



JURNAL TEKNOLOGI DAN MANAJEMEN PENGELOLAAN LABORATORIUM



Published by
UNIVERSITAS ANDALAS

Jurnal
Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium
(Temapela)

DAFTAR ISI

Bambang Adi Wahyudi, Duwi Leksono Edy, Wiyono	Otomatisasi <i>Exhaust</i> Asap Las Berbasis Sensor <i>MQ-2</i> Pada Laboratorium Pengelasan	1 - 9
---	---	-------

OTOMATISASI *EXHAUST* ASAP LAS BERBASIS SENSOR *MQ-2* PADA LABORATORIUM PENGELASAN

Bambang Adi Wahyudi^{1*)}, Duwi Leksono Edy², Wiyono³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang

*) Email: ymbange@gmail.com

Abstrak

Dalam kegiatan praktik pengelasan, terdapat bahaya-bahaya potensial yang harus mendapat perhatian. Bahaya potensial tersebut antara lain terpapar asap dan debu beracun. Fumes pada proses pengelasan banyak mengandung oksida logam dan dapat menyebabkan efek kronis berupa iritasi mata, iritasi sensorik, dan terganggunya fungsi fisiologis paru. Oleh karena itu, diperlukan sistem penghisapan udara untuk meminimalisir volume fumes di dalam ruang/ bilik las. Penelitian ini bertujuan merancang otomatisasi *exhaust* asap las dengan memanfaatkan modul sensor, mikrokontroler dan actuator. Alat yang dihasilkan dilengkapi dengan *display* kondisi kualitas udara yang terdeteksi, dan alarm tanda kualitas udara berada dalam taraf membahayakan. Metode yang digunakan adalah development eksperimental dengan 3 tahapan utama yaitu: merancang hardware dan software, mengujicoba alat dan menganalisis fungsi kerjanya. Hasil yang didapatkan bahwa sensor *MQ-2* mampu mendeteksi perubahan konsentrasi asap las dan dapat dijadikan sebagai *input* analog untuk mengendalikan kerja dari lampu indikator, alarm dan *exhaust fan*. Kemampuan rata-rata *exhaust fan* dalam menghisap konsentrasi asap dalam bilik las adalah 26,85 detik untuk 33 ppm pada pengelasan dengan panjang 40 mm dan 29,51 detik untuk 37 ppm pada proses pengelasan sepanjang 80 mm. Dengan kemampuan tersebut, maka alat ini dapat dijadikan sebagai salah satu jalan keluar yang bersifat teknis berkaitan dengan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di laboratorium pengelasan.

Kata Kunci : *sensor asap, asap las, exhaust fan.*

Abstract

*In practical welding activities, there are potential hazards that must be addressed. These potential hazards include exposure to toxic fumes and dust. Fumes in the welding process contain a lot of metal oxides and can cause chronic effects in the form of eye irritation, sensory irritation, and impaired lung physiological function. Therefore, an air intake sistem is needed to minimize the volume of fumes in the welding chamber . This study aims to design an automation of exhaust smoke using the sensor module, microcontroller and actuator. The resulting tool is equipped with a display of detected air quality conditions, and an alarm indicating that the air quality is in a dangerous level. The method used is experimental development with 3 main stages, namely: designing hardware and software, testing the tools and analyzing their work functions. The results obtained are that the *MQ-2* sensor is able to detect changes in the concentration of welding smoke and can be used as an analog input to control the work of the indicator lights, alarms and exhaust fans. The average ability of the exhaust fan to absorb the smoke concentration in the welding chamber is 26.85 seconds for 33 ppm at 40 mm long welding and 29.51 seconds for 37 ppm at 80 mm long welding process. With this capability, this tool can be used as a technical solution related to Occupational Health and Safety in welding laboratories.*

Keyword : *smoke sensor, welding smoke, exhaust fan.*

I. Pendahuluan

Pengelasan merupakan salah satu kompetensi yang wajib dikuasai oleh mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin. Dalam struktur kurikulum Pendidikan Teknik Mesin, terdapat 3 mata kuliah praktek yang harus ditempuh mahasiswa untuk mencapai kompetensi di bidang pengelasan yaitu: Teknik

