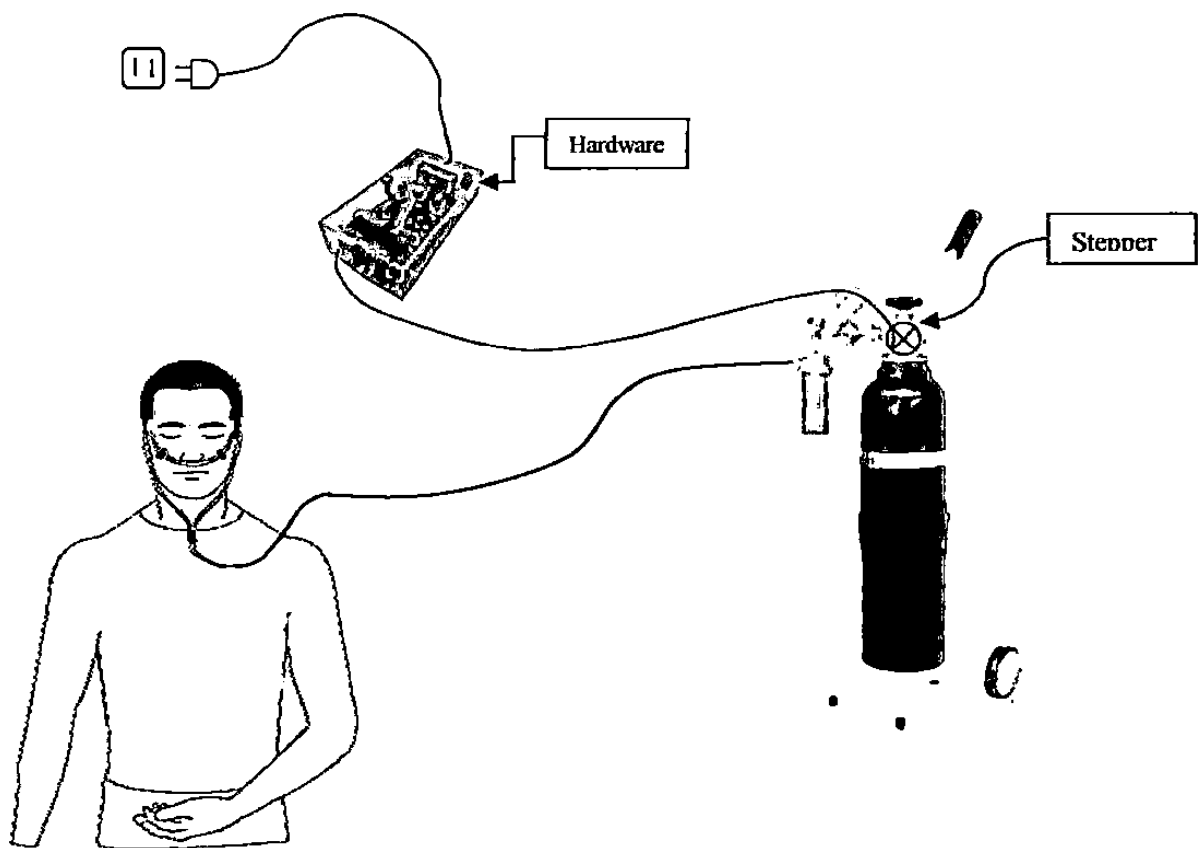


BAB 3

PERANCANGAN, PEMBUATAN, DAN PENGUJIAN

3.1 Perancangan Alat

3.1.1 Rancangan Penerapan

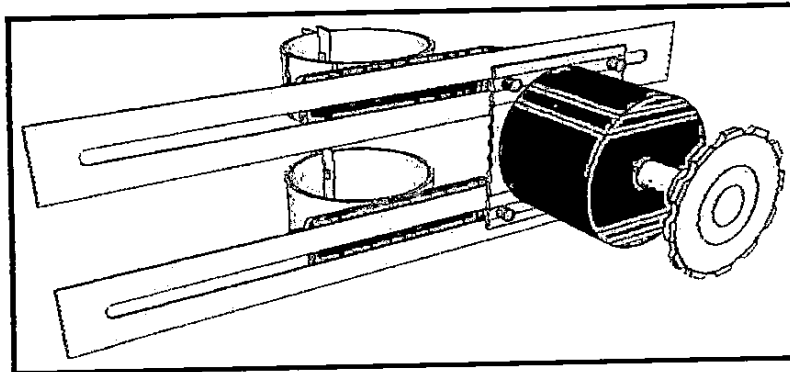


Cambar 3.1 Skema rancangan penerapan



Gambar 3.5 *Valve* volume tabung oksigen

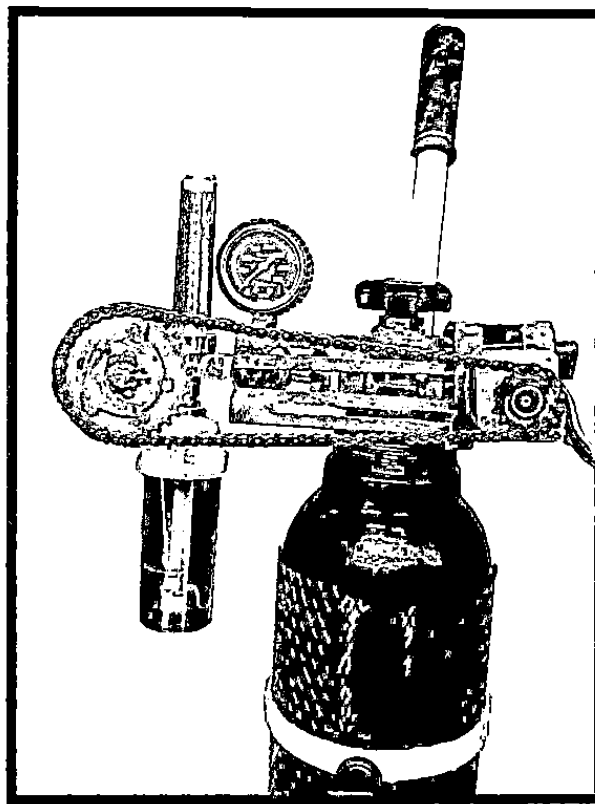
Pengelasan yang dilakukan pada keran volume tabung oksigen terbilang cukup rumit (Gambar 3.5). Dibutuhkan kecermatan untuk memasang baut pada posisi yang lurus.



Gambar 3.6 Mekanik rel geser motor *stepper*

Mekanik rel geser motor *stepper* dibuat untuk mempermudah pengguna dalam mengaplikasikan alat. Rel dirancang agar mudah untuk dilepas dan dipasang (lihat Gambar 3.6). Selain itu, rel ini juga berguna untuk mengatur posisi motor *stepper* sesuai dengan keinginan pengguna.

Setelah semua komponen mekanik selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah penggabungan komponen-komponen tersebut. Seperti terlihat pada Gambar 3.7, susunan lengkap bagian mekanik ini dapat diaplikasikan ke semua model tabung oksigen dan berbagai macam regulator tabung.



