

IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA RANCANG BANGUN SISTEM PEMBUANGAN GAS RUANG PRODUKSI ELEKTRONIKA

Fandik Satriyatmoko¹, Eka Nuryanto Budisusila², Jenny Putri Hapsari³

^{1, 2, 3} Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

^{1, 2, 3} Jalan Raya Kaligawe KM 4, Semarang

¹fsndik_satria@yahoo.com

Abstrak – *Meningkatnya pertumbuhan industri elektronika di Indonesia memiliki dampak yang signifikan terhadap persaingan antara perusahaan yang hanya memikirkan kualitas dan kuantitas produksi saja tanpa terlalu peduli terhadap kesehatan karyawan. Salah satu contoh adalah pada industri elektronika dalam pengoperasian solder sering kali operator dipaksa untuk menghirup asap solder dengan tidak diberikannya alat pembuang gas atau asap.*

Untuk itu dibuat suatu alat untuk membuang gas atau asap solder yang di lengkapi dengan dua buah sensor asap (MQ-2) agar mengurangi asap solder terhirup oleh operator solder dan memudahkan untuk pengoperasiannya. Metode yang digunakan pada alat adalah metode COA (Center Of Area) yang dipelopori Mamdani. Metode COA digunakan sebagai dasar pemikiran untuk menentukan solusi crisp dengan mengambil titik pusat daerah fuzzy.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat pembuang asap solder menggunakan logika fuzzy dapat bekerja sesuai dengan yang rancang. Ketika alat mendeteksi kadar asap yang berada disekitar sensor, kecepatan motor dapat berputar menyesuaikan kadar asap tersebut. Sensor asap mampu mendeteksi asap solder hingga 800 ppm. Saat sensor satu 500 ppm dan sensor dua 400 ppm maka kecepatan putar motor 1560 rpm yang berarti kecepatan sedang.

Kata kunci: sensor MQ-2, metode COA (Center Of Area), Mamdani, Logika Fuzzy

Abstract – *The increasing growth of the electronics industry in Indonesia has a significant impact on competition between companies that only think about the quality and quantity of production without being too concerned about employee health. One example is in the electronics industry in soldering operations, operators are often forced to inhale solder fumes with no gas or smoke removal equipment.*

For this reason, a device for removing solder gas or smoke is equipped with two smoke sensors (MQ-2) in order to reduce solder smoke inhaled by the solder operator and make it easier to operate. The method used in the tool is the COA (Center of Area) method pioneered by Mamdani. The COA method is used as a rationale for determining crisp solutions by taking the center point of the fuzzy region.

The test results show that the solder fume removal tool using fuzzy logic can work in accordance with the design. When the tool detects the amount of smoke that is around the sensor, the motor speed can rotate to adjust the smoke level. The smoke sensor is able to detect solder smoke up to 800 ppm. When one sensor is 500 ppm and two sensors are 400 ppm, the motor rotational speed is 1560 rpm which means medium speed.

Key words: MQ-2 sensor, COA (Center of Area) method, Mamdani, Fuzzy Logic

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya pertumbuhan industri elektronika di Indonesia memiliki dampak yang signifikan terhadap persaingan antar perusahaan, Persaingan ini mengakibatkan perusahaan hanya memikirkan kualitas dan kuantitas produksi saja tanpa terlalu peduli terhadap kesehatan karyawan. Salah satu contoh adalah pada industri elektronika pasti dalam pembuatan produk memerlukan penyolderan, dalam pengoperasian solder sering kali operator dipaksa untuk menghirup asap solder dengan tidak diberikannya alat pembuang gas atau asap, tetapi hanya diberi masker saja untuk mencegah asap terhirup, padahal masker saja tidak cukup untuk pekerjaan 8 jam tiap harinya. Padahal dalam asap solder terdapat timbal (Pb) yang dihasilkan dari tenol yang bahan bakunya campuran antara timah 63% dan timbal (Pb) 37%. Timbal (Pb) merupakan logam berat yang sangat berbahaya bila masuk dalam tubuh manusia, timbal menunjukkan sifat beracun pada system saraf, hemetologic, hemetotoxic, dan mempengaruhi kerja ginjal.

Keracunan timbal yang ringan menimbulkan gejala sakit kepala, mudah teriritasi, mudah lelah, dan depresi, sedangkan keracunan timbal yang berat menyebabkan kerusakan otak, ginjal dan hati. (I Putu Gede Asrama, 2013).