Pengelasan dan Penyambungan Dasar, Teknik Pengelasan dan Penyambungan Lanjut, dan Inspeksi Hasil Lasan.¹ Dalam kegiatan praktikum, proses pengelasan menghasilkan bahaya potensial. berupa radiasi sinar las, terkena benda panas, terpapar asap dan debu beracun hingga tersengat listrik. Salah satu risiko bahaya pada aktivitas pengelasan yaitu keracunan gas dengan dampak bahaya gangguan

pernapasan. Menurut Wulandari (2017), keracunan gas dan tersetrum listrik menjadi prioritas pertama resiko pekerja pengelasan di ruang tertutup.² Dalam penelitian lain, risiko terjadinya kecelakaan kerja tertinggi dalam praktikum pengelasan adalah terkena percikan bunga api serta terkena asap las dan debu beracun dengan risk level moderat sebesar 43,3 %.³ Debu asap yang tertinggal dan melekat pada kantong udara di paru-paru dapat menimbulkan beberapa penyakit, seperti sesak nafas dan lain sebagainya.⁴ Pada pekerja pengelasan, pengaruh yang paling dominan sebagai penyebab terjadinya gangguan fungsi paru adalah masa kerja.⁵ Hal tersebut menunjukkan bahwa ada potensi bahaya yang harus diatasi karena pekerjaan pengelasan dapat menimbulkan penyakit yang efeknya tidak dirasakan secara langsung. Dari beberapa pendapat dan hasil penelitian yang telah disebutkan, dapat disimpulkan bahwa proses pengelasan dapat menimbulkan gangguan dan penyakit pada sistem pernafasan. Oleh karena itu, diperlukan sistem penghisapan udara untuk meminimalisir volume asap di dalam ruang/bilik las.

Berdasarkan pengamatan awal di laboratorium pengelasan Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Malang, sistem *exhaust* yang ada memiliki sejumlah kelemahan, antara lain: (1) Kelalaian operator las untuk mengaktifkan *exhaust*; (2) Pada saat ruang/ bilik las dalam kondisi bersih dan bebas asap, *exhaust* masih terus bekerja (*fan* terus berputar); (3) Tidak ada peringatan maupun tindakan lain pada saat kondisi udara sangat buruk akibat konsentrasi asap yang berlebihan. Dalam penelitian yang sudah ada, otomatisasi sistem *exhaust* dirancang menggunakan sensor LDR. Menurut Kamelia, sensor LDR tidak peka terhadap asap tipis, hal tersebut diketahui dari nilai tegangan keluaran sensor yang sama dengan tegangan rangkaian sensor dalam kondisi normal.⁶ Untuk memperbaiki hal tersebut, diperlukan sebuah penelitian dengan merancang otomatisasi *exhaust* asap las dengan menggunakan modul sensor MQ-2 dan mikrokontroler arduino uno.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang kontrol otomatis *exhaust* asap las berbasis arduino uno dan modul sensor MQ-2. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai salah satu jalan keluar yang bersifat teknis berkaitan dengan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di laboratorium pengelasan yang berpotensi memberikan efek negative bagi

organ pernafasan operator (mahasiswa praktikan, laboran dan dosen praktikum)

II. Metode Penelitian

Pendekatan yang dilakukan dalam perancangan ini meliputi 3 tahap utama, yaitu perancangan, ujicoba produk dan analisa data. Penelitian ini menggunakan metode *development eksperimental*, yaitu merancang dan membuat suatu produk dan mengujicobakan di lapangan serta dianalisis fungsi kerjanya. Produk yang dirancang dalam penelitian ini berupa alat yang berfungsi untuk mendeteksi asap las kemudian memproses hasil deteksi sebagai masukan untuk pengontrolan sistem *exhaust*.

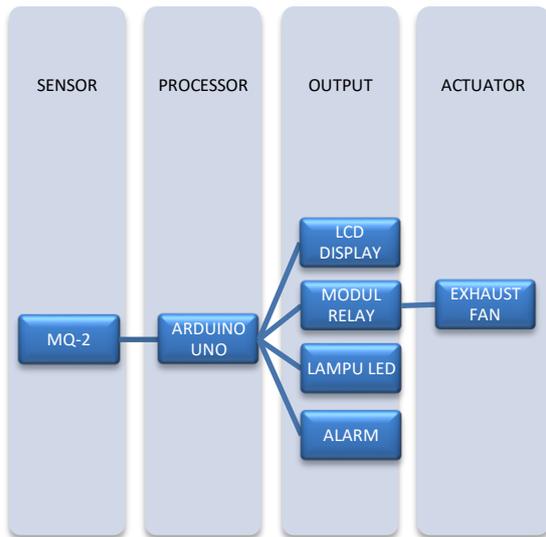
Pengujian rancangan dilakukan dengan cara melakukan uji kerja per blok rangkaian dan ujicoba keseluruhan rangkaian. Data didapatkan dari hasil observasi langsung pada saat pengujian rancangan sistem. Analisis data dilakukan dengan menginterpretasikan data-data yang diperoleh selama pengujian.

