keluarkan dari mulutnya saat merokok.

Ketika perokok membakar sebatang rokok dan menghisapnya, asap yang dihisap oleh perokok disebut asap utama dan asap yang keluar dari ujung rokok (bagian yang terbakar) dinamakan asap sampingan. Asap sampingan ini terbukti mengandung lebih banyak hasil pembakaran tembakau dibandingkan pada asap utama. Menurut badan pengawas makanan dan obat (*Food And Drug Administration*), asap ini mengandung Karbon Monoksida 5 kali lebih besar, Tar dan Nikotin 3 kali lipat, Amonia 46 kali lipat, Nikel 3 kali lipat, dan Nitrosamina (zat penimbul kanker) yang kadarnya mencapai 50 kali lebih besar pada asap sampingan dibanding dengan kadar pada asap utama.

Salah satu cara untuk mengurangi asap rokok agar tidak mengganggu orang lain yang tidak merokok, terutama dalam ruangan merokok/*smoking area*, dibuatlah suatu alat yang dapat membantu perokok yang berada di dalam ruangan tersebut mengetahui kadar racun yang di hasilkan oleh asap rokok yang mereka hisap selama berada di dalam ruangan merokok / *smoking room*. Alat ini diharapkan dapat memberikan informasi berapa banyak kadar asap rokok yang ada pada ruangan tersebut dengan menggunakan metode fuzzy, dan juga dapat memperingatkan perokok bila kadar racun yang ada di ruangan tersebut melebihi

batasnya (sudah bahaya) bila terus berada di dalam ruangan tersebut. Alat ini diharapkan dapat mengatasi solusi tentang masalah polusi asap rokok yang terdapat dalam suatu ruangan merokok / *smoking room*.

Penelitian mengenai pendeteksian maupun pembersih asap rokok salah satunya yaitu penelitian dari Sinaga [13] yang melakukan perancangan, pembuatan sistem pendeteksi dan pembersih asap rokok menggunakan atmega 8535 yang dikendalikan oleh PC. Pada penelitian ini, sistem akan mendeteksi kadar asap rokok yang ada dalam ruangan dan menampilkannya di monitor PC. Ketika kadar asap rokok telah melewati batas maksimum yang telah ditentukan maka secara otomatis sistem akan menghidupkan kipas ventilasi sehingga level asap akan berkurang.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Dikman [3] yaitu *prototype* pembersih dan monitoring asap rokok pada ruang tertutup menggunakan *fuzzy logic controller*. Dijelaskan bahwa sistem yang dibuat memanfaatkan proses ionisasi untuk mengendapkan asap rokoknya. Cara yang digunakan adalah dengan mengolah data yang dideteksi oleh sensor asap rokok AF-30 dan TGS 2442, kemudian ditampilkan jumlah atau kadar asap rokok dalam ruangan pada monitor. Kemudian logika *control fuzzy* akan memproses nilai yang ditangkap dari sensor dan akan di proses menjadi *output* yang akan mengendalikan tegangan *output* pada kipas.

Pada penelitian rancang bangun sistem pengendali kadar asap pada *smoking area* berbasis mikrokontroler atmega 8535, yang disusun oleh Hudi [7] dijelaskan alat ini dirancang supaya dapat mengendalikan zat-zat beracun yang dikeluarkan oleh asap rokok dengan jalan memperlancar sirkulasi udara dalam suatu ruangan serta dapat mengembalikan kesegaran ruangan akibat asap rokok. Alat pengendali polusi asap rokok ini, bekerja dengan cara

mengeluarkan asap rokok pada suatu ruangan, kemudian dengan sistem otomatis dapat mengembalikan kesegaran udara pada ruangan tersebut. Masukan dari sistem ini adalah sensor MQ-135 yang mendeteksi asap rokok sehingga menghasilkan tegangan *output* dan kemudian diolah dalam mikroprocessor ATmega 8535. Kemudian mikrokontroler memerintahkan *driver* untuk mengaktifkan *fan* pembuangan dan alarm.

Penelitian Chairunnas [2] membuat model alat pendeteksi asap rokok menggunakan sensor gas mq2 berbasis sms *gateway*, dijelaskan perancangan dan pembuatan alat pengurai asap rokok menggunakan sensor gas MQ7 sebagai pendeteksi asap rokok dan pendeteksi gas kabron monoksida dengan mikrokontroler ATmega8535 dengan keluaran Fan DC untuk menetralsir asap rokok sebagai penampil kualitas udara pada *smoking room*. Oleh karena itu, dirancanglah model alat pendeteksi asap rokok menggunakan sensor gas MQ2 dengan Arduino UNO mikrokontroler ATmega 328 dan GSM Shield dengan keluaran Fan DC.

