BAB V
PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Tujuan pengujian sistem ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Pengujian setiap blok ini dilakukan untuk menentukan letak kesalahan dan mempermudah analisis pada sistem apabila alat tidak bekerja sesuai dengan perancangan. Pengujian pada sistem ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

- Pengujian rangkaian sensor asap rokok
- Pengujian rangkaian sensor gas CO
- Pengujian mikrokontroler dan LCD
- Pengujian *driver* motor
- Pengujian sistem keseluruhan

5.1 Pengujian Sensor Asap rokok

5.1.1 Tujuan Pengujian

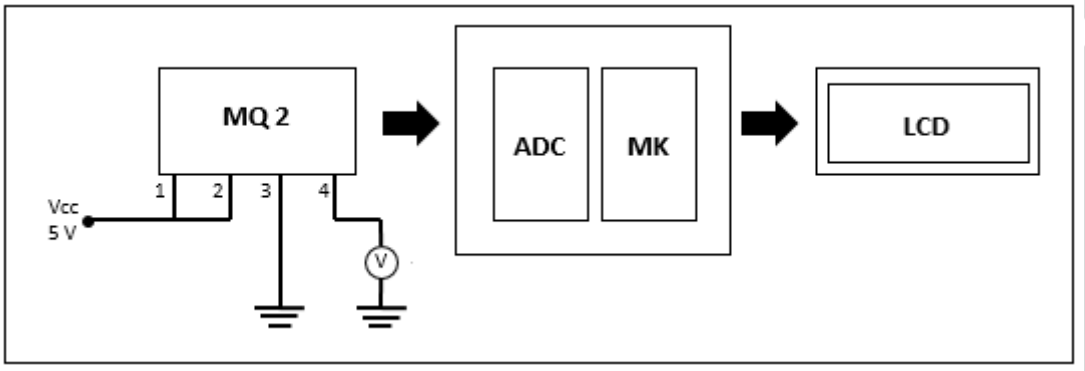
Pengujian rangkaian sensor asap tipe MQ2 bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari sensor tersebut. Dengan menempatkan sensor di miniatur *smoking room* dan memberikan masukan catu daya 5Volt kepada rangkaian sensor asap. Pada sensor ini hanya digunakan sebagai pendeteksi asap rokok yang mana jika sensor MQ2 mendeteksi adanya asap rokok maka sensor akan mengirimkan tegangan ke mikrokontroler untuk diproses.

5.1.2 Peralatan Pengujian

- Catu daya 5V DC
- Sensor asap MQ2
- Mikrokontroler ATMega 8535 dan LCD
- Alat ukur multimeter
- Alat penambah asap rokok

5.1.3 Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor asap MQ2 seperti yang ditunjukan dalam Gambar 5.1.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Mengatur kadar asap rokok sehingga dapat berubah-ubah sesuai yang diinginkan.
- Mengukur tegangan keluar sensor dengan mengunakan multimeter.
- Mengamati jumlah kandungan asap rokok yang ditampilkan pada LCD.



Gambar 5.1 Blok diagram rangkaian pengujian sensor asap rokok

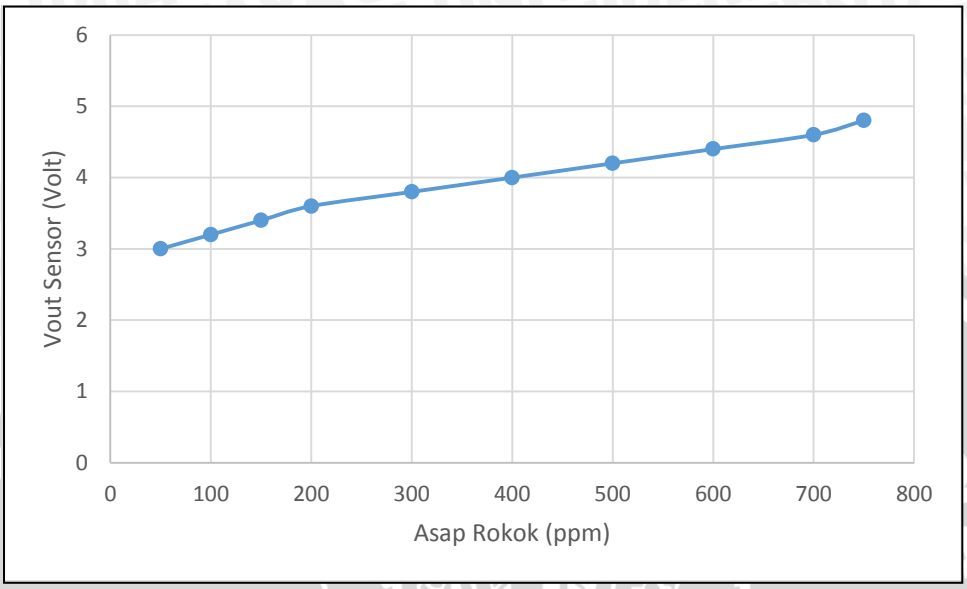
5.1.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian dari rangkaian sensor asap ditunjukan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil pengujian rangkaian sensor asap