Gambar 3.7 Susunan lengkap mekanik tabung oksigen

3.2.2 *Software* (Perangkat Lunak)

Software dibutuhkan agar mikrokontroler dapat bekerja seperti yang dikehendaki. Langkah awal dalam pembuatan *software* adalah menganalisa rancangan *hardware* dengan memperhatikan segala macam kemungkinan yang terjadi. Namun tidak semua kemungkinan itu dapat dikenali sejak awal, sehingga pembuatan *software* ini tidak bisa dilakukan sekali jadi, tetapi harus melalui

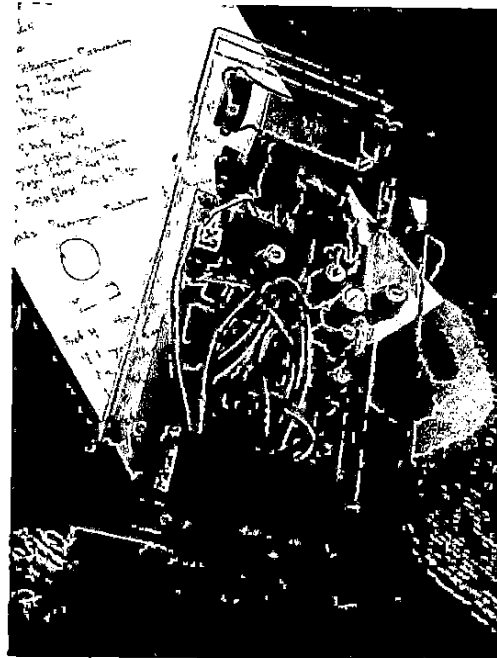
proses *trial and error*. Listing lengkap dari *software* ini diberikan pada bagian Lampiran.

3.3 Pengujian Alat

Pengujian alat bertujuan untuk mengetahui kinerja dari alat yang telah dibuat. Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini akan menjadi acuan layak-tidaknya alat ini untuk digunakan oleh pengguna (dalam hal ini adalah para petugas kesehatan). Pengujian alat ini terdiri atas 2 bagian, yaitu:

- a. Pengujian terhadap *Control Unit*.
- b. Pengujian terhadap mekanik tabung oksigen.

3.3.1 Pengujian terhadap *Control Unit*



Gambar 3.8 *Control Unit*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji keakuratan volume oksigen dan jangka waktu pemberian oksigen yang diatur oleh *control unit*. Hal ini berkaitan dengan resep yang diberikan oleh dokter kepada pasien yang menjalani terapi oksigen, yang berisi volume oksigen dan jangka waktu pemberiannya.

Cara pengujian ialah dengan memberikan masukan nilai volume sebesar 1-5 liter dan jangka waktu pemberian sebesar 1 sampai 10 menit. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Volume (liter)	Waktu (menit)	Keterangan
1-2-3-4-5	1	Berhasil
	2	Berhasil
	3	Berhasil
	4	Berhasil
	5	Berhasil
	6	Berhasil
	7	Berhasil
	8	Berhasil
	9	Berhasil
	10	Berhasil

Tabel 3.1 Hasil pengujian terhadap *control unit*

Data dari tabel di atas menunjukkan bahwa alat ini dapat berfungsi dengan baik (setidaknya dalam batas-batas volume dan jangka waktu yang diujikan) untuk melayani pemberian resep dengan cara yang terkontrol secara otomatis.

3.3.2 Pengujian terhadap Mekanik Tabung Oksigen

Pengujian ini dilakukan untuk menguji ketepatan volume oksigen yang ditentukan dengan alat, dan membandingkannya dengan ketepatan volume oksigen yang ditentukan secara manual.

Untuk pengujian secara manual, caranya ialah keran tabung oksigen diputar oleh seorang operator, sambil operator tersebut membaca besarnya volume gas melalui indikator yang tersedia di tabung gas. Untuk pengujian dengan alat, caranya ialah dengan memasukkan volume yang diinginkan melalui *keypad*, lalu dibaca besarnya volume gas melalui indikator yang tersedia di tabung gas.

Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3.2 (untuk penentuan secara manual) dan Tabel 3.3 (untuk penentuan dengan alat).

Nilai yang ditentukan (liter)	Nilai Terbaca (liter)				
	I	II	III	IV	V
1	1,1	1	1,1	1	1
2	2	2,1	2,1	2,1	2
3	2,9	3,1	3	3	2,9
4	4	4	4,1	4,1	4
5	5,1	5,1	4,9	5	5

Tabel 3.2 Hasil pengujian penentuan volume oksigen secara manual

Berdasarkan tabel 3-2, rerata dari tiap-tiap pengujian tersebut adalah sebagai berikut.

Volume 1 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{\text{I}+\text{II}+\text{III}+\text{IV}+\text{V}}{5} = \frac{1,1+1+1,1+1+1}{5} = \frac{5,2}{5} = 1,04 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = \pm 0,04 \text{ liter}$$

Volume 2 liter

$$\text{I}+\text{II}+\text{III}+\text{IV}+\text{V} \quad 2+2,1+2,1+2,1+2 \quad 10,3$$

Volume 3 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{\text{I}+\text{II}+\text{III}+\text{IV}+\text{V}}{5} = \frac{2,9+3,1+3+3+2,9}{5} = \frac{14,9}{5} = 2,98 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = \pm 0,02 \text{ liter}$$

Volume 4 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{\text{I}+\text{II}+\text{III}+\text{IV}+\text{V}}{5} = \frac{4+4+4,1+4,1+4}{5} = \frac{20,2}{5} = 4,04 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = \pm 0,04 \text{ liter}$$

Volume 5 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{\text{I}+\text{II}+\text{III}+\text{IV}+\text{V}}{5} = \frac{5,1+5,1+4,9+5+5}{5} = \frac{25,1}{5} = 5,02 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = \pm 0,02 \text{ liter}$$

Selisih yang terdapat pada pengujian secara manual ini disebabkan karena

1. Ketidaktepatan pengukuran volume ini hanya menggunakan indera atau

Masukan <i>Controller</i> (liter)	Nilai Terbaca (Pengujian)				
	I	II	III	IV	V
1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
3	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
4	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
5	5	5	5	5	5

Tabel 3.3 Hasil pengujian penentuan volume oksigen menggunakan alat

Berdasarkan Tabel 3.3, rerata dari tiap-tiap pengujian tersebut adalah sebagai berikut.