Penelitian mengenai sistem penyegaran ruangan dari asap rokok dan gas LPG berbasis mikrokontroler atmega 8535, yang dilakukan oleh Akhwandi [1] rancangan alat penyegaran udara dari asap rokok dan gas LPG berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan sensor MQ-9 ini melalui tahap pembuatan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras terdiri dari kotak yang merupakan prototype ruangan dan terdapat sensor MQ-9 untuk mendeteksi asap rokok dan gas LPG, mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengendali, *buzzer* sebagai peringatan dini bahwa ada terdeteksi asap rokok dan gas LPG serta kipas yang akan

aktif guna membuang asap rokok dan gas LPG dari dalam ruangan ke luar.

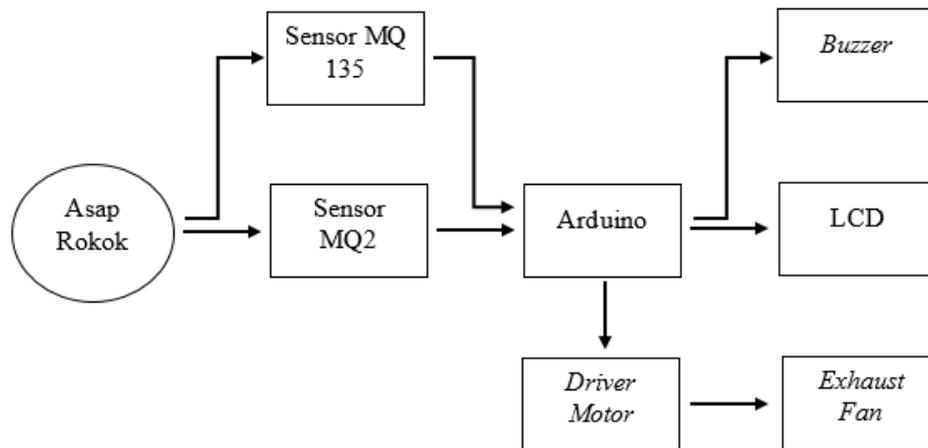
Logika fuzzy pertama di kenalkan oleh Prof. Lotfi A. Zadeh pada tahun 1965. Logika fuzzy merupakan suatu metode pengambilan keputusan berbasis aturan yang digunakan untuk memecahkan keabuan masalah pada sistem yang sulit dimodelkan atau memiliki ambiguitas. Dasar logika fuzzy adalah teori himpunan fuzzy [10].

Setiap benda memiliki besaran dan setiap besaran memiliki satuan. Mempelajari sebuah benda, sejumlah (sistem) benda-benda atau setiap benda berarti mempelajari besaran-besaran yang dimiliki benda itu. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran. Disengaja atau tidak disengaja, disadari atau tidak disadari, pengukuran dapat menyebabkan gangguan pada objek benda atau gejala yang diukur [8].

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Blok Diagram

Blok diagram rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan suatu alat. Dari blok diagram seperti pada Gambar 1, dapat diketahui prinsip kerja rangkaian keseluruhan. Sehingga keseluruhan blok diagram rangkaian akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan bagaimana prinsip kerja dari rancangan suatu alat. Berikut adalah rancangan diagram blok untuk *Prototype Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida (CO) Pada Asap Rokok Di Dalam Smoking Room Menggunakan Fuzzy*.



Gambar 1 Diagram Blok Rancang Bangun Alat

Diagram blok tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. Asap rokok merupakan input, yang digunakan untuk mengukur berapa kadar karbon monoksida, karbon dioksida dan smoke pada asap rokok tersebut.
2. Pada blok rangkaian terdiri dari sensor MQ-2 dan MQ-135 sebagai masukan dari asap rokok tersebut.
3. Masukan tersebut diproses pada Mikro Arduino Uno yang telah ditanamkan program dengan menggunakan logika fuzzy, penjelasan lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.1
4. Driver Relay berfungsi untuk mengendalikan On/Off pada *exhaust fan*.
5. Keluaran dari proses tersebut akan memutar *exhaust fan* pada saat kondisi di ruangan sudah melebihi ambang batas yang sudah ditentukan.
6. Pada rancangan bangun alat pengukur kadar karbon monoksida pada asap rokok di dalam *smoking room* berbasis arduino ini terdapat LCD yang akan menampilkan nilai asap dalam bentuk *Graph* yang dideteksi oleh sensor.
7. Dan jika kadar asap pada ruangan sudah melebihi ambang batas yang ditentukan, maka otomatis *Buzzer* akan aktif yang berfungsi sebagai alarm.