No	Kadar asap rokok (ppm)	Rs/Ro (KΩ)	Ro (KΩ)	Rs (KΩ)	Vout 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

Data pada Tabel 5.1 dapat digambarkan menjadi bentuk grafik seperti dalam Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik perbandingan antara tegangan sensor dengan kadar asap rokok

5.1.5 Analisis hasil pengujian

Berdasarkan pengujian Tabel 5.1 dan grafik Gambar 5.2 dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Pada saat udara bersih nilai hambatan sensor (Ro) sebesar 9 KΩ dengan (*Vout*) sebesar 1.51 Volt. Setelah udara diberi asap rokok sebesar 100 ppm maka nilai hambatan udara tercemar (Rs) sebesar 2.81 KΩ diperoleh dari perhitungan persamaan 4.1. Dari Tabel 5.1 dapat disimpulkan bahwa ketika kadar asap rokok yang terdeteksi oleh sensor semakin besar maka resistansi sensor (Rs) akan turun yang menyebakan tegangan yang dihasilkan oleh *output* sensor (*Vout*) akan semakin besar.
2. Berdasarkan grafik Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa respon tegangan keluaran sensor asap (V_{out}) terhadap perubahan kadar asap rokok, semakin banyak kadar asap rokok yang terdeteksi oleh sensor MQ2 maka tegangan keluaran sensor (V_{out}) yang dikirim ke mikrokontroler semakin besar pula.

5.2 Pengujian Sensor Gas CO

5.2.1 Tujuan Pengujian

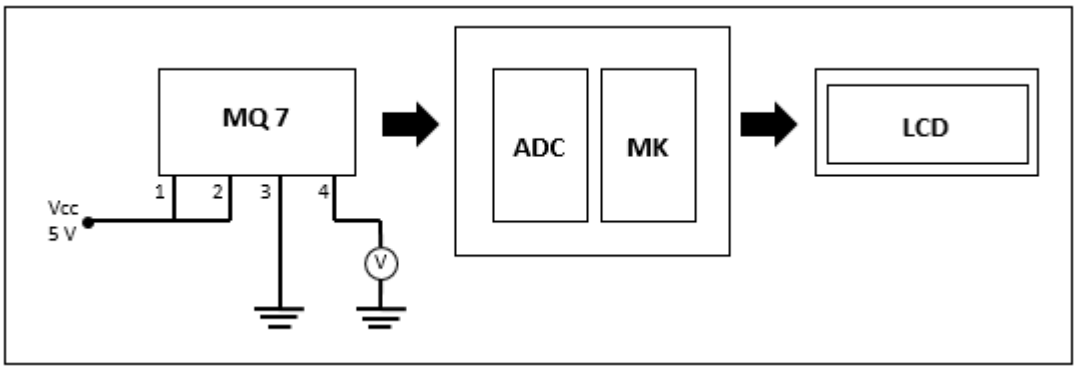
Pengujian rangkaian sensor gas CO tipe MQ7 bertujuan untuk mengetahui tingkat keakurasian dari sensor tersebut. Dengan menempatkan sensor diminiatur *smoking room* dan memberikan masukan catu daya 5 Volt kepada rangkaian sensor gas.