1. Alat dan Bahan

Peralatan dalam penelitian ini membutuhkan peralatan-peralatan terbagi menjadi 3 kelompok yaitu *hand tool*, *measurement tool* dan *welding equipment*. *Hand tools* yang digunakan, antara lain: *cordless drill and screw driver*, solder, tang potong, palu dan pinset. *Measurement tools* yang digunakan adalah multimeter digital dan avometer analog. *Welding equipments* yang digunakan meliputi: satu unit mesin las listrik SAF-FRO Rodarc 400, bilik las 100x100x200 cm, *exhaust fan* KDK 20TGQ2, dan *autodarkness welding helmet*.

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan umum dan bahan khusus. Bahan umum meliputi: lampu *LED*, *buzzer*, timah solder, mur/baut, kabel *dupont*, *PCB*, lem tembak, isolasi bakar, konektor dan *socket header*. Bahan khusus yang dipakai antara lain: sensor MQ-2, arduino uno R3, modul *relay 2 channel*, *LCD display 2x16*, dan elektroda RB 26.

2. Blok Diagram Sistem



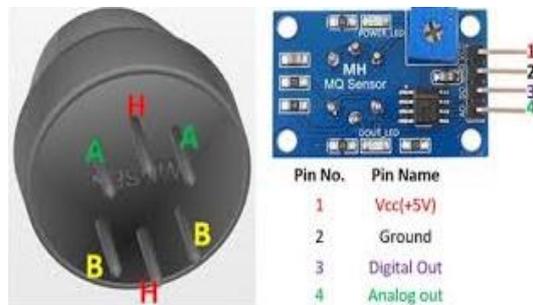
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Bagian-bagian yang tersaji dalam gambar 1, dijelaskan sebagai berikut.

a. Sensor Asap

Pada alat yang dirancang, dipilih modul sensor MQ-2 yang berfungsi untuk mendeteksi asap yang ditimbulkan oleh proses pengelasan. Spesifikasi sensor pada sensor gas MQ-2 adalah sebagai berikut:

- 1) Catu daya pemanas : 5V AC/DC
 - 2) Catu daya rangkaian : 5VDC
 - 3) Range pengukuran : 300 – 10.000 ppm
 - 4) Keluaran : perubahan tegangan (analog *output*).
- Sensor MQ-2 dapat mendeteksi asap serta gas yang mudah terbakar di udara. Keluarannya berupa tegangan analog ataupun digital. Dapat beroperasi pada suhu dari -20°C sampai 50°C dan konsumsi arus kurang dari 150 mA pada tegangan 5V . tampilan dari sensor MQ-2 disajikan dalam gambar 2.



Gambar 2. Modul Sensor MQ-2

Koneksi pin sensor asap disajikan dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Koneksi Sensor Asap MQ-2

PIN	Sensor	Simbol	Koneksi
1	MQ2	VCC	Catu daya 5 V
2	MQ2	GND	Ground
3	MQ2	DO	-
4	MQ2	AO	pin A5 arduino uno

b. Processor

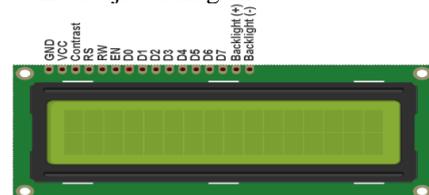
Otomatisasi *exhaust* asap las memerlukan mikrokontroler sebagai unit pemroses utama. Mikrokontroler berfungsi menyimpan dan mengolah data dari sensor, kemudian digunakan sebagai masukan pada pengendalian *output* sesuai program yang ditanamkan. Dalam penelitian ini, Arduino Uno R3 dipilih sebagai mikrokontroler yang menjalankan semua sistem pengendalian yang dibangun. Koneksi pin arduino disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Koneksi Pin Arduino Uno R3

Pin	Fungsi	Koneksi ke-Arduino
2	Digital output	LCD
3	Digital output	LCD
4	Digital output	LCD
5	Digital output	LCD
7	Digital output	LED Hijau
8	Digital output	Buzzer
9	Digital output	Modul Relay
10	Digital output	LED Kuning
11	Digital output	LCD
12	Digital output	LCD
13	Digital output	LED Merah
A5	Analog input	MQ-2

c. LCD Display

Display berfungsi untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor sekaligus menampilkan status/ level *output* yang dikontrol. *Display* yang digunakan dalam perancangan alat adalah LCD 16x2, yaitu memiliki 2 baris dan 16 kolom karakter yang dapat ditampilkan secara bersamaan. Tampilan *display* LCD 16x2 tersaji dalam gambar 3.