## 2.2 Metode Perancangan

Perancangan adalah tahapan penting dalam pembuatan suatu perangkat elektronik tetapi sebelum melakukan

perancangan terhadap alat yang akan dirancang, maka terlebih dahulu dipersiapkan suatu perencanaan yang baik untuk mendapatkan hasil yang memuaskan. Tahapan perancangan merupakan suatu tahapan mulai dari pengamatan, penganalisaan, pengoperasian, hingga mengusahakan suatu alat menjadi beroperasi sebagaimana mestinya.

Pada tahapan perancangan inilah yang menjadi dasar apakah alat yang dibuat akan sesuai atau dalam artian beroperasi atau tidak. Jika tahap perancangan kita lakukan dengan baik dan memenuhi standar yang ditentukan, maka nantinya alat yang akan dirancang akan juga beroperasi sesuai dengan harapan. Untuk perancangan kendali stop kontak melalui internet ini terdiri dari dua tahapan yang digunakan oleh penulis, yaitu:

1. Himpunan Fuzzy
2. Perancangan Software
3. Perancangan Hardware
4. Perancangan Mekanik

Himpunan *Crisp* didefinisikan oleh item-item yang ada pada himpunan itu. Jika  $a$  anggota dari  $A$ , maka nilai yang berhubungan dengan  $a$  adalah 1. Namun, jika  $a$  bukan anggota dari  $A$ , maka nilai yang berhubungan dengan  $a$  adalah 0. Notasi  $A = \{x P(x)\}$  menunjukkan bahwa  $A$  berisi item  $x$  dengan  $P(x)$  benar. Jika  $XA$  merupakan fungsi karakteristik  $A$  dan properti  $P$ , maka dapat dikatakan bahwa  $P(x)$  benar, jika dan hanya jika  $XA(x) = 1$ .

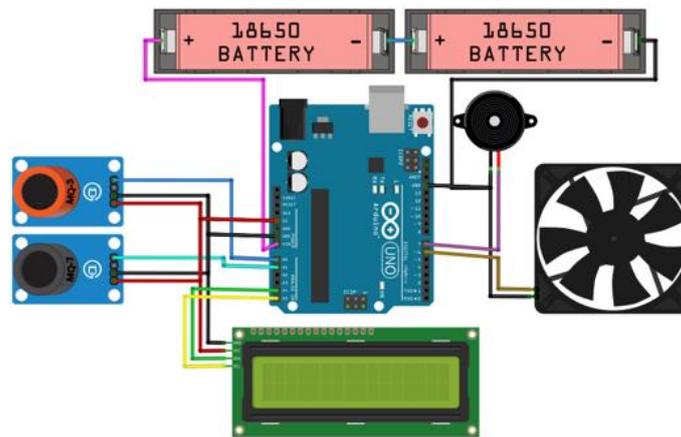


2.3 Perancangan Hardware

Pada perancangan *hardware* ini kita membuat bagian luar dari rangkaian yang kita gunakan sebagai output dari komponen yang akan digunakan. Dalam tahapan perancangan elektronik ini, juga berhubungan dengan menentukan peralatan

dan bahan yang akan digunakan, hingga membuat skematik *hardware*.

Pada tahap awal merancang perangkat keras, dibutuhkan skematik yang menunjukkan seluruh komponen dan jalur yang digunakan pada alat Kendali stop kontak ini. Rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Rangkaian Alat Secara Keseluruhan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kalibrasi Pada Sensor MQ-2 dan MQ-135

Pengujian dilakukan untuk mengetahui atau mengecek apakah sensor

MQ-2 dan sensor MQ-135 ini berjalan dengan baik atau tidak dan juga untuk memastikan berapa lama sensor-sensor tersebut melakukan kalibrasi. Bisa dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2 Percobaan Pertama

| Nilai ADC Sensor |                  | Waktu      |
|------------------|------------------|------------|
| MQ – 2           | MQ - 135         |            |
| Kalibrasi Sensor | Kalibrasi Sensor | Menit Ke 0 |
| Kalibrasi Sensor | Kalibrasi Sensor | Menit Ke 1 |
| Kalibrasi Sensor | Kalibrasi Sensor | Menit Ke 2 |
| 256              | 317              | Menit Ke 3 |
| 340              | 390              | Menit Ke 4 |
| 403              | 519              | Menit Ke 5 |
| 391              | 656              | Menit Ke 6 |
| 385              | 690              | Menit Ke 7 |

|     |     |             |
|-----|-----|-------------|
| 459 | 724 | Menit Ke 8  |
| 436 | 736 | Menit Ke 9  |
| 384 | 726 | Menit Ke 10 |
| 324 | 712 | Menit Ke 11 |
| 435 | 736 | Menit Ke 12 |
| 426 | 748 | Menit Ke 13 |
| 423 | 741 | Menit Ke 14 |
| 456 | 717 | Menit Ke 15 |
| 452 | 737 | Menit Ke 16 |
| 448 | 735 | Menit Ke 17 |
| 474 | 706 | Menit Ke 18 |