5.2.2 Peralatan Pengujian

- Catu daya 5V DC
- Sensor Gas MQ7
- Mikrokontroler ATMega 8535 dan LCD
- Alat ukur multimeter
- Alat penambah asap rokok

5.2.3 Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian sensor gas MQ7 seperti yang ditunjukan dalam Gambar 5.3.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Mengatur kadar gas CO sehingga dapat berubah-ubah sesuai yang diinginkan.
- Mengukur tegangan keluar sensor dengan mengunakan multimeter.
- Mengamati jumlah kandungan gas CO yang ditampilkan pada LCD



Gambar 5.3 Blok diagram rangkaian pengujian sensor gas CO

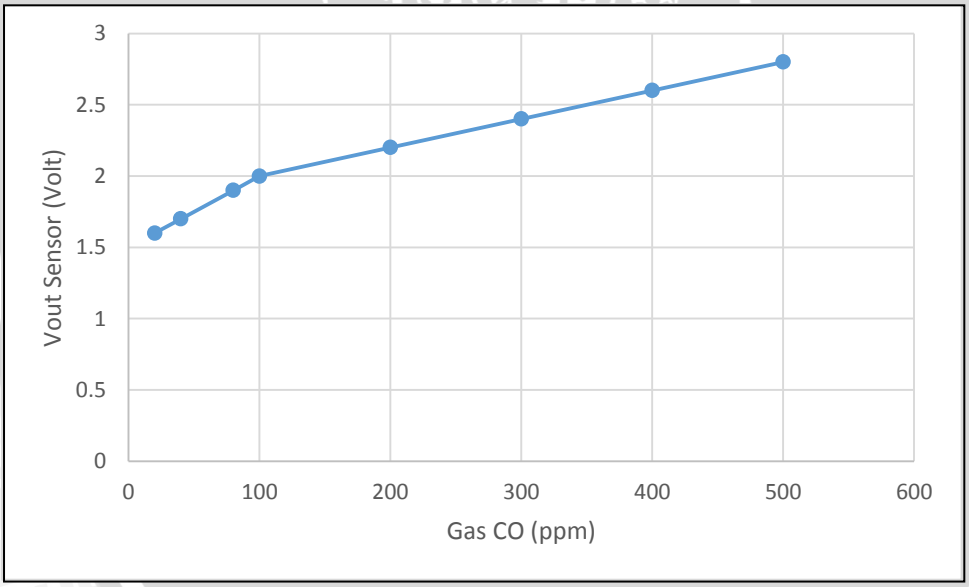
5.2.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Hasil pengujian dari rangkaian sensor asap rokok ditunjukan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil pengujian rangkaian gas CO

No	Kadar gas CO (ppm)	Rs/Ro (KΩ)	Ro (KΩ)	R_L (KΩ)	Vout 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

Data pada Tabel 5.2 dapat digambarkan menjadi bentuk grafik seperti dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.4 Grafik perbandingan antara kadar gas CO dengan *Vout*

5.1.5 Analisis hasil pengujian

Berdasarkan pengujian Tabel 5.2 dan grafik Gambar 5.4 dapat dianalisis sebagai berikut:

1. Pada saat udara bersih nilai hambatan sensor (Ro) sebesar 1 KΩ dengan (*Vout*) sebesar 1.6V dan R_L sebesar 10 KΩ. Ketika sensor membaca kadar gas CO 20 ppm

maka nilai hambatan udara tercemar (Rs) sebesar 21.25 KΩ diperoleh dari perhitungan persamaan 4.2. Dari Tabel 5.2 dapat disimpulkan bahwa ketika gas CO yang terdeteksi oleh sensor semakin besar maka resistansi sensor (Rs) akan turun yang menyebakan tegangan yang dihasilkan oleh *output* sensor (*Vout*) akan semakin besar.

2. Berdasarkan grafik Gambar 5.4 dapat dilihat bahwa respon tegangan keluaran sensor (V_{out}) terhadap perubahan gas CO, semakin banyak gas CO yang terdeteksi oleh sensor MQ7 maka tegangan keluaran sensor (V_{out}) juga semakin besar, kemudian akan ditampilkan ke dalam LCD.

5.3 Pengujian Mikrokontroler dan LCD

5.3.1 Tujuan pengujian

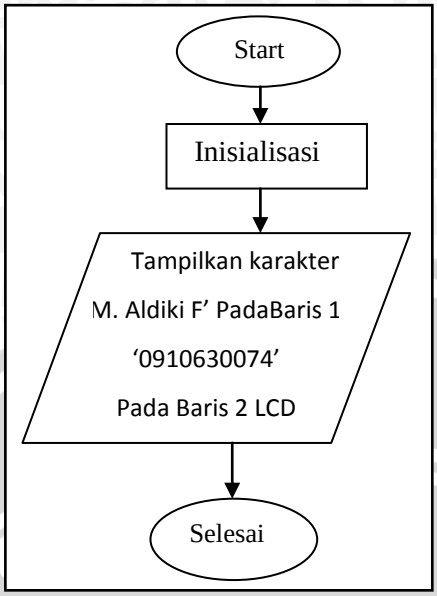
Pengujian sistem mikrokontroler dan LCD adalah untuk mengetahui bahwa masing- masing pin pada *port* C mikrokontroler dapat mengirim data menuju LCD sesuai dengan program yang dibuat dan LCD dapat menampilkan data karakter dengan benar.

5.3.2 Peralatan pengujian

- Catu daya
- Mikrokontroler ATMega 8535
- Modul LCD M1632

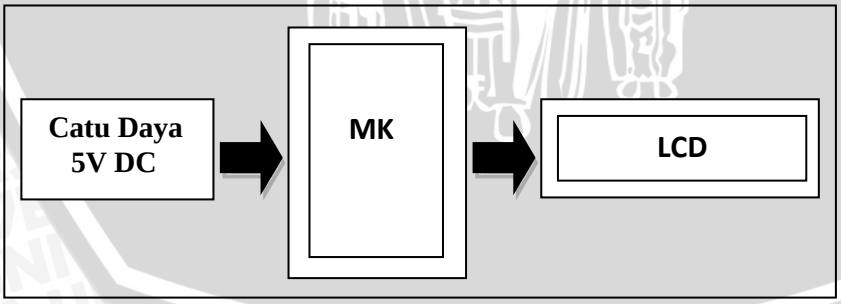
5.3.3 Prosedur pengujian

- Membuat program pada mikrokontroler dengan mengunakan software program CV-AVR untuk menampilkan karakter nama " M. Aldiki F" pada baris pertama dan NIM"0910630074" pada baris kedua di LCD. Diagram alir program pada mikrokontroler ditunjukkan dalam Gambar 5.3.



Gambar 5.5 Diagram alir program pada mikrokontroler
Sumber: Perancangan

- Menyusun rangkaian pengujian mikrokontroler dan LCD seperti yang ditunjukan dalam Gambar 5.4.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Melihat data karakter yang ditampilkan di LCD.



Gambar 5.6 Diagram pengujian mikrokontroler dan LCD
Sumber: Perancangan

5.3.4 Hasil pengujian

Gambar 5.7 Tampilan data pada LCD

Data karakter yang diprogram pada mikrokontroler dapat ditampilkan dengan baik pada LCD, dibuktikan dengan ditampilkannya karakter nama dan NIM seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 5.5.

5.4 Pengujian Driver Motor

5.4.1 Tujuan pengujian

Pengujian pada *driver* motor bertujuan untuk mengetahui apakah alat tersebut menghasilkan kecepatan berputar yang diinginkan sesuai dengan banyaknya kandungan asap rokok pada ruangnan.

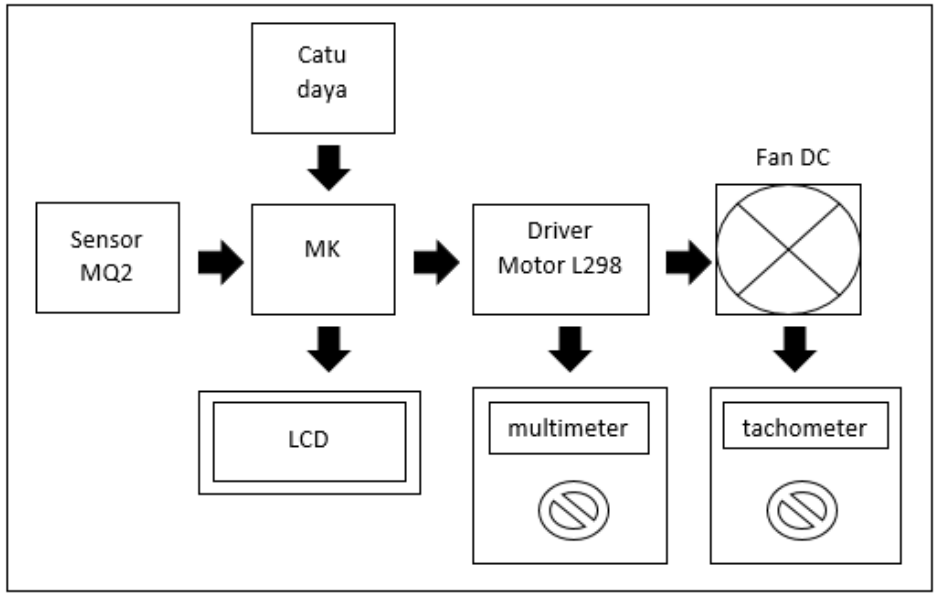
5.4.2 Peralatan pengujian

- Rangkaian sensor MQ2
- Mikrokontroler ATMega 8535 dan LCD
- Catu daya
- Rangkaian *driver* motor L298
- Fan DC
- Alat ukur Tachometer
- Alat ukur multimeter
- Potensiometer

5.4.3 Prosedur Pengujian

- Menyusun rangkaian pengujian *driver* motor L298 seperti yang ditunjukan dalam Gambar 5.2.
- Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.

- Menghubungkan catu daya ke rangkaian pengujian.
- Memberi asap rokok sehingga sensor MQ2 dapat mendeteksi asap
- Mengukur tegangan keluar *driver* motor dengan mengunakan multimeter
- Mengukur kecepatan fan DC dengan menggunakan tachometer.
- Mengamati jumlah kandungan asap rokok yang ditampilkan pada LCD.

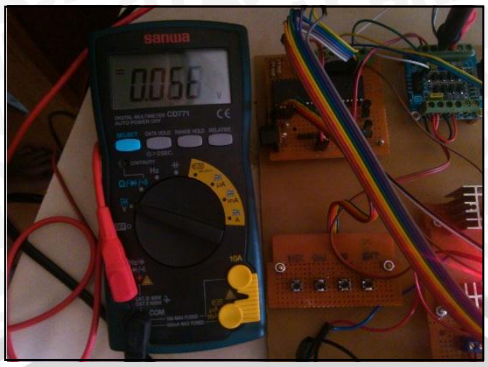


Gambar 5.8 Blok diagram rangkaian pengujian driver motor

5.4.4 Hasil Pengujian dan Analisis

Untuk mendapatkan hasil pengujian kecepatan kipas digunakan alat ukur tachometer seperti ditunjukan Gambar 5.9 sedangkan untuk mengukur besaran tegangan *driver* L298 mengunakan multimeter ditunjukan seperti Gambar 5.10.

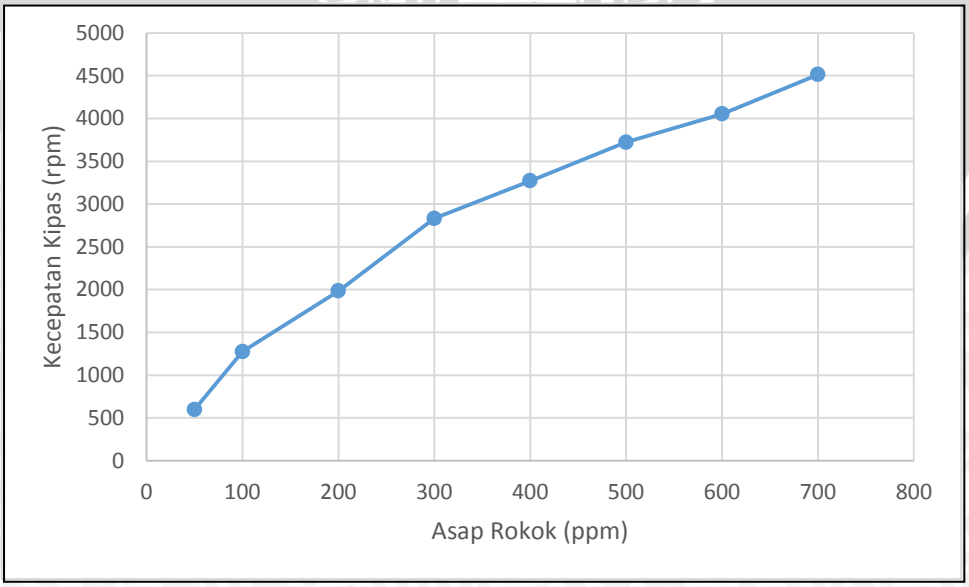
Gambar 5.9 Pengukuran kecepatan kipas mengunakan tachometer



Gambar 5.10 Pengukuran Vout motor driver L298

Tabel 5.3 Hasil pengujian dari rangkaian driver motor

No.	Asap Rokok (ppm)	Tegangan Driver (Volt)	Kecepatan *Fan* (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



Gambar 5.11 Grafik perbandingan antara kecepatan kipas dengan kadar asap rokok

5.4.5 Analisis hasil pengujian

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.

5.5 Pengujian Sistem Keseluruhan

5.5.1 Tujuan Pengujian

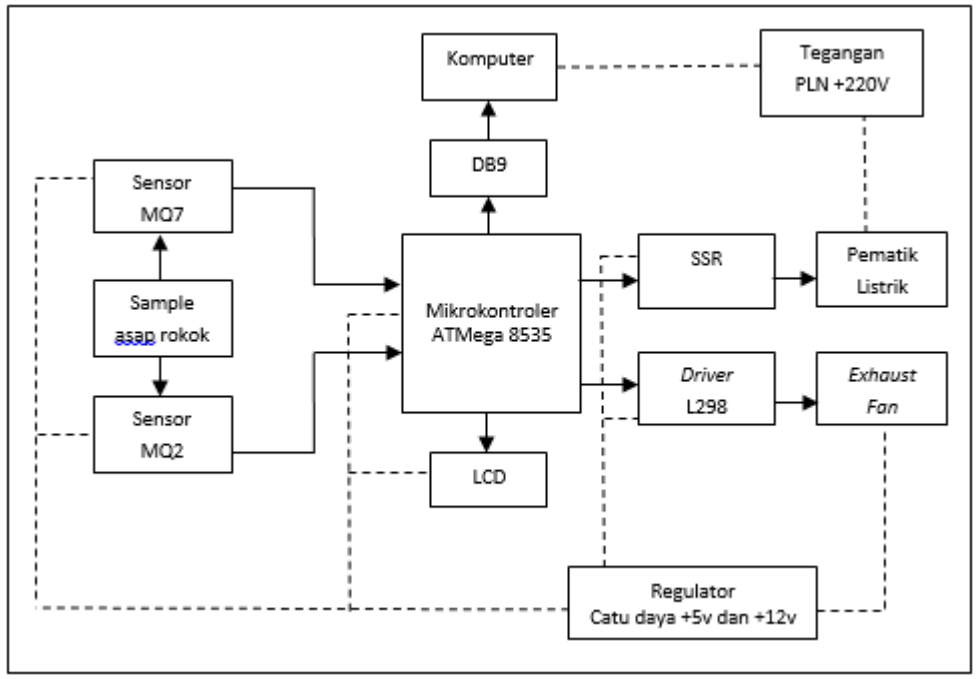
Pengujian sistem secara keseluruhan bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kerja alat ini dapat menguraikan asap rokok menjadi oksigen telah bekerja dengan baik dan sesuai deskripsi awal kerja system yang diharapkan.

5.5.2 Peralatan Pengujian

1. Catu daya.
2. Miniatur *smoking room* panjang 45cm x lebar 25cm x tinggi 25cm yang terbuat dari mika sebagai ruang simulasi percobaan alat.
3. Rangkaian sensor Asap rokok MQ2.
4. Rangkaian sensor gas CO MQ7.
5. Rangkaian mikrokontroler dan LCD.
6. Rangkaian pengurai asap rokok.

5.5.3 Prosedur Pengujian

1. Menyusun blok pengujian sistem secara keseluruhan seperti yang ditunjukan dalam Gambar 5.11.
2. Memastikan rangkaian sudah tersusun dengan benar sebelum terhubung ke catu daya.
3. Menghubungkan rangkaian daya ke rangkaian pengujian.
4. Memberikan asap rokok sebagai kondisi telah terdapat asap rokok pada miniatur *smoking room*.
5. Melihat apakah sistem telah bekerja sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar 5.12 Blok Diagram pengujian sistem secara keseluruhan

5.5.4 Hasil Pengujian dan Analisis

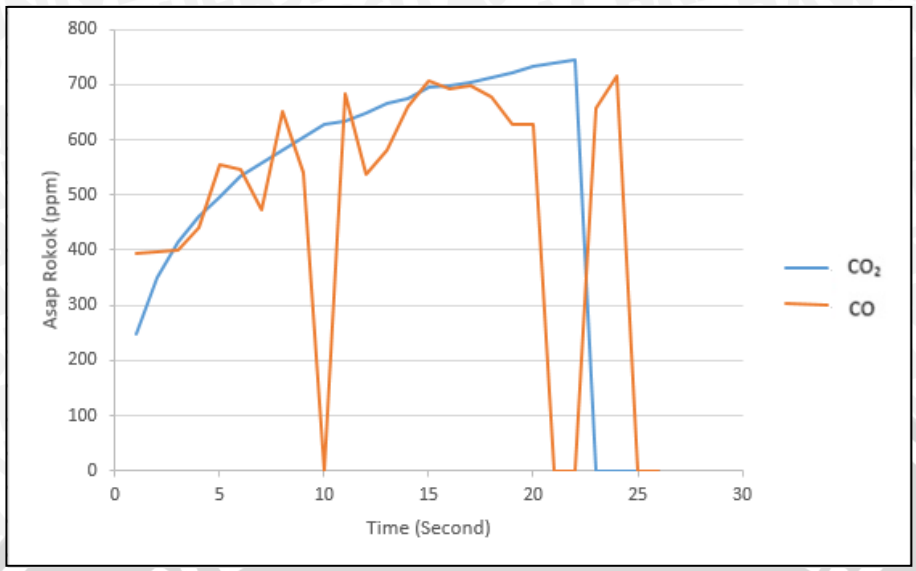
Pada saat sistem pertama kali diaktifkan, maka mikrokontroler akan membaca masukkan dari sensor asap MQ2 dan MQ7 kemudian masukkan dari sensor tersebut akan ditampilkan ke seven segment berupa nilai yang terbaca sensor. Jika asap rokok yang terbaca oleh mikrokontroler melebihi dari set point yaitu 0 ppm, maka mikrokontroler akan men-*driver* relay untuk menghidupkan pematik listrik dan kipas untuk menghisap asap ke tabung pengurai. Untuk mengetahui perbandingan banyak asap rokok dengan kecepatan kipas dilakukan percobaan dapat dilihat Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Hasil pengujian sistem

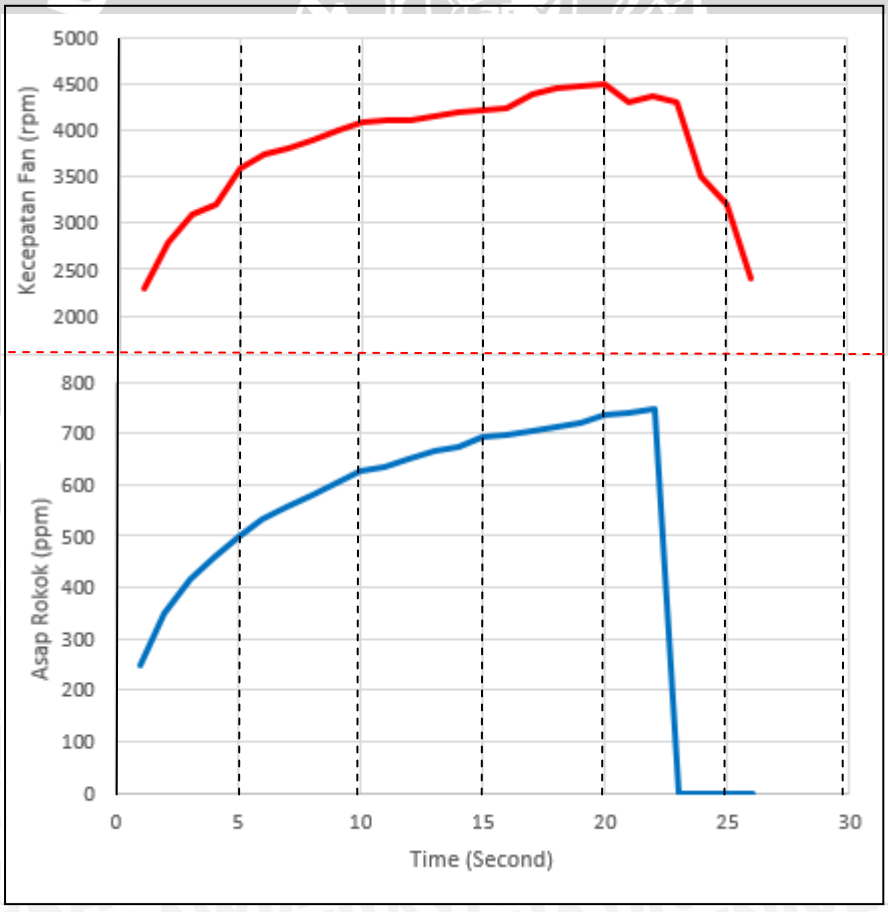
Time (Second)	CO_2 (ppm)	CO (ppm)	kecepatan *fan* (rpm)
1	247	394	2300
2	351	397	2800
3	415	399	3100
4	460	441	3200
5	497	556	3600
6	533	545	3750
7	558	473	3800

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

Tabel 5.4 asap CO_2 dan gas CO didapat dari record data menggunakan software visual basic 6.0 sedangkan kecepatan *fan* diperoleh dengan menggunakan tachometer, dari data tersebut 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 5.13 dan Gambar 5.14.



Gambar 5.13 Grafik perbandingan asap rokok terhadap waktu

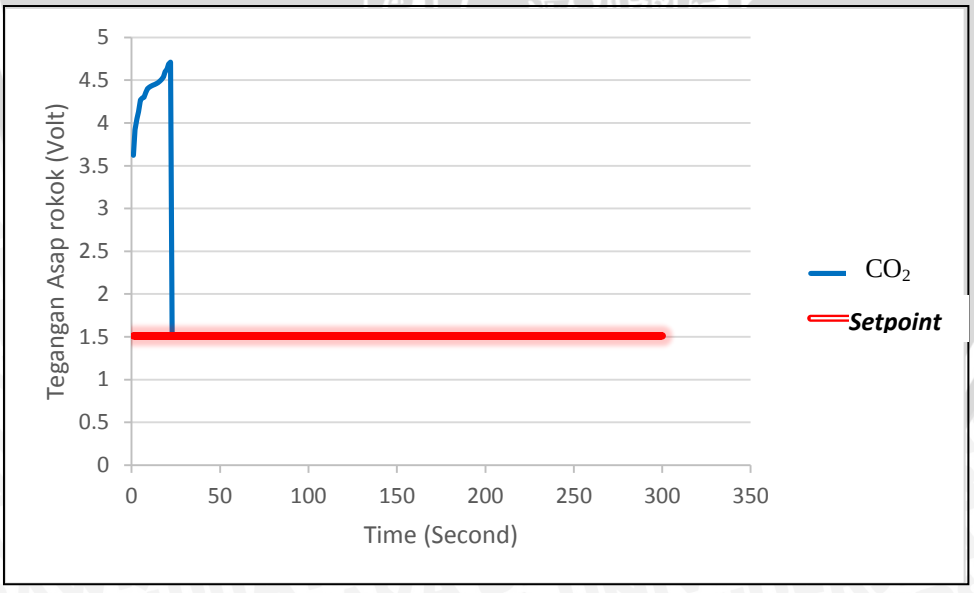


Gambar 5.14 Grafik perbandingan asap rokok terhadap kecepatan *fan*

Berdasarkan pengujian Tabel 5.4 bahwa kadar CO_2 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 5.13 terlihat sensor gas CO kurang responsif. Pada Gambar 5.14 tampak perbandingan antara kandungan asap rokok dengan kecepatan *fan* yang mana semakin pekat asap rokok maka fan akan berputar semakin cepat.

Time Settling atau *ts* adalah waktu yang diperlukan kurva respons untuk mencapai dan menetap dalam daerah sekitar harga akhir yang nilainya ditentukan dengan presentase mutlak dari harga akhirnya (biasanya 5 % atau 2 %). Ts yang didapatkan dari pengujian ini adalah

Ts = waktu awal di posisi acuan - waktu akhir di posisi tujuan *Error steady state*, Ess adalah selisih antara nilai keluaran dengan nilai masukan pada saat kondisi *steady state*. Setelah melakukan prosedur pengujian dengan nilai kp= 50, ki= 20 dan kd= 150 didapatkan hasil respons sistem. Berikut hasil pengujian sistem keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 5.15.



Gambar 5.15 Grafik respon sistem

Dari grafik Gambar 5.15, diketahui bahwa hasil respon memiliki % *error* . untuk nilai steady state sebesar 1.51 Volt. Perhitungan sebagai berikut:

$$\% \, Ess = \frac{|Average \; speed \; steady - \text{setpoint}|}{\text{setpoint}} \text{ x } 100 \, \%$$

$$\%Ess = \frac{|1.51 - 1.51|}{1.51} \times 100\%$$

$$= 0 \, \%$$

Time Settling atau waktu yang dibutuhkan untuk mencapai *setpoint* selama 23 detik.