

PERANCANGAN KONTROLER PID BERBASIS ATMEGA 8535 UNTUK PENGENDALIAN KADAR GAS CO PADA RUANG KONTAMINASI ASAP ROKOK

Radhitya Pujosakti ^{*)}, Sumardi, and Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang , Semarang 50275, Indonesia

^{*)} Email: radhityapujosakti@yahoo.co.id

Abstrak

Lebih dari 4.000 zat kimia yang ada dalam rokok akan lebih membahayakan ketika asap rokok terjebak di ruang terbatas. Khususnya gas CO yang dapat membuat seseorang mati lemas karenanya. Penelitian ini dilakukan untuk membuat alat yang mampu mengurai asap rokok menjadi oksigen. Hal ini dilakukan untuk mengurangi gas CO yang dihasilkan oleh asap rokok agar pencemaran asap rokok dalam smoking room dapat diatasi. Metode penguraian asap rokok yang digunakan adalah lucutan korona. Pada saat lucutan korona diberikan pada aliran gas, akan menyebabkan elektron energetik yang akan mentransfer energi pada molekul gas yang dominan (CO) melalui proses tumbukan. Tumbukan ini menghasilkan formasi radikal primer (C^* dan O^*), ion positif dan negatif serta molekul tereksitasi. Untuk mempercepat penguraian, peneliti menggunakan metode kontrol PID pada sistem agar respon dari kipas motor DC corona chamber menjadi lebih responsif terhadap kadar gas CO sebelum terurai pada ruang 1. Penelitian ini menghasilkan alat otomatisasi untuk penguraian asap rokok menjadi oksigen. Hasil yang diperoleh pengujian sensor MQ7 sangat baik dalam pengukuran kadar gas CO dengan pembandingan menggunakan STARGAS 898. Respon penguraian juga sangat cepat dengan menggunakan controller P dan I dengan nilai $K_p=5$ dan $K_i=1$ jika dibandingkan dengan tanpa controller. Alat otomatisasi dapat mereduksi gas CO dengan rata-rata hingga 55%.

Kata kunci: Asap rokok, Gas CO, Lucutan Korona, PID

Abstract

More than 4000 chemicals, especially carbon monoxide (CO) gas, contained in cigarette's smoke are even more dangerous if its trapped in an enclosed room. CO gas which is well known as uncoloured and odorless gas will suffocately harmed if its inhaled. The purpose of this research is to make a machine which able to convert cigarette's smoke into Oxygen. Specifically, the objective is to reduce the CO gas levels contained in the cigarette's smoke, so the pollution produced by cigarette in the smoking room can be handled. The smoke disentangling method that have been used is corona discharge. Corona discharge that is implemented in a gas flow will produce energetic electron, which transferring energy to the dominant gas molecule (CO), through collision process. These collisions form a formation of primary radical (C^* and O^*), positive and negative ions, and excited molecule. Accelerating the disentangling process, the researcher implemented Proportional Integral Derivative (PID) control method onto the system to control the response of corona chamber's DC motor fan to be more responsive to the CO levels before being disentangled in the room 1. This research resulting an automated machine to disentangling the cigarette's smoke into oxygen. The result of MQ7 sensor examination using STARGAS 898 is considerably good in CO levels measurements. The disentangling response is considerably fast using Proportional (P) and Integral (I) controller with value $K_p=5$ and $K_i=1$ compared to no controller involved. This automated machine is able to reduce the CO levels with average of 55%.

Keywords : Cigarette's smoke, CO, Corona Discharge, PID

1 Pendahuluan

Merokok merupakan suatu kebiasaan yang merugikan bagi kesehatan manusia dan salah satu penyebab utama kematian yang dapat dicegah. Indonesia menempati urutan ketiga di dunia dengan

jumlah perokok terbanyak setelah China dan India. Gas CO memiliki nilai kandungan yang cukup besar dari asap rokok yaitu berkisar 17000 mg dan akan lebih membahayakan ketika Gas CO pada asap rokok terjebak di ruang terbatas.

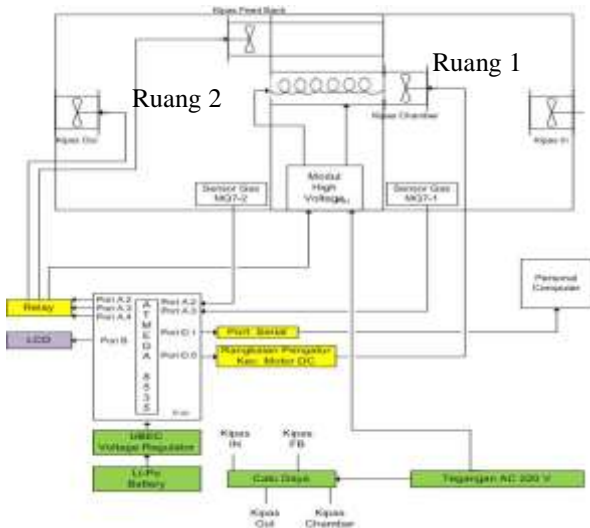
Pada Penelitian ini, saya membuat pengembangan dari alat pereduksi asap rokok menggunakan lucutan korona plasma sebelumnya dengan berfokus pada kadar gas CO yang terdapat pada asap rokok serta menambahkan kontrol PID untuk mengatur respons kecepatan putaran kipas pada keluaran ruang gas CO sebelum terurai menuju ruang korona dan juga sistem monitoring kadar gas CO dengan menggunakan sensor gas CO MQ7.

2 Metode

Perancangan alat pengurai asap rokok menjadi oksigen berbasis kontrol PID pada penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu perancangan hardware dan perancangan software.

2.1 Perancangan Perangkat Keras

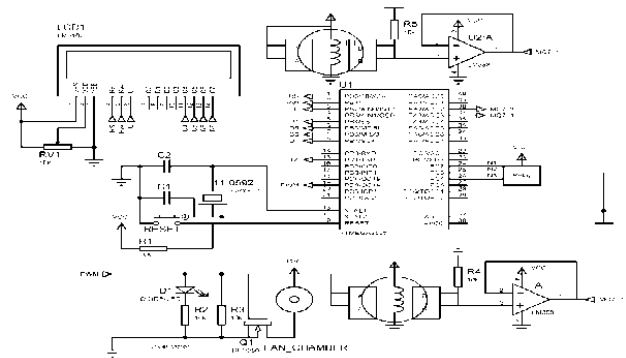
Blok rancangan perangkat keras alat pengurai asap rokok menjadi oksigen dengan menggunakan kontrol PID berbasis Atmega 8535 pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Rancangan Hardware alat pengurai asap rokok

2.1.1 Perancangan Sistem Mikrokontroler Atmega8535

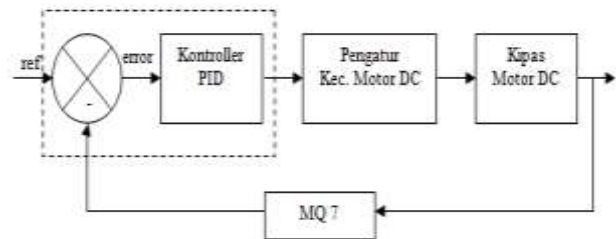
Sistem mikrokontroler digunakan sebagai perangkat kendali utama dimana didalamnya berisi task program untuk mengendalikan proses otomatisasi pengurai asap rokok, pembacaan sensor kadar gas CO, serta proses pengaturan kipas CHAMBER motor DC.



Gambar 2.2 Alokasi port pada sistem minimum mikrokontroler ATmega 8535

2.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

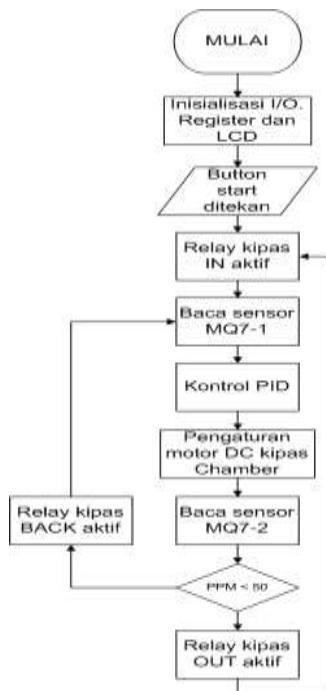
Perangkat lunak penting dalam pembuatan controller PID dalam sistem. Kontrol PID digunakan untuk mengontrol putaran kipas agar respons pengukuran asap rokok menjadi lebih cepat dimana respons akan sesuai dengan perbaikan error yang dibuat oleh sistem. Gambar 2.3 menunjukkan blok diagram kontrol kadar gas CO pada perancangan sistem.



Gambar 2.3 Diagram blok dasar sistem pengendalian kadar gas CO

2.2.1 Perancangan Program utama

Perancangan perangkat lunak program utama ini secara garis besar bertujuan untuk mengatur kerja sistem seperti inialisasi register I/O dan variabel, pembacaan hasil sensor, proses pengaturan driver relay, dan sinyal kontrol pengaturan kecepatan motor DC. Diagram alir program utama dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Diagram alir program utama

2.2.7 Program Monitoring Menggunakan Visual C# 2008

Program monitoring digunakan sebagai interface respons controller PID yang diimplementasikan pada sistem. Dimana dapat terlihat pengaruh dari controller PID terhadap kecepatan respons pengendalian kadar gas CP pada ruang kontaminasi asap rokok (ruang 1)



Gambar 2.11 Tampilan program monitoring

3. Hasil dan analisa

Pengujian sistem alat pengurai asap rokok menjadi oksigen dengan menggunakan metode kontrol PID dan 2 sensor gas CO MQ7 berbasis ATmega 8535 ini dilakukan

pada plant model dengan ukuran panjang x lebar x tinggi = 60 cm x 30 cm x 30 cm.

3.1 Pengujian Pembacaan ADC Sensor Gas MQ7

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan keluaran ADC yaitu portA.3 untuk sensor MQ7-1 dan portA.2 untuk sensor MQ7-2 pada mikrokontroler ATmega 8535 dan mencatat data digital keluaran yang ditampilkan pada LCD.

Tabel 3.1 Hasil pengujian Tegangan Sensor Gas MQ7-1

No	Tegangan di LCD (volt)	Tegangan Multimeter (volt)	Selisih
1	1,24	1,27	0,03
2	1,27	1,29	0,02
3	1,29	1,34	0,05
4	1,31	1,35	0,04
5	1,33	1,35	0,02
6	1,35	1,37	0,02
7	1,37	1,39	0,02
8	1,39	1,42	0,03
9	1,41	1,42	0,01
10	1,43	1,43	0
Jumlah			0,24
Rata - rata			0,024

Tabel 3.2 Hasil pengujian Tegangan Sensor Gas MQ7-2

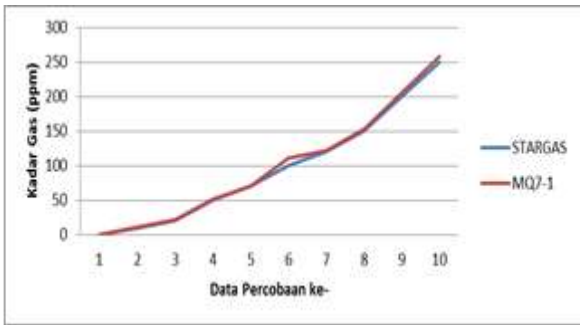
No	Tegangan di LCD (volt)	Tegangan Multimeter (volt)	Selisih
1	0,61	0,69	0,08
2	0,63	0,71	0,08
3	0,65	0,72	0,07
4	0,67	0,75	0,08

Tabel 3.2 (Lanjutan)

No	Tegangan di LCD (volt)	Tegangan Multimeter (volt)	Selisih
5	0,69	0,76	0,07
6	0,71	0,78	0,07
7	0,73	0,81	0,08
8	0,75	0,82	0,07
9	0,76	0,84	0,08
10	0,78	0,86	0,08
Jumlah			0,76
Rata-rata			0,076

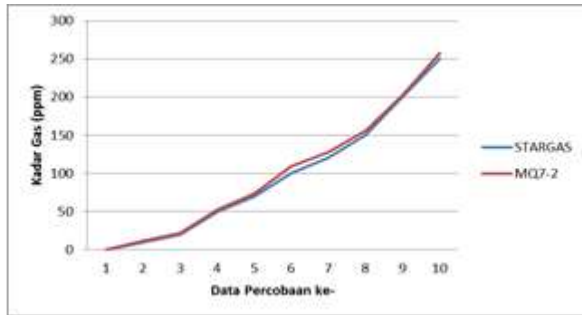
3.2 Pengujian Pembacaan Kadar Gas CO

Proses pembacaan data kadar gas dilakukan secara kontinyu oleh mikrokontroler. Hasil pembacaan data ini kemudian ditampilkan melalui LCD 16x2. Pengujian pembacaan data dilakukan dengan cara membandingkan data hasil perhitungan alat uji emisi gas buang STARGAS mod 898 di Laboratorium Fenomena Teknik Mesin Universitas Diponegoro dengan kadar gas yang diperoleh melalui perhitungan rumus sensor gas MQ7 seperti pada persamaan 2.5. Berikut hasil grafik perbandingan kadar gas CO STARGAS dengan sensor MQ7-1.



Gambar 3.1 Grafik perbedaan kadar gas CO STARGAS dengan sensor MQ7-1

Berikut hasil grafik perbandingan kadar gas CO STARGAS dengan sensor MQ7-2.



Gambar 3.2 Grafik perbedaan kadar gas CO STARGAS dengan sensor MQ7-2

Berdasarkan Gambar 3.1 dan 3.2 terlihat bahwa pada saat nilai ppm kecil, sensor gas MQ7-1 memiliki nilai selisih yang kecil dengan STARGAS 898 begitu pula sensor gas MQ7-2. Tetapi ketika mencapai nilai ppm yang besar, nilai selisih semakin besar.

3.3 Pengujian Driver Relay

Pengujian Driver Relay dilakukan dengan melakukan pengamatan LED yang terdapat pada Driver secara langsung. LED menyala menandakan bahwa relay aktif dan mengubah keadaan Normally Open (NO) menjadi Normally Closed (NC). Pemasangan kabel tergantung fungsi yang diinginkan dari masing-masing keadaan. Berikut data hasil pengujian LED diperlihatkan melalui Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Hasil pengujian driver relay terhadap system

No	Kadar Gas MQ7-1 (ppm)	Kadar Gas MQ7-2 (ppm)	LED Aktif		
			IN 1	IN 2	IN 3
1	0	5,26	On	Off	On
2	11,67	21,05	On	Off	Off
3	6,67	52,8	Off	On	Off
4	0	72,92	Off	On	On

Berdasarkan data Tabel 3.3 menunjukkan bahwa Driver Relay berfungsi sebagaimana mestinya dan dapat dilihat dari pengamatan LED Driver Relay.

3.4 Pengujian Driver Motor DC

Pengujian hardware MOSFET IRF950 yang digunakan sebagai driver utama motor dilakukan dengan cara mengujikan nilai PWM. Pada dasarnya pengontrolan motor yang dilakukan adalah dengan menggunakan PWM, yaitu mengatur duty cycle tegangan yang dikirimkan sehingga tegangan keluaran terkendali dan hasil putaran sesuai dengan yang diinginkan. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil pengujian duty cycle terhadap tegangan PORT PWM mikro dengan motor DC

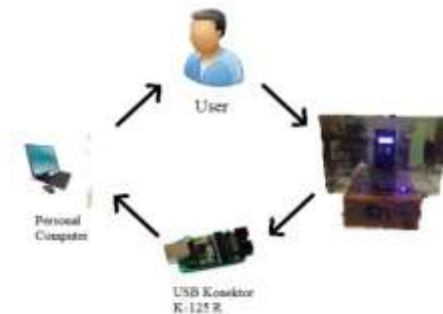
Nilai PWM (0-1023) (Duty Cycle)	Tegangan PWM (V)	Tegangan Motor (V)
256 (25%)	1,31 V	3V
512 (50%)	2,63 V	6V
1023 (100%)	5,25 V	12V

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat dikatakan bahwa driver motor DC dapat berfungsi dengan baik. Pengujian nilai PWM yang dikeluarkan oleh mikrokontroler juga dapat mengatur duty cycle dengan baik.

3.5 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk menguji apakah sistem dapat berjalan dengan benar atau tidak dengan melihat grafik respon sistem yang dilihat melalui interface pada PC.

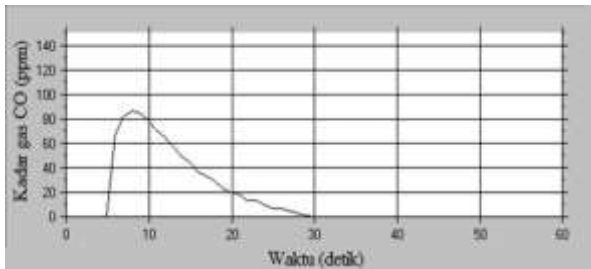
Berdasarkan hasil pengujian, terlihat hubungan antara set point (kadar gas CO pada ruang 1 sebesar 0 ppm) dan respon keluaran sistem melalui interface penampil grafik yang dikoneksikan serial dari plant ke PC. Melalui interface terlihat respon sistem terhadap set point dan waktu. Gambar 3.3 menunjukkan alur komunikasi saat pengujian dilakukan.



Gambar 3.3 Alur komunikasi pengambilan data

3.5.1 Pengujian Sistem Tanpa Kontroller

Pengujian sistem tanpa kontroler dilakukan dengan cara tanpa memberikan nilai pada kontroler PID yang dibuat, sehingga perbaikan sistem murni dilakukan oleh Fast PWM dari mikrokontroler. Uji Coba akan dilakukan dengan satu kali hembusan asap rokok. Respon sistem dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Respon sistem tanpa kontroller

Berdasarkan pengujian dapat dilihat jika kehandalan sistem masih sangat buruk, memiliki maksimum overshoot (M_p) yang tinggi dengan nilai 86,76 ppm, dan waktu untuk mencapai set point yang lama sebesar 22 detik. Akan tetapi respon peak time (T_p) yang dihasilkan oleh sistem cukup baik yaitu sebesar 3 detik. Dengan demikian, pemberian kontroler PID diperlukan untuk memperbaiki respon sistem menuju set point.

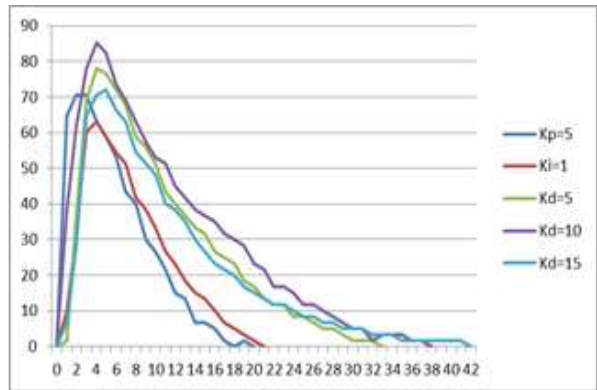
3.5.2 Pengujian Sistem Menggunakan Kontroller PID

Pengujian Pada pengujian yang dilakukan, penalaan parameter PID dilakukan dengan menggunakan metode trial error, yaitu dengan melakukan variasi nilai parameter k_p , k_i , dan k_d secara acak sehingga didapatkan hasil yang kiranya terbaik. Pengujian ini dengan set point kadar gas CO (SP) sebesar 0 ppm pada ruang 1 sehingga respon sistem dilihat dari waktu yang diperlukan oleh sistem agar nilai kadar gas CO pada ruang 1 mencapai set point. Uji Coba akan dilakukan dengan satu kali hembusan asap rokok.

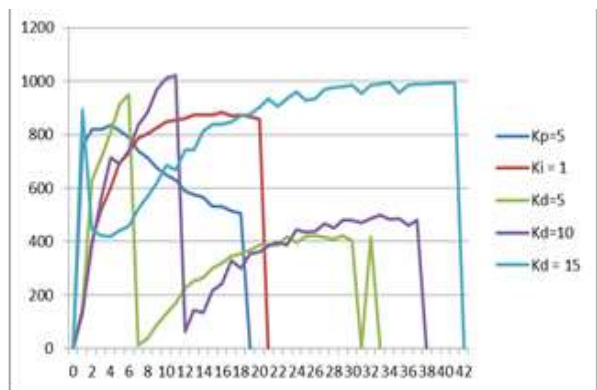
Tabel 3.5 menunjukkan variasi data penalaan parameter

No	K_p	K_i	K_d
1	5	0	0
2	5	1	0
3	5	1	5
4	5	1	10
5	5	1	15

Dengan mengacu data penalaan parameter pada Tabel 3.5, keluaran sistem dapat dilihat pada interface penampil data. Gambar 3.5 menunjukkan hasil perbandingan keluaran sistem dan gambar 3.6 menunjukkan hasil respon kipas motor DC korona *chamber*.



Gambar 3.5 Perbandingan hasil respon sistem PID



Gambar 3.6 Hasil respon sistem PID

Tabel 3.6 Data pengujian variasi data penalaan parameter

	M_p	T_p	T	T_s
$K_p=5$	70,59	2	17	20
$K_p=5, K_i=1$	63,24	4	17	21
$K_p=5, K_i=1, K_d=5$	77,94	4	29	33
$K_p=5, K_i=1, K_d=10$	85,29	4	34	38
$K_p=5, K_i=1, K_d=15$	72,06	5	37	42

Dari respon sistem yang didapat pada tabel 3.8, diketahui hasil respon sistem dari variasi data penalaan parameter. Berdasarkan hasil respon sistem, dapat dilihat pada gambar 3.5 dan diambil kesimpulan bahwa nilai gain terbaik adalah saat $K_p=5, K_i=1, K_d=0$. Pada saat parameter PID diberi nilai gain tersebut, sistem memiliki respon peak time yang cukup baik ($T_p = 4$ detik), overshoot yang kecil dibandingkan dengan yang lain ($M_p = 63,24$) dan waktu untuk menghilangkan asap (menuju 0 ppm) selama 17 detik (T).

Jika dilakukan analisa respon sistem bahwa sistem cenderung mempunyai respon yang cepat dan nilai OCR1A yang stabil saat diberi gain kontroler proporsional dan integral yang dapat dilihat pada gambar 3.6. Gain proporsional tentu mutlak digunakan dalam

kontroler PID untuk mempercepat waktu naik sistem. Pada sistem ini nilai k_p yang terbaik adalah 5, karena pada saat k_p dinaikkan menjadi 10, respon sistem langsung memiliki overshoot tinggi dan berosilasi, sedangkan saat gain $k_p=5$, waktu naik dan overshoot-nya lebih cepat. Saat menggunakan gain integral, sistem cenderung berosilasi. Pada sistem ini nilai k_i yang terbaik adalah 1, karena pada saat k_i dinaikkan menjadi 2,5 dan 5, respon nilai OCR1A langsung memiliki osilasi, sedangkan saat gain k_i bernilai 1, respon nilai OCR1A langsung tidak memiliki osilasi.

3.5.3 Pengujian Pereduksian Gas CO

Proses pengujian dilakukan dengan membandingkan kadar gas CO maksimal pada sensor MQ7-1 dan MQ7-2. Pembangkit tegangan tinggi impuls dibutuhkan sebagai pengurai kadar gas CO. Tegangan tinggi impuls yang digunakan sebesar 7 kV karena mempunyai pereduksian gas CO paling besar^[7]. Sistem memakai kontrol PI dengan nilai $K_p=5$ dan $K_i=1$ untuk menyuplai gas CO dari ruang 1 ke Corona Chamber dengan cepat. Pengujian dilakukan dengan memvariasi kadar gas CO. Berikut data hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.7

Tabel 3.7 Nilai kadar gas CO sebelum dan sesudah direduksi serta perhitungan efisiensi reduksi pada CO

Percobaan ke-	Sebelum terurai (ppm)	Setelah terurai (ppm)	Efisiensi Reduksi (%)
1 (1 kali hembusan)	76,47	40	47,7
2 (2 kali hembusan)	110,5	44,74	59,5
3 (3 kali hembusan)	152,9	64,58	57,8
		Rata-rata	55

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa sistem pereduksian menggunakan lucutan korona telah berhasil untuk mereduksi gas CO asap rokok dengan kisaran reduksi sebesar 47 – 57,8 % dengan rata-rata reduksi 55%. Ini menunjukkan bahwa sistem ini sangat efektif diterapkan pada smoking room, mengingat prinsip kerja alat ini tanpa menggunakan bahan aditif.

4. Kesimpulan

1. Sensor MQ7 perlu dikalibrasi agar perhitungannya lebih akurat karena nilai kadar gas CO 0 ppm setiap sensor berbeda.
2. Keakuratan data tampilan tegangan sensor pada lcd terhadap tegangan asli sensor sangat baik dengan rerata error sebesar 0,024 pada sensor MQ7-1 dan 0,076 pada sensor MQ7-2
3. Keakuratan data tampilan kadar gas CO pada lcd terhadap kadar gas CO dengan menggunakan alat

STARGAS mod 898 cukup baik dengan rerata error sebesar 3,48 pada sensor MQ7-1 dan 4,018 pada sensor MQ7-2.

4. Driver relay berjalan dengan baik sesuai dengan system yang diinginkan yaitu jika $ppm_2 > 50$ maka relay 2 akan aktif, jika tidak maka relay 1 aktif. Dan jika $ppm = 0$ maka relay 3 aktif.
5. Driver motor DC berjalan sangat baik yaitu keluaran duty cycle sesuai dengan yang diinginkan
6. Pengujian respon sistem menggunakan Kontroller PI lebih baik jika dibandingkan dengan controller P dan PID dengan nilai $K_p=5$ dan $K_i=1$. Dimana respon system menghasilkan nilai peak time yang cukup baik ($T_p = 4$ detik), overshoot yang kecil dibandingkan dengan yang lain ($M_p = 63,24$) dan waktu untuk menghilangkan asap (menuju 0 ppm) selama 17 detik (T)
7. Sistem pereduksian menggunakan lucutan korona telah berhasil untuk mereduksi gas CO asap rokok dengan kisaran reduksi sebesar 47 – 57,8 %.

Referensi

- [1] C. D. Mathers and D. Loncar, "Projections of global mortality and burden of disease from 2002 to 2030," PLoS Medicine, vol. 3, no. 11, pp. 2011–2030, 2006.
- [2] P. Jha, M. K. Ranson, S. N. Nguyen, and D. Yach, "Estimates of global and regional smoking prevalence in 1995, by age and sex," American Journal of Public Health, vol. 92, no. 6, pp. 1002–1006, 2002.
- [3] Mackay, Judith., Eriksen, M.P., "The Tobacco Atlas," World Health Organization, UK, 2002
- [4] Logitra Purba, Irfan, Penelitian: Perancangan Pembangkit Tegangan Tinggi Impuls untuk Mengurangi Jumlah Bakteri pada Susu Perah, Universitas Diponegoro, 2013
- [5] Rahardjo, Rino Eko, Penelitian: Pembuatan Modul Perangkat Keras DC Chooper, Universitas Diponegoro, 2006.