Tabel 3 Percobaan Ke – 2

| Nilai ADC Sensor |                  | Waktu       |
|------------------|------------------|-------------|
| MQ – 2           | MQ - 135         |             |
| Kalibrasi Sensor | Kalibrasi Sensor | Menit Ke 0  |
| Kalibrasi Sensor | Kalibrasi Sensor | Menit Ke 1  |
| Kalibrasi Sensor | Kalibrasi Sensor | Menit Ke 2  |
| 125              | 211              | Menit Ke 3  |
| 152              | 251              | Menit Ke 4  |
| 176              | 280              | Menit Ke 5  |
| 212              | 317              | Menit Ke 6  |
| 327              | 396              | Menit Ke 7  |
| 422              | 454              | Menit Ke 8  |
| 489              | 478              | Menit Ke 9  |
| 579              | 536              | Menit Ke 10 |
| 612              | 553              | Menit Ke 11 |
| 592              | 565              | Menit Ke 12 |
| 593              | 566              | Menit Ke 13 |

|     |     |             |
|-----|-----|-------------|
| 560 | 551 | Menit Ke 14 |
| 535 | 559 | Menit Ke 15 |
| 560 | 575 | Menit Ke 16 |
| 606 | 615 | Menit Ke 17 |
| 630 | 624 | Menit Ke 18 |
| 629 | 656 | Menit Ke 19 |
| 637 | 664 | Menit Ke 20 |

### 3.2 Hasil Pengujian Alat Pengukur Kadar Karbon Monoksida

Tabel 4 Pengukuran dengan 1 (satu) batang rokok

| STATUS  | MQ-2 (PPM) | MQ-135 (PPM) | WAKTU PENGUKURAN |
|---------|------------|--------------|------------------|
| AMAN    | 0.02       | 473.14       | 1.25 DETIK       |
| NORMAL  | 5.25       | 2278.7       | 5 DETIK          |
| WASPADA | 6.98       | 2983.27      | 11.32 DETIK      |
| BAHAYA  | 8.78       | 3362.87      | 35.4 DETIK       |

Tabel 4 menunjukkan hasil dari percobaan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat dilakukan pengujian dengan menggunakan satu batang rokok didapatkan nilai dari kedua sensor MQ-2 dan MQ-135 mengalami kenaikan nilai yang cukup jauh dengan tenggang waktu kenaikan yang sedikit lama.

Tabel 5 Pengukuran dengan 2 (dua) batang rokok

| STATUS | MQ-2 (PPM) | MQ-135 (PPM) | WAKTU PENGUKURAN |
|--------|------------|--------------|------------------|
| AMAN   | 0.14       | 710.3        | 0.15 DETIK       |

|         |      |         |            |
|---------|------|---------|------------|
| NORMA L | 0.95 | 1081.3  | 3 DETIK    |
| WASPADA | 1.38 | 2289.02 | 6.25 DETIK |
| BAHAYA  | 2.05 | 3350.01 | 23.7 DETIK |

Tabel 5 merupakan hasil dari percobaan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat dilakukan pengujian dengan menggunakan dua batang rokok didapatkan nilai dari kedua sensor MQ-2 dan MQ-135 mengalami kenaikan nilai yang tidak terlalu jauh dengan tenggang waktu agak lama pada saat kondisi waspada ke kondisi bahaya.

Tabel 6 Pengukuran dengan tiga (tiga) batang rokok

| STATUS  | MQ-2 (PPM) | MQ-135 (PPM) | WAKTU PENGUKURAN |
|---------|------------|--------------|------------------|
| AMAN    | 2.02       | 872.3        | 0.2 DETIK        |
| NORMAL  | 3.41       | 1503.7       | 0.5 DETIK        |
| WASPADA | 7.28       | 2416.6       | 3 DETIK          |
| BAHAYA  | 10.28      | 3214.3       | 5 DETIK          |

Tabel 6 merupakan hasil dari percobaan pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat dilakukan pengujian dengan menggunakan tiga batang rokok didapatkan nilai dari kedua sensor MQ-2 dan MQ-135 mengalami kenaikan nilai yang cukup jauh dengan perubahan waktu pada saat masing-masing kondisi agak cepat.