Gambar 3. Display LCD

LCD tipe ini memiliki 16 pin. Koneksi masing-masing pin disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Koneksi *Display LCD*

No. Pin	Simbol	Fungsi	Pin Arduino
1	Vss	Ground	ground
2	Vdd	+ 3 Volt Atau + 5 Volt	5 volt
3	Vee	Pengatur Kecerahan <i>LCD</i>	VR1
4	RS	Register Select, 0 = Register Perintah, 1 = Register Data	pin 12
5	R/W	1 = Read, 0 = Write	ground
6	E	Enable Clock <i>LCD</i>	pin 11
7	DB0	Data Bus 0	-
8	DB1	Data Bus 1	-
9	DB2	Data Bus 2	-
10	DB3	Data Bus 3	-
11	DB4	Data Bus 4	pin 5
12	DB5	Data Bus 5	pin 4
13	DB6	Data Bus 6	pin 3
14	DB7	Data Bus 7	pin 2
15	A/Vee	Tegangan Positif Backlight	5 volt
16	K	Tegangan Negatif Backlight	ground

d. Driver Motor

Untuk menggerakkan motor dengan trigger yang berasal dari *output* pin arduino, diperlukan antarmuka yang mengkonversi sinyal *output* arduino menjadi saklar mekanik. Konversi sinyal *output* arduino menjadi saklar mekanik menggunakan modul *relay single channel*. Modul inilah yang kemudian disebut sebagai *driver* motor. Tampilan dari *driver* motor disajikan dalam gambar 4 berikut.



Gambar 4. Modul *Relay Single Channel*

e. Output LED

Dalam penelitian ini dirancang terdapat 3 lampu *LED* sebagai indikator dengan warna yang berbeda. *LED* Hijau berfungsi sebagai indikator asap tipis, *LED* Kuning menunjukkan konsentrasi asap sedang dan *LED* Merah menunjukkan konsentrasi asap berada dalam kategori membahayakan. Koneksi *LED* dengan *board* arduino dirancang seperti dalam tabel 4 berikut.

Tabel 4. Koneksi *LED* dengan Board Arduino Uno

Warna <i>LED</i>	Pin Board Arduino
Hijau	7
Kuning	10
Merah	13

f. Output Buzzer

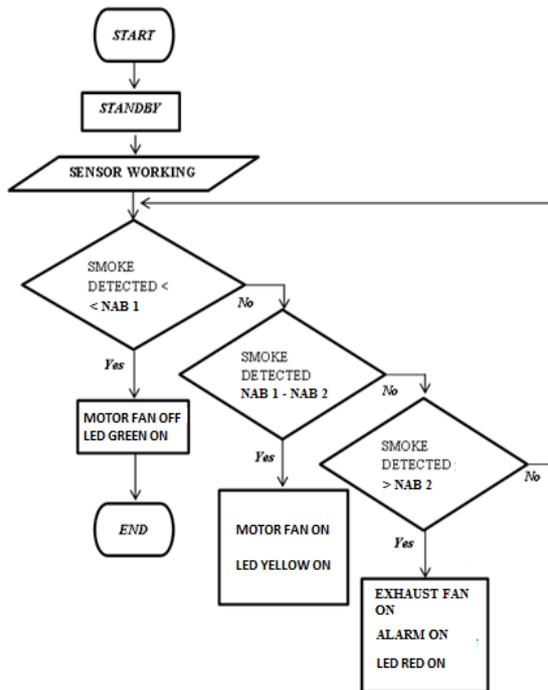
Alarm yang dirancang pada penelitian ini berfungsi sebagai indikator tingkat polusi udara/ asap sudah dalam taraf berbahaya bagi operator las. *Buzzer* aktif 12 volt dipilih sebagai alarm pada alat ini. *Buzzer* ini dipilih karena memiliki suara yang cukup keras dan mudah didengar oleh operator las yang sedang bekerja. Untuk mewujudkan rancangan tersebut, kutub positif *buzzer* dihubungkan dengan pin 8 arduino uno.

g. Exhaust Fan

Exhaust fan digunakan sebagai penghisap asap hasil pengelasan. Untuk mengaktifkan *exhaust fan* digunakan modul *relay single channel*. Dalam penelitian ini *exhaust fan* yang dipilih adalah KDK 20TGQ2. *Wiring exhaust fan* tipe tersebut yaitu dengan menghubungkan kabel warna putih dan hitam ke terminal kontak modul *relay*.

3. Diagram Alir Program

Alat yang dirancang dalam penelitian merupakan kombinasi dari rancangan hardware dan software. Hardware yang dirakit akan dapat bekerja sesuai rancangan apabila telah disematkan software pada perangkat kendali (mikrokontroler). Diagram alir dari software yang dirancang ditampilkan dalam gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Kerja Alat

Sesuai dengan diagram alir pada gambar 5, alat akan mulai bekerja pada kondisi standby. Apabila sensor mendeteksi asap, maka konsentrasi asap akan yang terbaca akan dibandingkan dengan nilai referensi yang disebut dengan Nilai Ambang Batas (NAB). Jika konsentrasi asap lebih kecil dari NAB 1 maka exhaust fan akan berhenti bekerja/ OFF. Pada saat konsentrasi asap mengalami peningkatan sehingga nilainya berada di antara NAB 1 dan NAB 2, maka exhaust fan akan bekerja/ ON. Apabila konsentrasi asap terus meningkat melebihi NAB 2, maka exhaust fan terus bekerja dan alarm serta lampu indikator emergency akan menyala. Hal ini menunjukkan jika konsentrasi asap las sudah berada dalam taraf membahayakan operator las.

III. Hasil dan Pembahasan

Pengujian merupakan tahapan untuk mengetahui apakah masing-masing blok dalam rangkaian dapat bekerja sesuai dengan rancangan yang telah dilakukan. Hasil dari pengujian per blok dijadikan sebagai dasar analisis berkaitan dengan fungsi-fungsi blok selanjutnya.

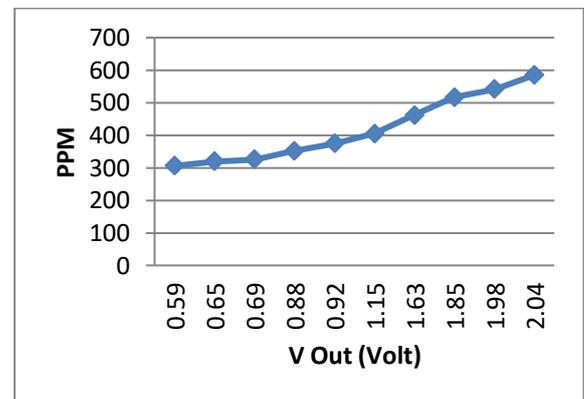
a. Pengujian Sensor

Prosedur Pengujian sensor dilakukan dengan cara memberikan asap dengan ketebalan tertentu disekitar sensor MQ-2. Kemudian mencatat nilai

pembacaan sensor yang tampil pada *serial monitor*. Selanjutnya mengukur dan mencatat tegangan keluaran sensor MQ-2. Hasil pengujian sensor MQ-2 disajikan dalam tabel 5 dan gambar 6.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sensor MQ-2

No	Konsentrasi Asap (PPM)	Tegangan Output (volt)
1	306	0.59
2	320	0.65
3	325	0.69
4	352	0.88
5	375	0.92
6	405	1.15
7	462	1.63
8	517	1.85
9	541	1.98
10	585	2.04



Gambar 6. Grafik Hasil Pengujian Sensor MQ-2

Berdasarkan tabel 5 dan gambar 6, diketahui bahwa setiap kenaikan konsentrasi asap akan diikuti dengan naiknya tegangan keluaran sensor MQ-2. Perubahan tegangan dari keluaran sensor selanjutnya digunakan sebagai input analog pada *processor*.

b. Pengujian Processor

Pengujian *processor* dilakukan untuk mengetahui bahwa board arduino yang digunakan sebagai *processor* dalam penelitian dalam keadaan baik (tidak rusak). Sehingga program yang diunggah pada *chip* mikrokontroler dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan logika yang dirancang. Prosedur pengujian arduino dilakukan menggunakan program *blinking LED*. Pin 6 dipilih sebagai digital *output* untuk menampilkan nyala LED yang berkedip dengan *delay 1000 ms*. Kemudian tegangan keluaran pin 6 diukur menggunakan avometer. Hasil pengujian processor disajikan dalam tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Arduino Uno

Waktu (detik ke-)	Tegangan pin 6 (volt)	Logika
1	5	1 (HIGH)
2	0	0 (LOW)
3	5	1 (HIGH)
4	0	0 (LOW)
5	5	1 (HIGH)
6	0	0 (LOW)
7	5	1 (HIGH)
8	0	0 (LOW)
9	5	1 (HIGH)
10	0	0 (LOW)

Dari hasil pengujian pada tabel 6, dapat dikatakan processor dapat berfungsi dengan baik. Sehingga dapat dilanjutkan pada proses perakitan hardware.

c. Pengujian Display

Pengujian LCD bertujuan untuk mengetahui bahwa LCD yang akan digunakan dalam rancangan dapat bekerja dengan normal. Sehingga pada saat pemantauan konsentrasi asap dapat dimonitor dengan baik. Prosedur pengujian *display* dilakukan dengan memberikan asap di sekitar sensor MQ-2 dengan konsentrasi yang bervariasi, kemudian mengamati dan mencatat nilai yang tampil pada LCD. Selanjutnya nilai yang tampil pada LCD *display* dibandingkan dengan nilai yang tertera pada serial monitor. Hasil pengujian LCD *display* disajikan dalam tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian LCD Display.

Uji ke-	Nilai Pembacaan Serial Monitor (ppm)	Tampilan LCD Display (ppm)
1	306	306
2	320	320
3	325	325
4	352	352
5	375	375
6	405	405
7	462	462
8	517	517
9	541	541
10	585	585

Berdasarkan data pada tabel 7, terdapat nilai yang sama antara tampilan pada serial monitor dengan tampilan pada display LCD. Hal ini menunjukkan bahwa perakitan rangkaian LCD sudah dilakukan dengan benar dan LCD berfungsi dengan baik.

d. Pengujian modul relay

Pengujian modul relay digunakan untuk mengetahui apakah relay dapat bekerja sesuai rancangan awal, yaitu mampu menjadi *driver* motor pada *exhaust fan*. Hasil pengujian modul relay disajikan dalam tabel 8..

Tabel 8. Hasil Pengujian Modul Relay Single Channel

No	Konsentrasi Asap Terdeteksi (PPM)	Setting Nilai Ambang Batas Konsentrasi Asap (PPM)	Status Relay
1	300	≥ 312	OFF
2	305	≥ 312	OFF
3	310	≥ 312	OFF
4	315	≥ 312	ON
5	320	≥ 312	ON
6	325	≥ 312	ON

Jika dilihat pada tabel 8, relay dapat bekerja apabila Nilai Ambang Batas telah mencapai pada angka yang. Ditetapkan, yaitu ≥ 312 PPM. Dengan demikian, relay berada dalam kondisi baik dan dapat digunakan pada proses perakitan selanjutnya

e. Pengujian output LED

Pengujian *output LED* dilakukan untuk mengetahui apakah LED dapat menyala sesuai dengan kondisi yang ditentukan dalam program. Hasil Pengujian *output LED* tersaji dalam tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Output LED

No	Konsentrasi Asap	Kondisi LED		
		Hijau	Kuning	Merah
1	312 - 329	ON	OFF	OFF
2	330 - 351	OFF	ON	OFF
3	≥ 352	OFF	OFF	ON

Berdasarkan tabel 9, lampu LED dapat menyala sesuai dengan Nilai Ambang Batas konsentrasi asap yang ditentukan. Hal ini menunjukkan jika logika pemrograman dan perakitan hardware sudah sesuai dengan yang diharapkan dalam rancangan.

f. Pengujian Output Buzzer

Output buzzer diuji untuk mengetahui sistem alarm dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan yang dibangun. Dari hasil pengujian, diketahui buzzer dapat mengeluarkan suara pada saat nilai konsentrasi asap berada pada angka ≥ 352 ppm.

g. Pengujian Exhaust Fan

Pengujian *exhaust fan* dilakukan untuk mengetahui apakah motor *fan* dapat bekerja sesuai yang diinginkan. Hasil pengujian *exhaust fan* disajikan dalam tabel 10.

Tabel 10 Hasil Pengujian *Exhaust Fan*

No	Konsentrasi Asap	Kondisi Exhaust Fan
1	< 312	OFF
2	312 - 351	ON
3	≥ 352	ON

Berdasarkan data pada tabel 10, diketahui bahwa exhaust fan dapat bekerja apabila konsentrasi asap mencapai nilai di atas 312 PPM.

Dari hasil pengujian per blok, diketahui bahwa tiap blok rangkaian dapat berfungsi normal sesuai dengan rancangan yang dibangun. Modul sensor MQ-2 mampu mendeteksi konsentrasi asap lalu dikonversikan ke dalam tegangan dengan linier seperti tampak dalam gambar 5. Setiap pertambahan konsentrasi asap diikuti dengan bertambahnya nilai tegangan *output* modul sensor. Dengan hasil tersebut maka *output* dari sensor MQ-2 dapat diproses oleh arduino sebagai *input* analog. Perubahan nilai tegangan dari *output* sensor MQ-2 kemudian dikonversikan menjadi nilai konsentrasi asap dengan satuan ppm. Nilai konsentrasi asap ini ditampilkan nilainya pada *display LCD* dan dijadikan acuan untuk memberikan trigger pada lampu *LED*, alarm dan modul relay sebagai *driver exhaust fan*.

h. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian seluruh sistem dilakukan untuk mengetahui kerja alat secara menyeluruh pada saat digunakan pada proses pengelasan menggunakan las listrik SAF-FRO Rodarc 400, dengan ukuran bilik

las 100x100x200 cm. Kontroler *Exhaust Fan* disajikan dalam gambar 7.



Gambar 7. Boks Sensor dan Kontroler *Exhaust Fan*

Di dalam gambar 7 tampak sebuah kotak hitam yang merupakan boks kontroler alat. Pada tampilan depan boks tersebut terdapat LCD display, 3 buah LED dan 1 tombol power. Di samping kanan boks terdapat buzzer dan kabel yang terhubung ke sensor MQ-2, sedangkan di samping kiri terdapat stop kontak yang terhubung ke sumber tegangan AC dan ke exhaust fan. Boks kontroler diletakkan menempel pada salah satu dinding bilik las pengujian alat, seperti tampak pada gambar 8.



Gambar 8. Bilik Las Pengujian Alat

Pada gambar 8, terlihat boks kontroler menempel di tengah-tengah dinding bilik las dan sensor diletakkan pada sebuah tiang yang terdapat pada salah satu sudut meja las.

Di dalam proses pengujian sistem secara keseluruhan, terdapat dua variasi parameter pengujian yang dilakukan, seperti tampak dalam tabel 11 berikut.

Tabel 11. Parameter Pengujian Sistem

Parameter	A	B
Elektroda	RB 26, 2.6 mm	RB 26, 2.6 mm
Arus	80 A	80 A
Panjang Pengelasan	40 mm	80 mm
Lebar Pengelasan	8 mm.	8 mm

Hasil pengelasan pada masing-masing parameter yang dilakukan pada proses pengujian dapat dilihat dalam gambar 9 dan gambar 10.



Gambar 9. Hasil Pengelasan dengan Parameter A

Gambar 9 merupakan tampilan dari hasil pengelasan yang menggunakan parameter A, yaitu elektroda RB 2.6, arus pengelasan 80 A, panjang pengelasan 40 mm dan lebar pengelasan 8 mm.



Gambar 10. Hasil Pengelasan dengan Parameter B

Dalam gambar 10 ditampilkan hasil pengelasan yang menggunakan parameter B, yaitu elektroda RB 2.6, arus pengelasan 80 A, panjang pengelasan 80 mm dan lebar pengelasan 8 mm. Hasil pengujian keseluruhan sistem disajikan dalam tabel 12.

Tabel 12 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Parameter	Konsentrasi Asap Rata-rata Sebelum Pengelasan (PPM)	Konsentrasi Asap Rata-rata Setelah Pengelasan (PPM)	Selisih Konsentrasi Asap (PPM)	Waktu Hisap Rata-rata (detik)
A	312.33	345.33	33	26.85
B	314	351	37	29.51

Berdasarkan data hasil pengujian dalam tabel 12, pada proses pengelasan dengan parameter A diperlukan waktu 26,85 detik untuk menghisap konsentrasi asap sebesar 33 ppm dan pada saat dilakukan proses pengelasan parameter B dibutuhkan waktu 29,51 detik untuk menghisap konsentrasi asap sebesar 37 ppm. Dengan kata lain, semakin panjang proses pengelasan yang dilakukan maka semakin besar pula peningkatan konsentrasi asap yang terdeteksi. Adapun waktu penghisapan juga mengalami kenaikan seiring dengan semakin panjangnya proses pengelasan. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang sudah dapat bekerja sesuai dengan rancangan awal yang diharapkan.

Pada hasil pengujian sistem secara keseluruhan, diperoleh data perbandingan antara kondisi udara sebelum dan setelah proses pengelasan. Nilai terkecil pembacaan konsentrasi asap pada tabel 12 dijadikan referensi awal sistem mulai bekerja dan berhenti bekerja. Sedangkan nilai maksimal pembacaan konsentrasi asap dijadikan referensi untuk pengaktifan alarm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: Modul sensor MQ-2 dapat digunakan mendeteksi konsentrasi asap las. Tegangan *output* sensor dapat diproses sebagai *input* analog arduino uno dan dijadikan acuan untuk pengendalian *LED*, buzzer dan actuator berupa *exhaust fan*. Kemampuan rata-rata *exhaust fan* dalam menghisap konsentrasi asap dalam bilik las adalah 26,85 detik untuk 33 ppm pada pengelasan dengan panjang 40 mm dan 29,51 detik untuk 37 ppm pada proses pengelasan sepanjang 80 mm. Alat ini dapat dijadikan sebagai salah satu jalan keluar yang bersifat teknis untuk memperbaiki kondisi udara berkaitan dengan pelayanan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di laboratorium pengelasan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. LP2M Universitas Negeri Malang yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini melalui dana PNBP.
2. Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang atas sarana dan prasarana yang disediakan selama penelitian.

Daftar Pustaka

Katalog Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin (PTM) Fakultas Teknik (FT) Universitas Negeri Malang (UM). <http://mesin.ft.um.ac.id/wp-content/uploads/2019/08/KATALOG-S1-PTM.pdf>. Diakses tanggal 25 Juli 2020.

Wulandari, Dewi (2017). Risk Assessment pada Pekerja Pengelasan Perkapalan dengan Pendekatan Job Safety Analysis. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*, Vol. 6, No. 1 Jan-April 2017: 1–15

Ningsih, Retno (2016). Manajemen Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dalam Praktikum Pengelasan (Studi Kasus: di Welding Centre Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya). *Seminar Nasional Maritim, Sains, dan Teknologi Terapan 2016* Vol. 01: 103-108

Qolik, Abdul (2018). Bahaya Asap dan Radiasi Sinar Las Terhadap Pekerja Las di Sektor Informal. *JURNAL TEKNIK MESIN DAN PEMBELAJARAN*. Volume 1, Nomor 1, Juni 2018: 1-4

Sukawati, Endang (2014). Kajian Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Pengelasan di Kecamatan Mertoyudan Kabupaten Magelang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* Vol. 13 No. 2 / Oktober 2014: 45-50

Kamelia, Lia (2017). Rancang Bangun Sistem Exhaust Fan Otomatis Menggunakan Sensor Light Dependent Resistor (LDR). *JURNAL ISTEK*, Volume X No. 1, Edisi Mei 2017: 154-169

Abi Sabila Mustaqim, Danny Kurnianto, Implementasi Teknologi Internet of Things ada Sistem Pemantauan Kebocoran Gas LPG dan Kebakaran Menggunakan Database Pada Google Firebase, *Elektron Jurnal Ilmiah* Volume 12 No 1 Edisi Juni 2020 : 34-40

Abdurahman Effendi, M.R Yusuf, Pembuatan Dan Pengujian Perangkat Beban Tiruan Sebagai Alat Kategori Dua Pada Praktikum Sistem Tenaga, *Jurnal Temapela* (2019), : 1-10

B. B. L. Heyasa and V. R. K. R. Galarpe, Preliminary Development and Testing of Microcontroller-MQ2 Gas Sensorfor University Air Quality Monitoring, *IOSR J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 12, no. 03, pp. 47–53, 2017, doi: 10.9790/1676-1203024753.

D. Akhwandi and A. Yudhana, Sistem Penyegaran Ruangn Dari Asap Rokok Dan Gas Lpg Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535, *J. Ilmu Tek. Elektro Komput. dan Inform.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–9, 2017.

ISSN 2621-0878