Volume 1 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{I+II+III+IV+V}{5} = \frac{1,1+1,1+1,1+1,1+1,1}{5} = \frac{5,5}{5} = 1,1 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = \pm 0,1 \text{ liter}$$

Volume 2 liter

$$I+II+III+IV+V \quad 2,1+2,1+2,1+2,1+2,1 \quad 10,5$$

Volume 3 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{I+II+III+IV+V}{5} = \frac{3+3+3+3+3}{5} = \frac{15}{5} = 3 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = 0$$

Volume 4 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{I+II+III+IV+V}{5} = \frac{3,9+3,9+3,9+3,9+3,9}{5} = \frac{19,5}{5} = 3,9 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = \pm 0,1$$

Volume 5 liter

$$\text{Nilai Rerata} = \frac{I+II+III+IV+V}{5} = \frac{5+5+5+5+5}{5} = \frac{25}{5} = 5 \text{ liter}$$

$$\text{Nilai Selisih} = 0$$

Saat pengujian dengan menggunakan alat, terdapat selisih yang lebih besar daripada selisih ketika dilakukan pengujian secara manual. Selisih yang lebih besar ini disebabkan karena ulir yang terdapat pada *valve* tabung oksigen adalah ulir yang khusus, sehingga ketika dijalankan dengan menggunakan *stepper* tingkat linearitasnya menjadi berbeda.

Pada motor *stepper* yang digunakan, besar putaran untuk tiap *step* adalah $1,8^\circ$. Hal ini tidak mewakili nilai putaran yang ada pada ulir *valve*. Misal, untuk

... dan ...

Berikut adalah perhitungan banyaknya step terhadap jumlah liter yang dihasilkan:

$$1 \text{ liter} = 8 \text{ step}$$

$$1 \text{ step} = 1,8^\circ$$

$$\text{Maka: } 1 \text{ liter} = 8 * 1,8 = 14,4^\circ$$

$$2 \text{ liter} = 2 * 8 \text{ step} = 2 * 14,4^\circ = 28,8^\circ$$

$$3 \text{ liter} = 3 * 8 \text{ step} = 3 * 14,4^\circ = 43,2^\circ$$

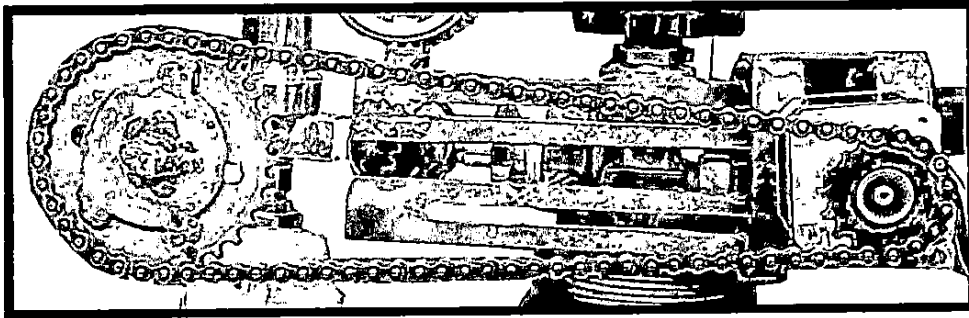
$$4 \text{ liter} = 4 * 8 \text{ step} = 4 * 14,4^\circ = 57,6^\circ$$

$$5 \text{ liter} = 5 * 8 \text{ step} = 5 * 14,4^\circ = 72^\circ$$

Perubahan nilai volume pada tiap liter, selain diakibatkan oleh linieritas putaran yang kurang, juga diakibatkan oleh tekanan tabung gas. Semakin tinggi volume yang diinginkan, maka bola indikator akan semakin ringan.

Selain itu, salah satu keunggulan alat ini adalah, ketika pengguna telah melakukan pemberian terapi, pengguna tidak perlu lagi memikirkan saat untuk menghentikan terapi tersebut karena alat ini telah dilengkapi dengan *timer* yang

11.1. ... untuk berhenti di saat yang telah ditentukan



Gambar 3.9 Rantai kamprat dan gir kamprat

Pada Gambar 3.9 di atas dapat dilihat bahwa perbandingan diameter gir yang digunakan adalah 1:2, yang memungkinkan motor *stepper* menghasilkan torsi yang lebih besar dibandingkan dengan torsi pada keadaan normal.

Diketahui: $D1 = 3,5\text{cm}$

$$D2 = 7\text{cm}$$

Maka:

$$\begin{aligned}\text{Keliling } D1 &= 2\pi \\ &= 2 * 3,14 * 1,75 \\ &= 10,99\text{cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Keliling } D2 &= 2\pi \\ &= 2 * 3,14 * 3,5 \\ &= 21,98\text{cm}\end{aligned}$$