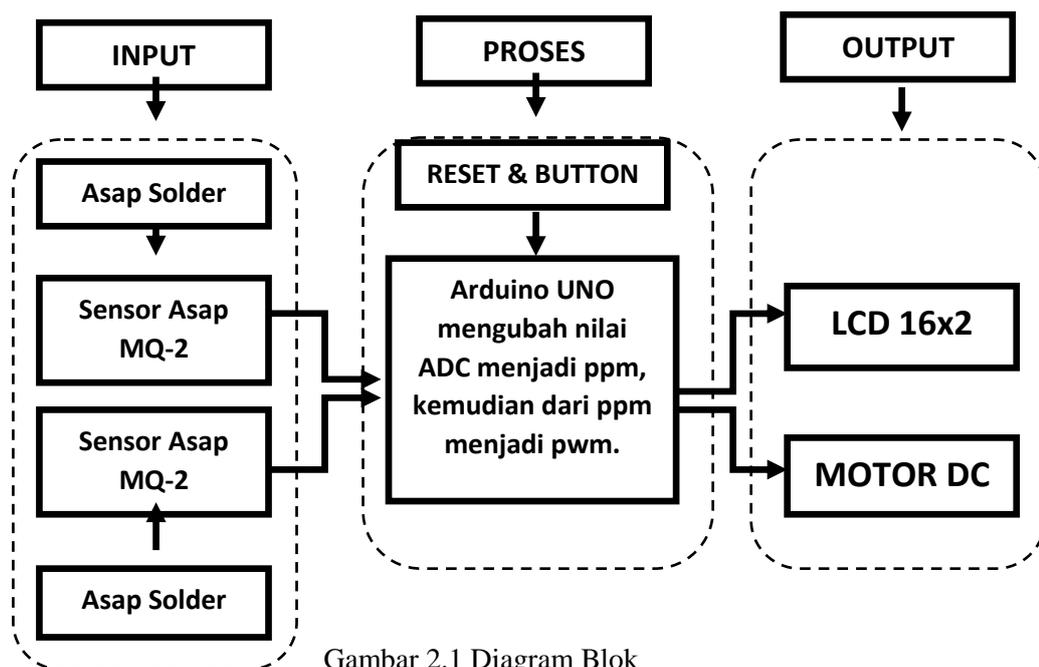
Atas dasar itulah penelitian ini akan mengimplementasikan logika fuzzy terhadap alat pembuang gas atau asap pada ruang produksi elektronika, yang bertujuan mencegah dampak yang ditimbulkan oleh asap solder. Pada penelitian ini penulis akan mengimplementasikan logika fuzzy pada alat pembuang gas atau asap solder menggunakan Arduino UNO sebagai perantaranya. Alasan penggunaan logika fuzzy karena logika fuzzy merupakan komponen dari *soft computing* dan telah banyak diaplikasikan pada berbagai bidang kehidupan. Salah satu aplikasi terpentingnya adalah untuk membantu manusia dalam melakukan pengambilan keputusan, karena banyaknya kondisi yang menuntut adanya keputusan yang tidak hanya bisa dijawab dengan ‘Ya’ atau ‘Tidak’. Dalam pengaplikasiannya alat pembuang gas atau asap solder membutuhkan beberapa perangkat keras seperti mikrokontroler Arduino Uno dengan sensor input dari MQ-2 sebagai sensor asap dan sebagai outputnya adalah motor dc sebagai sebagai kipas. Sehingga hasil output atau kecepatan putar motor kipas ditentukan dari banyaknya asap yang dideteksi sensor asap.

II. METODE PENELITIAN

Rancang bangun sistem ini bertujuan untuk mengimplementasikan logika fuzzy pada suatu alat yang dapat menentukan kecepatan motor dc untuk membuang kadar asap solder yang berbeda-beda dengan menggunakan mikrokontroler Arduino. Untuk mengetahui kadar asap solder digunakan sensor asap MQ-2 dan LCD karakter 16 x 2 sebagai memonitor berapa ppm kah asap yang dideteksi sensor. Untuk *output* sistem digunakan motor dc yang pengaturan kecepatannya ditentukan dari kadar asap yang dideteksi sensor dengan menentukan pwm yang dikirimkan arduino pada motor . Dalam pengaturan input dan output menggunakan logika fuzzy metode Mamdani dengan model *Center Of Area* (COA). Maksud dari metode COA ini adalah dalam menentukan solusi *crisp* diperoleh dengan mengambil titik pusat daerah fuzzy.

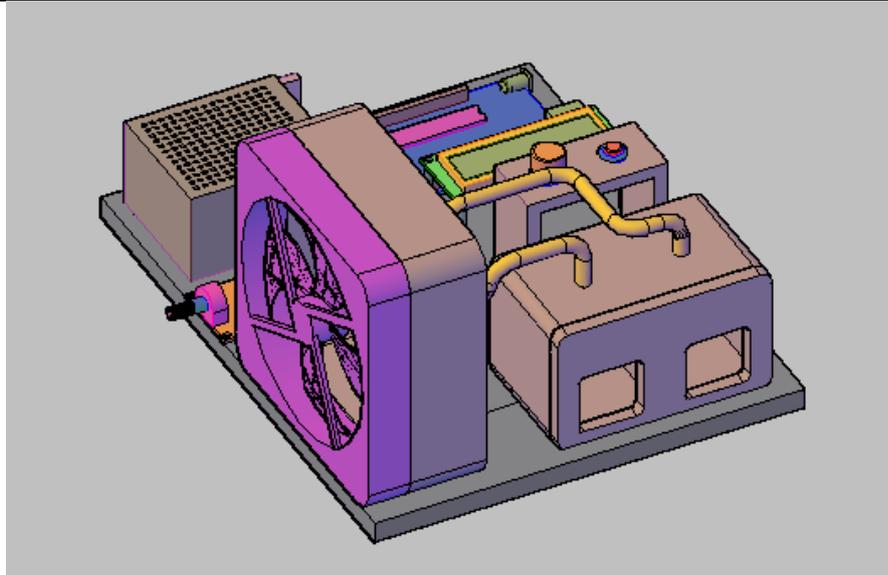
2.1. Rancang Bangun

Pada prinsipnya alat bekerja dengan cara mengirimkan sinyal ADC dari sensor MQ-2 sebagai *input* menuju arduino yang nantinya data akan diproses dengan sistem fuzzy sehingga di dapatkan *output* sebagai motor dc sebagai pengatur kecepatannya.



Gambar 2.1 Diagram Blok

Sedangkan dalam pengaplikasiannya diagram blok diatas dapat dibuat menjadi alat seperti gambar 2.2 dibawah ini.



Gambar 2.2 Desain Alat

2.2 Program Arduino

```
Program_Tugas_Akhir | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
Program_Tugas_Akhir
#define pinSensor1 A1 //Pengalaman Input sensor1
#define pinSensor2 A2 //Pengalaman Input sensor2
#include <LiquidCrystal.h>
const int rs = 3, en = 2, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7; // Pengalaman LCD pada Arduino
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7); // Pengalaman pada port LCD
//sensor 1
float VR11;
float Ra1;
float ppm1;
int sensorvalue1;
//sensor 2
float VR12;
float Ra2;
float ppm2;
int sensorvalue2;
//PIN
int enablePin = 11;
int in1Pin = 10;
int in2Pin = 9;
// Pendaftaran Penamaan
float kedar,ppm, out;
float rendah,menengah,tinggi1;
float rendah2,menengah2,tinggi2;
float lambat, sedang, cepat;
// Pendaftaran nama pada Rule
float rule00, rule01, rule10;
float rule02, rule20, rule11;
```

Gambar 2.3 Program Arduino

- Inisialisasi** (Berisi progam yang digunakan untuk memberi inisial pada port-port yang akan digunakan pada arduino).
- Void Setup** (Berisi progam yang digunakan untuk pemberian identitas alat dan penentuan status keadaan arduino).
- Void Loop** (Berisi progam sebagai pengubah ADC sensor MQ-2 menjadi bentuk ppm yang ditampilkan pada LCD dan berjalan secara berulang-ulang).
- Void Fuzzyfikasi** (Berisi progam yang digunakan untuk menentukan derajat keanggotaan nilai ppm yang dideteksi sensor MQ-2).
- Void Inferensi** (Berisi progam pengatur rule-rule yang akan dilalui progam ketika alat bekerja).
- Void Defuzzyfikasi** (Berisi progam sebagai pengkonversi nilai *input* crips menjadi nilai tegas yang akan menentukan kecepatan motor).
- Monitoring** (Berisi progam untuk menampilkan ppm asap solder dan kecepatan motor dc).

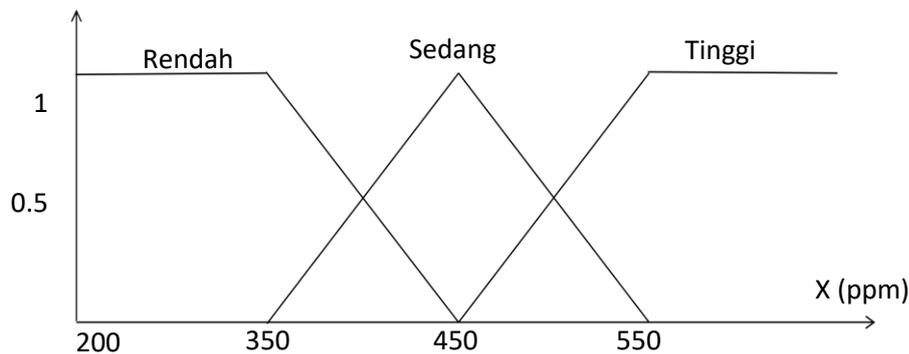
2.2 Program Logika Fuzzy

Untuk program logika fuzzy dibagi menjadi 3 bagian yaitu Fuzzyfikasi, Inferensi, dan Defuzzyfikasi sebagai suatu bentuk rangkaian yang tak terpisahkan.

- Program Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi adalah pemrograman yang memiliki fungsi keanggotaan yang ditentukan terlebih

dahulu sesuai dengan kemampuan sensor. Fungsi keanggotaan sensor MQ-2 dapat dilihat pada gambar 2.2 dibawah ini



Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan Sensor MQ-2

Sedangkan untuk mencari nilai derajat keanggotaan dapat dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\begin{array}{l} \text{Lambat} \left[\begin{array}{l} 1 = x <= 350 \\ \frac{450-x}{100} = 350 <= x <= 450 \\ 0 = x >= 350 \\ 0 = x <= 350 \end{array} \right] \\ \text{Sedang} \left[\begin{array}{l} \frac{x-350}{100} = 350 <= x <= 450 \\ \frac{550-x}{150} = x >= 350 \\ 0 = x >= 550 \\ 1 = x >= 550 \end{array} \right] \\ \text{Cepat} \left[\begin{array}{l} \frac{x-450}{100} = 450 <= x <= 550 \\ 0 = x <= 450 \end{array} \right] \end{array}$$

b) Program *Inferensi*

Inferensi adalah kendali untuk input dan aturan-aturan yang digunakan untuk penentuan nilai crisp. Adapun rule base yang dirancang sebagai berikut:

Tabel 2.1 Rule base program

Kadar ppm (1)	Rendah	Sedang	Tinggi
Kadar ppm(2)			
Rendah	Lambat	Lambat	Sedang
Sedang	Lambat	Sedang	Cepat
Tinggi	Sedang	Cepat	Cepat

Sedangkan untuk mendapatkan nilai inferensi dapat dilakukan perhitungan seperti berikut:

Misal : Sensor mendeteksi asap solder sebesar 440 ppm, maka dalam menentukan *inferensi* hitung dulu derajat keanggotaan dari 440 ppm tersebut:

$$\text{Rendah} : \frac{450-440}{100} = \frac{10}{100} = 0.1$$

$$\text{Sedang} : \frac{440-350}{100} = \frac{90}{100} = 0.9$$

Setelah diketahui derajat keanggotaannya barulah inferensi dibuat dengan menambahkan nilai pwm pada perhitungan seperti dibawah ini:

$$\text{Rule 00} = 150 - (0.1 \times 75) = 142.5 \text{ pwm (Rendah)}$$

$$\text{Rule 01} = 100 + (0.9 \times 50) = 145 \text{ pwm (Sedang)}$$

$$\text{Rule 10} = 200 - (0 \times 50) = 200 \text{ pwm (Sedang)}$$

$$\text{Rule 11} = 150 + (0 \times 105) = 150 \text{ pwm (Tinggi)}$$

c) Program *Defuzzifikasi*

Program *defuzzifikasi* adalah proses akhir untuk mengkonversi semua nilai input crisp menjadi nilai tegas. Pada *defuzzifikasi* program digunakan metode COA (*Center Of Area*) untuk menentukan keputusan akhir atau solusi *crisp* dengan mengambil titik pusat daerah fuzzy. Secara umum variabel kontinyu dirumuskan

$$\frac{\sum_{j=i}^n U_c(Z)z dZ}{\sum_{j=i}^n U_c(Z) dZ}$$

variabel diskrit

$$Z = \frac{\sum_{j=1}^n U_c(Z_j)Z_j}{\sum_{j=1}^n U_c(Z_j)}$$

Dalam penerapannya persamaan *defuzzifikasi* diatas dapat dijabarkan dengan memasukan hasil *inferensi* kedalam persamaan tersebut.

$$Z = \frac{\text{Momen}}{\text{Area}}$$

$$Z = \frac{((\text{Rule00} \times \text{Rendah}) + (\text{Rule01} \times \text{Sedang}) + (\text{Rule10} \times \text{Sedang}) + (\text{Rule11} \times \text{Tinggi}))}{(\text{Rendah} + \text{Sedang} + \text{Sedang} + \text{Tinggi})}$$

$$Z = \frac{((142.5 \times 0.1) + (145 \times 0.9) + (200 \times 0) + (150 \times 0))}{(0.1 + 0.9 + 0 + 0)}$$

$$Z = \frac{144.75}{1}$$

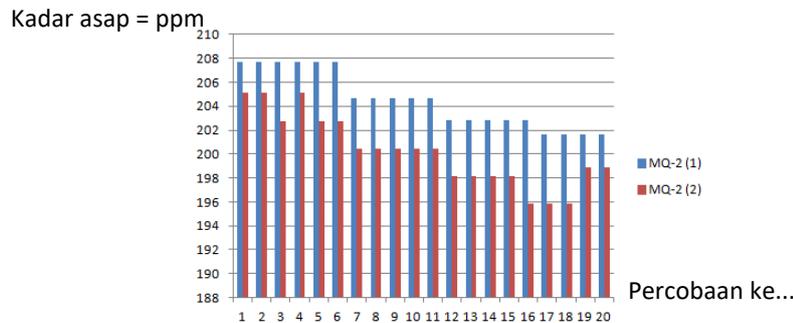
$$Z = 144.75 \text{ pwm}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Sensor MQ-2

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil pembacaan sensor MQ-2 dalam mendeteksi gas, sehingga nantinya sensor apa mengirimkan informasi berapakah kadar ppm gas yang berada disekitar sensor. Pengujian menggunakan sensor MQ-2 ini membandingkan nilai standar sensor dengan nilai sampel yang diambil. Nilai standar sensor diambil dari kemampuan sensor yang dapat bekerja dari nilai 200 ppm untuk keadaan udara normal. Untuk mengetahui tingkat kesalahan pada sensor digunakan persamaan sebagai berikut:

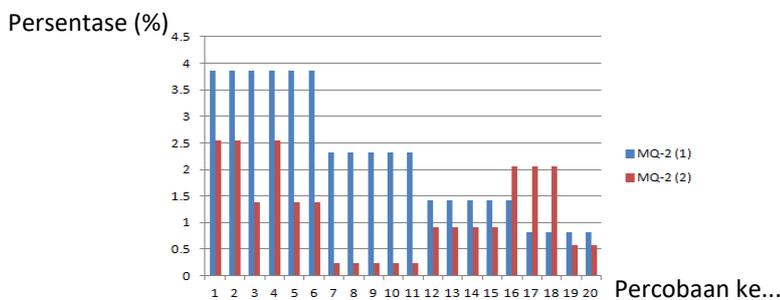
Dibawah ini adalah grafik pengambilan nilai sensor dengan durasi antara per percobaan 2 detik dan menganalisa prosentase tingkat kesalahan sensor:



Grafik 3.1. Grafik percobaan vs pembacaan ppm sensor dengan udara normal



Grafik 3.2. Grafik percobaan vs pembacaan *voltage* sensor dengan udara normal



Grafik 3.3. Grafik tingkat kesalahan sensor dengan udara normal

Dari grafik diatas dapat kita ketahui tingkat kesalahan sensor MQ-2 (1) yang lebih tinggi dibandingkan sensor MQ-2 (2), yaitu dengan kesalahan rata-rata sensor MQ-2 (1) 2.257% dan sensor MQ-2 (2) 1.199%. Sedangkan dalam pengujian *output voltage* sensor MQ-2 (1) berada antara 0.56 V - 0.57 V dan sensor MQ-2 (2) diantara 0.76 V – 0.77 V, perbedaan begitu terlihat antara sensor ke-1 dan sensor ke-2, hal itu terjadi disebabkan

perubahan nilai R_o saat pemrograman diatur berbeda yaitu R_o sensor ke-1 12500 Ohm dan sensor ke-2 9800 Ohm.

3.2. Pengujian Motor dc dan driver motor (IC L293D)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui mekanisme kerja dan kemampuan *driver* motor dalam upaya pemanfaatan komponen alat secara maksimal dan tepat. Hasil dari pengaturan nilai pwm dapat berdampak pada penurunan tegangan output tegangan yang digunakan untuk input kipas.

Tabel 3.2 Tinggkat kesalahan pengujian IC L293D dan Motor

NO	Aktual		Perhitungan		Error (%)	
	V Output	RPM	V Output	RPM	V Output	RPM
1	3.22	885.5	3.52	720.5	8.5	18.6
2	5.94	1530.3	8.23	1681.3	27.8	8.9
3	9.07	2165.2	12	2450	24.4	11.6

Data diatas menunjukkan begitu besarnya tingkat error dari suatu komponen yang digunakan, akan tetapi hal tersebut tidak terlalu mempengaruhi fungsi secara keseluruhan.

3.3 Pengujian Alat

Pengujian ini adalah tahap akhir untuk mengetahui apakah alat yang kita buat dapat berjalan sesuai yang direncanakan atau sebaliknya. Untuk pengujian alat kita perlu mempersiapkan solder dan timah solder untuk menimbulkan asap sebagai pemicu sensor pada alat. Setelah sensor mendeteksi asap maka alat akan menampilkan konsentrasi gas yang mengelilingi sensor dan kecepatan motor sesuai dengan *rule base* yang telah ditentukan. Pengujian alat bekerja dengan alur pembacaan sensor dan kecepatan putar motor akan berubah setiap 2 detik, karena setiap detiknya keadan sensor bisa berubah-ubah sesuai dengan kadar asap yang dideteksi.

Pengujian ini akan dilakukan 3 kali, setiap pengujian membutuhkan waktu 1 menit dihitung dari pertama kali sensor mendeteksi asap. Berikut ini adalah hasil dari percobaan yang dilakukan.

Tabel 3.3. Pengujian Alat

No	MQ-2 (1)	MQ-2 (2)	Diharapkan	Kenyataan	Error (%)
1	317.46	307.88	860 rpm	861 rpm	0.1
2	310.08	287.00	860 rpm	860 rpm	0
3	346.46	342.85	860 rpm	861 rpm	0.1
4	452.90	290.49	860 rpm	860 rpm	0
5	500.80	376.87	1560 rpm	1561 rpm	0.1
6	525.82	422.00	1560 rpm	1562 rpm	0.1
7	495.89	414.86	1560 rpm	1560 rpm	0
8	567.38	429.21	2180 rpm	2180 rpm	0
9	650.99	373.66	2180 rpm	2181 rpm	0.1
10	729.33	397.36	2180 rpm	2180 rpm	0
11	877.90	407.80	2180 rpm	2181 rpm	0.1
12	819.44	422.00	2180 rpm	2180 rpm	0
13	767.11	478.09	2180 rpm	2180 rpm	0
14	649.22	487.55	2180 rpm	2182 rpm	0.1
15	568.12	528.81	2180 rpm	2180 rpm	0
16	544.11	544.75	1560 rpm	1560 rpm	0
17	508.98	469.33	1560 rpm	1561 rpm	0.1

18	455.67	414.86	1560 rpm	1562 rpm	01
19	466.88	366.55	1560 rpm	1560 rpm	0
20	434.45	318.78	860 rpm	860 rpm	0

Dari data hasil percobaan pertama, percobaan kedua dan percobaan ketiga didapatkan hasil yang sesuai dengan *rule-rule* yang sudah direncanakan sejak awal. Kinerja sistem alat dapat berjalan sesuai rencana dikarenakan beberapa faktor yang sangat mendukung, faktor pertama adalah kinerja sensor asap MQ-2 yang setabil ketika mendeteksi asap solder. Padahal pembacaan sensor terhadap asap solder ini cenderung kurang sensitif dari pada asap-asap lainnya.

Untuk nilai ppm asap solder hanya mampu meneteksi sampai 900 ppm saja, sedangkan untuk asap pembakaran kertas saja dapat mencapai nilai 2500 ppm. Hal ini dikarenakan pembakaran timah cenderung mengandung uap yang lembab dari pada asap pembakaran lainnya. Faktor kedua yang mendukung kinerja sistem alat adalah ketika integrasi antara input dan output dapat dijalankan dengan baik oleh mikrokontroler Arduino UNO melalui pemrograman yang baik. Demikianlah pengujian yang sudah dilakukan menurut kaidah-kaidah percobaan alat secara umum.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan diatas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan logika fuzzy pada alat pembuangan gas ruang produksi elektronika dapat dilakukan menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dengan memprogram sistem sesuai dengan *rule-rule fuzzy*. Pengambilan keputusan sistem logika fuzzy diatur berdasarkan *input* yang diwakili oleh sensor MQ-2 dan hasil *output* yang diwakili oleh motor DC.
2. Sensor asap MQ-2 adalah indikator yang digunakan dalam pengambilan keputusan pada logika fuzzy. Sensor MQ-2 ini mampu mendeteksi asap solder hingga 877 ppm, padahal sensor ini lebih cenderung pada gas *methane* untuk tingkat sensitivitasnya. Sensor MQ-2 tidak seperti sensor-sensor yang lainnya, karna untuk sistem kerjanya sensor MQ-2 harus pemanasan dahulu sampai 6 menit untuk pembacaan ppm yang stabil.
3. Kinerja alat secara keseluruhan mampu mengintegrasikan antara input dengan output sehingga alat mampu bekerja dengan benar saat proses pembuangan asap solder berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- a. I Putu Gede Asrama., 2013., Pengaruh Asap Solder Terhadap Kesehatan dan Minat Belajar Siswa SMK di Bengkel Elektro. www.academia.edu, 5 Maret 2019., Semarang.
- b. Muhammad Syahwil, ST., MT., 2013., Panduan Simulasi dan Praktek Mikrokontroler Arduino. PENERBIT ANDI., 7 Maret 2019., Semarang.
- c. Abdul Kadir., 2013., Arduino. PENERBIT ANDI., 20 Maret 2019., Semarang.
- d. Anonim., 2017., Actuator & Robotics Fan DC., www.vcc2gnd.com., 24 Maret 2019., Semarang
- e. Riyanto Sigit., 2007., Robotik, Sensor dan Aktuator. GRAHA ILMU., 1 April 2019.
- f. Randy Maulana, Mochammad Hannats Hanafi Ichsan, Gembong Edhi Setyawan., 2018., Implementasi Pengkondisian Kipas dan Lampu Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy. www.docplayer.info., 10 April 2019., Semarang.
- g. Afif Algifari ., 2018., Perancangan Kipas Angin Pengatur Suhu dan Kelembapan Ruangan Dengan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis Arduino. uin-malang.ac.id., 17 April 2019., Semarang.
- h. Fatma Wulandari, Feryan Romadhon., 2017., Pengatur Kecepatan Motor DC Menggunakan RPM. www.belajar-mikrokontroler-2016.com., 25 April 2019. Semarang.
- i. Abdul Kadir., 2018., Arduino dan Sensor. PENERBIT ANDI., 5 Mei 2019., Semarang.
- j. Sonoku., 2015., Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Kontrol Kecepatan Motor DC pada Prototype Kipas Angin. www.sonoku.com., 20 Juni 2019., Semarang.

- k. Giri Wahyu Prambudi., 2018., Cara Menggunakan Model Deteksi Gas CO MQ-7 Dengan Arduino., www.cronyos.com., 6 juli 2019., Semarang.
- l. Herul., 2018., Arduino, Tutorial Fuzzy Logic Controller dengan Arduino (Defuzzifikasi)., anakkendali.com., 20 Agustus 2019., Semarang.