Jadi, hasil dari uji coba Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6 menyimpulkan bahwa jumlah rokok mempengaruhi status kondisi sensor asap dan lama waktu pengukuran.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Prototype* penyaring asap rokok pada *smoking area* dapat dirancang menggunakan logika fuzzy penerapan metode Tsukamoto berbasis Arduino Uno.
2. Alat berupa *prototype* ini merupakan sistem penyaring asap rokok pada *smoking room* yang hasil akhirnya untuk menampilkan kondisi ruangan pada saat merokok, dan memberikan alarm jika kondisi di dalam ruangan tersebut sudah bahaya, *exhaust fan* pada saat kondisi ruangan tersebut sudah waspada sesuai dengan *set point* yang diberikan menggunakan logika fuzzy. Adapun tahapnya yaitu :
  - a. Memfuzzifikasi semua input antara lain sensor MQ-2 dan MQ-135 {*Health, Accept, Cautious, Danger*}
  - b. Membuat basis aturan pada sistem kendali ini menggunakan 64 aturan.
  - c. Tahap terakhir yaitu defuzzifikasi karena pada penelitian ini menggunakan logika fuzzy metode Tsukamoto maka untuk mencari hasil atau *output* dengan cara perhitungan rata-rata.

#### 5. SARAN

Dengan memperhatikan beberapa kekurangan dari penelitian ini secara keseluruhan diberikan saran agar dapat dikembangkan sehingga menjadi lebih baik lagi. Penulis menyaran agar nanti alat

atau *prototype* ini dapat lebih kembangkan lagi seperti dengan menambahkan jumlah filter yang digunakan atau merancang kembali alat ini dengan menambahkan pengharum agar kotak simulasi tidak terlalu bau.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim Redaksi Jurnal Teknik Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberi kesempatan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diterbitkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akhwandi, Dasef. dan Anton, Yudhana . 2017. *Sistem Penyegaran Ruangan Dari Asap Rokok Dan Gas LPG Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*. Yogyakarta: Universitas Ahmad Dahlan.
- [2] Chairunnas, Andi. 2014. *Model Alat Pendeteksi Asap Rokok Menggunakan Sensor Gas MQ 2 Berbasis SMS GATEWAY*. Bogor: Universitas Pakuan.
- [3] Dikman, Slachsa. 2013. *Prototype Pembersih Dan Monitoring Asap Rokok Pada Ruang Tertutup Menggunakan Fuzzy Logic Controller*. Surabaya: Politeknik Elektronika Negeri Surabaya.
- [4] Djuandi, Feri. 2011. *Pengenalan Arduino*. Jakarta: Universitas Trisakti.
- [5] Endaryono, P. J. 2014. *Rancang Bangun Sistem Pembayaran Mandiri Pada Wahana Permainan*. Surabaya: STIMIK STIKOM.
- [6] Evince,W. [pdf]. Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya. (<http://eprints.polsri.ac.id/1189/4/BA-B%20II.pdf>, diakses 23 mei 2018).
- [7] Hudi, Muhammad. 2012. *Rancang Bangun Sistem Pengendali Asap Pada Smoking Area Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535*. Surabaya: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran".

- [8] Kinanti, V. N. 2016. *Prototype Penyaring Asap Rokok Pada Smoking Area Menggunakan Pulse Width Modulation (PWM) Dan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto*. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- [9] Kristin ,P.[pdf]. Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya. ([http://eprints.polsri.ac.id/4010/3/File %20III.pdf](http://eprints.polsri.ac.id/4010/3/File%20III.pdf), diakses 23 mei 2018).
- [10] Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligence (Teknik dan Aplikasinya)*. Yogyakarta: Graha Ilmu, Yogyakarta.
- [11] Mauludin, M. S, dkk. 2016. *MQ 2 Sebagai Sensor Anti Asap Rokok Berbasis Arduino Dan Bahasa C*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim.
- [12] Pratami, I.R. [pdf]. Palembang. Politeknik Negeri Sriwijaya. (<http://eprints.polsri.ac.id/3887/3/BA B%20II.pdf>, diakses 23 mei 2018).
- [13] Sinaga, N. S. 2013. *Perancangan Dan Pembuatan Sistem Pendeteksi Dan Pembersih Asap Rokok Menggunakan ATMEGA 8535 Yang Dikendalikan Oleh PC*. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- [14] Sugianto, Ahmad. 2014. *Sistem Pemantauan Kualitas Udara*. Bandung: Universitas Widyatama.
- [15] Santosa, Hardi. 2012. *Apa Itu Arduino*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada (UGM).
- [16] Wardhana, Wisnu dan Arya. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI