

Perancangan dan Pembuatan Alat Pengurai Asap Rokok pada Smoking Room Menggunakan Kontroler PID

Oleh:

M. Aldiki Febriantono. NIM 0910630074

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

E-mail: aldikifebriantono@yahoo.co.id

Pembimbing :

Goegoes DN, ST., MT. Retnowati, Ir., MT.

Abstrak - Dalam tugas akhir ini penulis merancang dan membuat alat pengurai asap rokok pada smoking room. Untuk menguraikan asap rokok menggunakan peristiwa korona untuk menghasilkan proses ionisasi. Dimana mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pengendali utama dengan menggunakan metode Proporsional Integral Derferensial (PID) untuk mengatur kecepatan kipas exhaust.

Parameter PID ditentukan dengan menggunakan metode hand tuning dan didapatkan nilai $K_p = 50$, $K_i = 20$, dan $K_d = 150$ yang menunjukkan bahwa respons sistem untuk pengendalian kecepatan putaran kipas pada alat pengurai asap rokok mempunyai error steady state sebesar 0%, waktu steady hanya 23 detik, dan mula-mula terjadi overshoot dikarenakan adanya gangguan dari asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ2.

Kata kunci : asap rokok, korona dan PID

I. PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu sumber kehidupan manusia yang dapat diperoleh secara bebas. Baik buruknya kualitas udara dapat mempengaruhi kesehatan dan aktifitas manusia. Udara yang bersih dapat menyebabkan seseorang merasa nyaman berada di suatu tempat tertentu, sehingga dapat melakukan aktifitas secara baik dan menyenangkan. Sebaliknya kualitas udara yang buruk akibat adanya polusi, justru dapat mengganggu aktifitas kehidupan karena tercemar berbagai macam bahan racun yang berasal dari polusi alam, polusi kendaraan maupun polusi asap rokok yang membahayakan bagi kesehatan manusia.

Dilihat dari sisi kesehatan, merokok tetap mengakibatkan dampak yang negatif bagi perokok aktif maupun pasif. Disamping WHO (*world health organization*), sudah membuktikan lebih dari 70 ribu artikel ilmiah mengenai hal itu. Dalam kepulan asap rokok terkandung 4000 racun kimia berbahaya, dan 43 diantaranya bersifat *karsinogenik* (merangsang tumbuhnya kanker). Dampak bahaya rokok memang antik dan klasik, asap rokok merupakan penyebab berbagai penyakit. Tidak ada orang mati mendadak karena merokok. Dampaknya tidak instant, berbeda dengan minuman keras dan narkoba. Dampak rokok akan terasa setelah 10-20 tahun setelah digunakan. Paparan asap rokok yang terus menerus pada orang dewasa yang sehat dapat menambah resiko terkena penyakit jantung dan paru paru sebesar 20 – 30 persen. Selain itu lingkungan asap rokok dapat memperburuk kondisi seseorang yang mengidap penyakit asma, menyebabkan bronkitis dan pneumonia (Susanna, 2003).

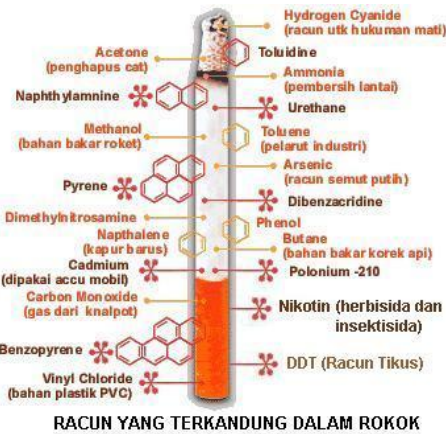
Sebelumnya telah dirancang alat pengurai asap rokok karya siswa SMA Negeri 3 Semarang Zihramna Afdi dan Hermawan Maulana yang alatnya diberi nama T-BOX. Sistem kerja dari alat itu menguraikan asap rokok dengan menggunakan proses ionisasi, namun sistem kerjanya masih secara manual (on-off). Dalam skripsi ini akan dikembangkan proses penguraian asap rokok dengan melakukan pengontrolan udara pada ruangan menggunakan sensor MQ2 dan mengontrol perputaran kipas menggunakan PID (*Proportional Integral Derivative*) dengan metode *hand tuning*.

II. DASAR TEORI

Teori yang digunakan sebagai dasar pelaksanaan Tugas akhir ini adalah:

A. Asap Rokok

Rokok merupakan campuran dari tembakau, cengkeh dan bahan lainnya yang dibungkus oleh kertas. Kandungan zat-zat yang ada pada rokok terdiri dari *nikotin*, *karbon monoksida (CO)*, Tar yang bersifat *karsinogenik* dan radikal bebas, seperti radikal *nitric oxide* dan sebagainya. Namun pada aplikasi ini hanya dibatasi dengan mengukur gas-gas yang dianggap mewakili kandungan asap rokok secara keseluruhan. Gas tersebut adalah *Hydrogen* dan *Ethanol*. Kandungan asap rokok di tunjukkan gambar 2.1.



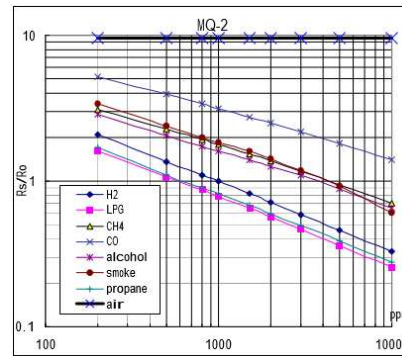
Gambar 2.1 Kandungan asap rokok

B. Korona

Korona merupakan proses pembangkitan arus di dalam fluida netral diantara dua elektroda bertegangan tinggi dengan mengionisasi fluida tersebut sehingga membentuk plasma di sekitar salah satu elektroda dan menggunakan ion yang dihasilkan dalam proses tersebut sebagai pembawa muatan menuju elektrodalainnya. Korona dapat dilihat sebagai cahaya redup yang melingkupi suatu konduktor tegangan tinggi dalam lucutannya. Ionisasi adalah proses mengubah sebuah atom atau molekul menjadi ion dengan menambahkan atau mengurangi partikel bermuatan seperti elektron atau ion. Dalam hal ionisasi gas, sepasang ion diciptakan yang terdiri dari elektron bebas dan ion positif.

C. Sensor MQ2

Pada dasarnya prinsip kerja dari sensor tersebut adalah mendeteksi keberadaan gas-gas yang dianggap mewakili asap rokok, yaitu gas Hydrogen, methane. Jika sensor tersebut mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut di udara dengan tingkat konsentrasi tertentu, maka sensor akan menganggap terdapat asap rokok di udara. Ketika sensor mendeteksi keberadaan gas-gas tersebut maka resistansi elektrik sensor akan turun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh *output* sensor akan semakin besar. Dengan memanfaatkan prinsip kerja dari sensor MQ2, kandungan gas-gas tersebut dapat di ukur. Gambar 2.2 grafik tingkat sensitifitas sensor MQ2 terhadap gas hydrogen dan methane.

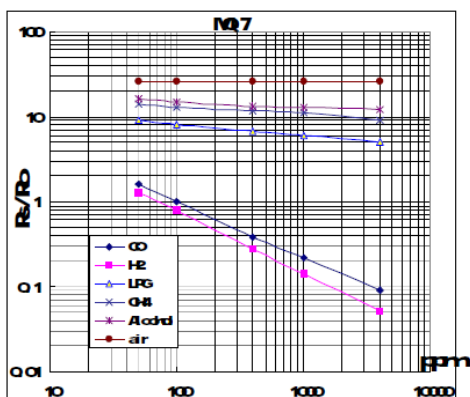


Gambar2.2 Datasheet sensor MQ2 uji konsentrasi di udara.

D. Sensor MQ7

Sensor MQ7 digunakan untuk mendeteksi keberadaan gas CO (*karbon monoksida*) yang merupakan hasil pembakaran rokok. Sensor ini terdiri dari keramik 3 2OAl , lapisan tipis SnO2 , elektroda serta *heater* yang digabungkan dalam suatu lapisan kerak yang terbuat dari *plastic* dan *stainless*.

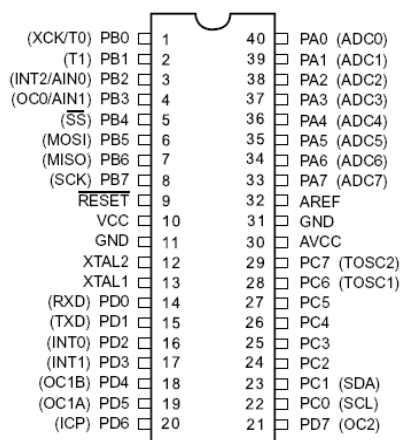
Apabila terdeteksi gas CO maka tegangan *output* pada sensor akan naik, sehingga konsentrasi gas akan menurun dan terjadi proses *deoksidasi*. Akibatnya permukaan dari muatan negatif oksigen akan berkurang, ketinggian permukaan sambungan penghalang pun akan ikut terjadi. Hal ini mengakibatkan penurunan resistansi sensor yang juga memiliki sebuah *heater*, yang berfungsi sebagai pembersih dari kontaminasi udara di dalam ruangan sensor seperti tampak pada ilustrasi Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Datasheet sensor MQ7 uji konsentrasi di udara

E. Mikrokontroler ATmega8535

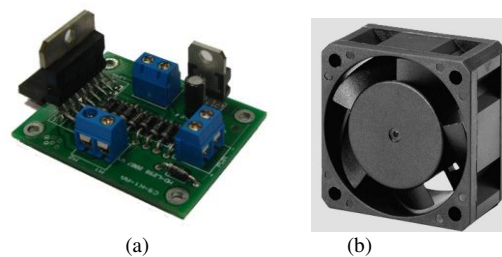
Mikrokontroler adalah pusat kerja dari suatu sistem elektronika seperti halnya mikroprosesor sebagai otak komputer. Adapun nilai plus bagi mikrokontroler ini adalah terdapatnya memori dan port input/output dalam suatu kemasan IC. Kemampuannya yang programmable, fitur yang lengkap seperti ADC internal, EEPROM internal, port I/O, komunikasi serial.



Gambar 2.4 Konfigurasi pin-pin ATMEGA8535

F. Fan DC dan driver motor L298

Fan DC merupakan sebuah komponen yang memerlukan arus tegangan untuk menggerakannya. Oleh karena itu dalam system ini fan DC memiliki penggerak tersendiri untuk mengatur kecepatannya. Pada tugas akhir ini motor DC akan digerakkan dengan menggunakan PWM yang telah terintegrasi dengan rangkaian driver L298. Dengan rangkaian modul L298 yang memiliki input PWM ini, maka selain arah kita juga bisa mengendalikan kecepatan putar motor DC tersebut.

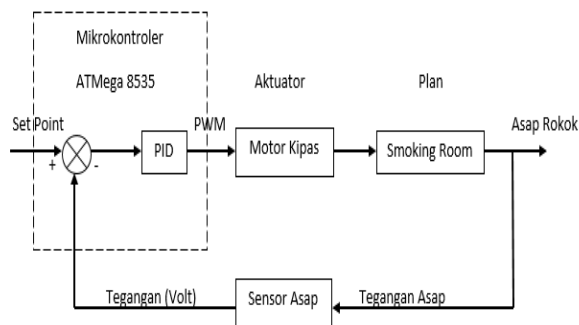


Gambar 2.5 (a) Driver Motor L298. (b) fan DC

III. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan sistem alat pengurai asap rokok dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut:

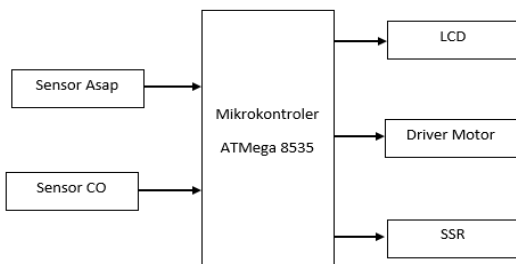
- Model system alat pengurai asap rokok berbentuk prototype sebagai simulasi smoking room dengan ukuran panjang = 45cm, lebar = 25cm dan tinggi = 25cm.
- Menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega8535 sebagai pengendali utama.
- Sensor yang digunakan untuk mendeteksi asap rokok menggunakan sensor MQ2.
- Sensor yang digunakan sebagai pembaca gas karbon monoksida menggunakan sensor MQ7.
- System pematik listrik menggunakan komponen Ignation coil motor dan KU 4-IGN (pembangkit tegangan).
- Kipas *exhaust* digunakan sebagai alat penghisap asap rokok.
- LCD digunakan sebagai penampil kualitas udara pada smoking room.
- Skema dan diagram blok dari alat pengurai asap rokok dapat dilihat gambar 3.1.



Gambar3.1 Diagram blok alat pengurai asap rokok.

Sensor asap rokok dan sensor gas yang diletakkan didalam miniatur *smoking room* akan membaca kondisi kadar asap rokok dan gas CO pada miniatur *smoking room* akan memberikan data bit logic sebagai masukan pada mikrokontroler ATmega 8535.

Kadar asap rokok di dalam miniatur ruangan dikondisikan untuk mencapai *set point* pada kadar asap rokok 0 ppm dengan tegangan sebesar 1.51V. Jika kadar asap rokok > 0 ppm maka sensor MQ2 akan mengirimkan sinyal berupa tegangan analog ke mikrokontroler data yang diterima kemudian di proses menggunakan metode PID untuk dikirimkan pada *driver motor* berupa tegangan PWM sebagai penggerak *fan*. Asap rokok yang terhisap masuk akan diuraikan pada tabung pengurai untuk menghasilkan oksigen. Oksigen hasil dari penguraian tersebut akan dikembalikan lagi ke ruangan, proses tersebut akan berulang sampai udara di dalam ruangan mencapai *set point*.



Gambar 3.2 Blok diagram sistem proses

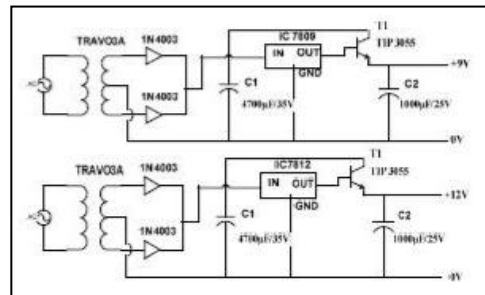
Pada gambar 3.2 terdapat satu pengontrol utama berupa mikrokontroler ATmega 8535 yang mengontrol 4 buah port yaitu Port A, Port B, Port C, Port D yang semuanya dapat diprogram sebagai input dan output. Port A merupakan input sensor asap rokok dan gas CO, sedangkan Port B merupakan output dari rangkaian yang terdiri dari LCD, Solid State Relay dan Motor Kipas.

Tiga pin AF-30 menunjukkan fungsi masing-masing diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja (Vcc), pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran (Vout) dengan jangkauan kerja dari 0.1 Volt sampai dengan 5 Volt. Input yang masuk berupa tegangan asap dan output berupa tegangan analog. Rangkaian *Solid State Relay*

merupakan suatu modul output berfungsi untuk menghubungkan atau memutus aliran arus listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu untuk menjalankan pematik.

Pada LCD alamat port yang digunakan yakni Port D dan Port C sebagai keluaran IC pengontrolan ini. Pin-pin ini akan dihubungkan ke alamat data (D0-D7) pada LCD. Namun yang digunakan hanya D4 sampai D7 sebagai alamat data. Koneksi E dan RS pada LCD digunakan Port D sebagai input.

A. Rangkaian power supply



Gambar 3.3 Rangkaian power supply

Gambar 3.3 adalah gambar dari power supply yang digunakan dalam Mikrokontroler ATmega 8535. Power supply ini mempunyai output tegangan DC yaitu 5 Volt dan 12 Volt. Komponen-komponen yang digunakan dalam rangkaian power supply ini antara lain transformator 1 A, kapasitor 4700 uF, regulator 7805, regulator 7812 dan dioda penyearah.

B. Pemrograman Kontroler PID

Kontroler PID dapat di tuning dalam beberapa cara, antara lain ziegler-nichols tuning, loop shaping, metode analitis, optimisasi, pole placement, auto tuning dan hand tuning (Smith,1997; Astrom & Hagglund,2004). Pada penelitian ini digunakan cara hand tuning untuk menentukan besar Kp, Ki, dan Kd. Hal ini dilakukan karena ada kendala untuk melakukan cara lain yang disebutkan diatas. Kendala tersebut adalah tidak dapat melihat respons motor secara langsung karena tidak digunakannya sensor untuk mengukur kecepatan motor saat sistem berjalan. Selain itu tidak adanya model matematis dari motor membuat cara analitis sulit untuk dilakukan. Prosedur untuk melakukan tuning adalah sebagai berikut :

1. Melepaskan kontroler integral dan diferensial dengan memberikan nilai $K_i = 0$ dan $K_d = 0$.
2. Mengatur nilai K_p hingga didapatkan respons yang diinginkan, dengan mengabaikan *offset*.
3. Dengan terus menaikkan nilai K_p , nilai dari K_d dinaikkan untuk mengurangi *overshoot* yang terjadi.
4. Naikkan nilai K_i untuk mengurangi *offset*.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

A. Pengujian Rangkaian Sensor MQ2

Ketika Sensor mendeteksi udara pada keadaan tanpa asap rokok tegangan output sensor sebesar 1.51 Volt dan ketika ruangan penuh dengan asap rokok maka tegangan output sensor sebesar 5 Volt hal ini dikarenakan tegangan V_{cc} sensor sebesar 5 Volt.

Tegangan output sensor bergantung pada banyaknya asap rokok yang masuk ke dalam ruangan smoking room area. Data tegangan output sensor didapatkan dari pengukuran menggunakan alat multimeter mulai udara normal atau udara mengandung asap rokok dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1 Perubahan tegangan sensor MQ2

No	Kadar asap rokok (ppm)	R_s/R_o (K Ω)	R_o (K Ω)	R_s (K Ω)	V_{out} Sensor (V)
1	50	0.37	9	3.33	3.0
2	100	0.31	9	2.81	3.2
3	150	0.26	9	2.35	3.4
4	200	0.22	9	1.94	3.6
5	300	0.18	9	1.58	3.8
6	400	0.14	9	1.25	4.0
7	500	0.11	9	0.95	4.2
8	600	0.08	9	0.68	4.4
9	700	0.05	9	0.43	4.6
10	750	0.02	9	0.21	4.8

Dari tabel 4.1 dapat disimpulkan bahwa ketika sensor mendeteksi keberadaan asap rokok maka resistansi elektrik sensor akan turun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh output sensor akan semakin besar.

B. Pengujian Rangkaian Sensor MQ7

Ketika Sensor bekerja dalam kondisi udara normal tegangan output sensor sebesar 1.6 Volt dan pada saat maksimal atau penuh karbonmonoksida tegangan output sensor sebesar 2.8 Volt. Tegangan output sensor bergantung pada banyaknya gas karbonmonoksida yang terdapat dalam smoking room area. Data tegangan output sensor didapatkan dari pengukuran menggunakan

multimeter mulai udara normal sampai udara mengandung gas CO dapat dilihat pada Tabel 4.2:

Tabel 4.2 Perubahan tegangan MQ7

No	Kadar gas CO (ppm)	R_s/R_o (K Ω)	R_o (K Ω)	R_L (K Ω)	V_{out} Sensor (V)
1	20	21.25	1	10	1.6
2	40	19.41	1	10	1.7
3	80	16.32	1	10	1.9
4	100	15	1	10	2.0
5	200	12.73	1	10	2.2
6	300	10.83	1	10	2.4
7	400	9.23	1	10	2.6
8	500	7.86	1	10	2.8

Dari Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa ketika sensor mendeteksi keberadaan gas karbonmonoksida maka resistansi elektrik sensor akan turun yang menyebabkan tegangan yang dihasilkan oleh output sensor akan semakin besar.

C. Pengujian Driver Motor DC

Pada rangkaian penggerak motor DC menggunakan driver L298 untuk mengatur putaran motornya. Sehingga perlu di uji untuk mengetahui perbandingan asap rokok dengan tegangan output driver motor. Hasil Pengujian driver L298 dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Driver L298

No.	Asap Rokok (ppm)	Tegangan Driver (Volt)	Kecepatan F_{an} (rpm)
1	50	1.8	598
2	100	2.2	1274
3	200	2.7	1984
4	300	3.5	2831
5	400	4.1	3270
6	500	4.7	3721
7	600	5.4	4053
8	700	5.8	4514

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa Berdasarkan pengujian Tabel 5.3 saat kadar asap 50 ppm kecepatan kipas yang terbaca oleh tachometer sebesar 598 rpm ketika asap mencapai 700 ppm kecepatan kipas menjadi 4514 rpm. Dari Tabel 5.3 dapat disimpulkan bahwa semakin banyak kadar asap rokok maka kipas berputar semakin cepat.

D. Pengujian Pematik Listrik

Pengujian pematik listrik dilakukan dengan cara memberikan tegangan sebesar 220 Volt AC yang di

hubungkan dengan KU 4-IGN untuk menguatkan tegangan yang akan dikirimkan ke ignition coil sehingga tegangan keluaran menjadi ± 20 KV AC dengan tegangan sebesar itu. Jika elektroda positif dan negatif didekatkan dengan jarak tertentu di dalam tabung yang sebagai konduktor maka akan menimbulkan korona, hal tersebut dimanfaatkan untuk menguraikan asap rokok.



Gambar 3.9 Bentuk korona dari tegangan tinggi

E. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

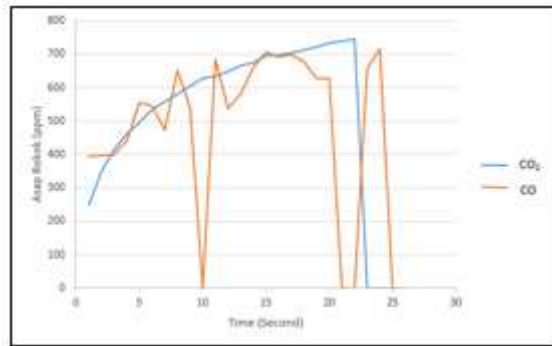
Pengujian keseluruhan bertujuan untuk menganalisis kemampuan sistem pengurai apakah sesuai dengan perancangan. Pengujian keseluruhan terbagi menjadi tiga bagian pengujian, yaitu pengujian asap rokok, gas karbonmonoksida dan pengujian kecepatan motor kipas. Tabel 4.4 merupakan data yang diperoleh dari data record visual basic 6.0.

Tabel 4.4 Hasil pengujian sistem

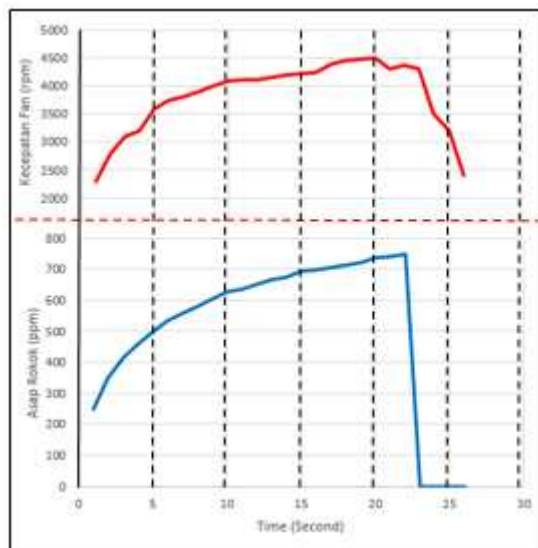
Time (Second)	CO ₂ (ppm)	CO (ppm)	kecepatan fan (rpm)
1	247	394	2300
2	351	397	2800
3	415	399	3100
4	460	441	3200
5	497	556	3600
6	533	545	3750
7	558	473	3800
8	580	652	3900
9	605	541	4000
10	627	0	4080
11	634	683	4100
12	649	537	4120
13	665	582	4150
14	675	659	4200
15	694	708	4220
16	697	691	4250
17	705	697	4400

18	714	678	4460
19	722	629	4480
20	734	629	4500
21	740	0	4300
22	746	0	4370
23	0	657	4300
24	0	716	3500
25	0	0	3200
26	0	0	2400

Dari Tabel 4.4 dapat dibuat gambar grafik untuk mengetahui perbandingan antara asap rokok dengan gas CO dan perbandingan antara asap rokok dengan kecepatan fan dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan Gambar 3.11.



Gambar 3.10 Grafik perbandingan asap rokok terhadap waktu



Gambar 3.11 Grafik perbandingan asap rokok terhadap kecepatan fan

Berdasarkan pengujian Tabel 4.4 bahwa kadar CO₂ sebesar 746 ppm membutuhkan waktu 23s untuk terurai menjadi 0 ppm. Sedangkan gas CO sebesar 716 ppm membutuhkan waktu 25s untuk terurai menjadi 0 ppm.

Karena keterbatasan dari sensor, untuk pembacaan kandungan gas CO pada sensor MQ7 kurang begitu sempurna, dapat dilihat pada Gambar 3.10 terlihat sensor gas CO kurang responsif. Pada Gambar 3.11 tampak perbandingan antara kandungan asap rokok dengan kecepatan *fan* yang mana semakin pekat asap rokok maka fan akan berputar semakin cepat.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada sistem pengurai asap rokok menjadi oksigen pada *smoking room*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sinyal *input* ADC pada mikrokontroler ATmega 8535 berasal dari sensor asap MQ2 dan sensor MQ7. Sedangkan *output* mikrokontroler terhubung pada *aktuator* (motor driver), *solid state relay* (SSR) dan LCD. Pada *input aktuator* yang diterima dari mikrokontroler berupa sinyal PWM yang digunakan untuk mengendalikan kipas *exhaust* sebagai penghisap asap rokok untuk diuraikan ke tabung pengurai. Sedangkan SSR bekerja ketika diberi tegangan 5V untuk menyalakan pematik pada tabung pengurai. Kadar asap rokok, gas CO dan tegangan PWM akan ditampilkan pada LCD.
2. Sensor asap MQ2 digunakan untuk mendeteksi kondisi kadar asap rokok pada *smoking room*. ketika sensor gas mendeteksi kondisi kadar asap rokok lebih besar dari 0 ppm maka *fan 1* akan menghisap asap rokok untuk diuraikan pada tabung pertama kemudian *fan 2* akan menghisap hasil dari penguraian pertama untuk diuraikan lagi ke tabung pengurai kedua, sebelum dikembalikan lagi ke ruangan *smoking room*.
3. Parameter PID ditentukan dengan menggunakan metode *hand tuning* dan didapatkan nilai $K_p = 50$, $K_i = 20$, dan $K_d = 150$ dan toleransi error sebesar 0 %. Dengan menggunakan parameter tersebut memiliki respon sistem yang mampu menyesuaikan

perputaran kipas dengan banyaknya kandungan asap rokok.

4. Waktu yang dibutuhkan oleh sistem untuk mengguraikan asap rokok didalam miniatur ruangan tertutup dari kadar asap 746 ppm menjadi 0 ppm adalah 23s. Sedangkan untuk gas CO dengan kadar 716 ppm menjadi 0 ppm membutuhkan waktu 25 s.

B. SARAN

Karena dalam pembuatan sistem ini masih dirasa jauh dari kesempurnaan maka sangat dimungkinkan untuk dilakukan pengembangan dan penyempurnaan, diantaranya yaitu:

1. Untuk menambah tingkat keakurasian pembacaan kadar asap rokok pada miniatur *smoking room* sebaiknya digunakan alat pembaca kandungan asap rokok dan gas CO yang presisi sebagai pembanding data dari sensor.
2. Pada pengembangan selanjutnya dapat digunakan penghasil korona yang lebih tinggi atau dibuat penetralisir asap rokok dengan lebih cepat sehingga kinerja sistem lebih efisien.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ardi, Winoto. 2008. *Mikrokontroler AVR ATmega 8535 dan pemrograman dengan bahasa BASCOM*. Jakarta.
- [2] Brilliant Adhi Prabowo. 2011. *Pemodelan Sistem Kontrol Motor DC dengan Temperatur Udara sebagai Pemicu*. LIPI : Jakarta.
- [3] Chen, J., dan Davidson, J.H., *Model of the Negative DC Corona Plasma : Comparison to the Positive DC Corona Plasma*, Department of Mechanical Engineering University of Minnesota, Minneapolis. 2003.
- [4] Fajri Septria Agung. 2012. *Sistem Deteksi Asap Rokok pada Ruangan Bebas Asap Rokok dengan Keluaran Juara*. Teknik Komputer : AMIK GI MDP.
- [5] Soerowirdjo, B., Muanandar, E., "PEMBERSIH RUANGAN DARI ASAP ROKOK MELALUI RUANG IONISATOR", 2004.
- [6] Susanna D, Hartono B, Fauzan H, 2003. *Penentuan kadar nikotin dalam asap rokok*. Makara Kesehatan
- [7] Ogata, Katsuhiko. 1997. *Teknik Kontrol Otomatik Jilid 1*. Jakarta. Penerbit Erlangga.

