

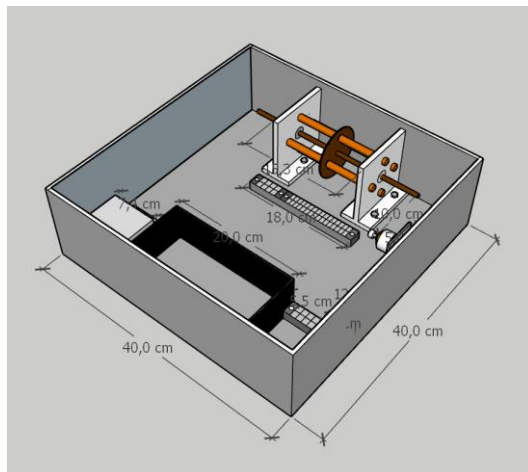
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

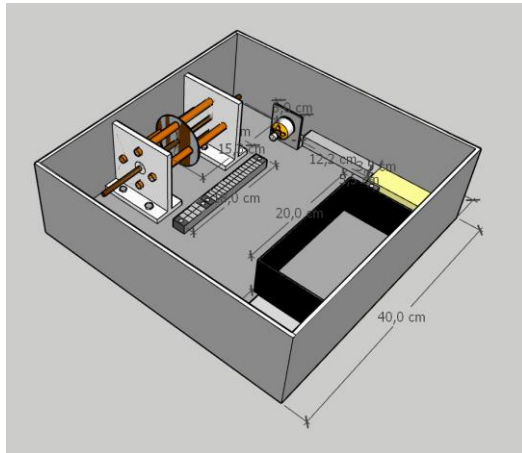
#### 4.1 Hasil Rancang Bangun

Telah dibuat sebuah sistem untuk pengereman motor BLDC menggunakan rem magnetik yang dikontrol dengan metode kontrol PWM. Pada sistem ini juga menggunakan sensor kecepatan untuk mendeteksi kecepatan motor BLDC saat sebelum dilakukan pengereman maupun sesudah. Untuk mengetahui pembacaan arus pada rem magnetik digunakannya sensor arus untuk mengidentifikasi. Hasil dari pengereman yang dilakukan akan ditampilkan di LCD.

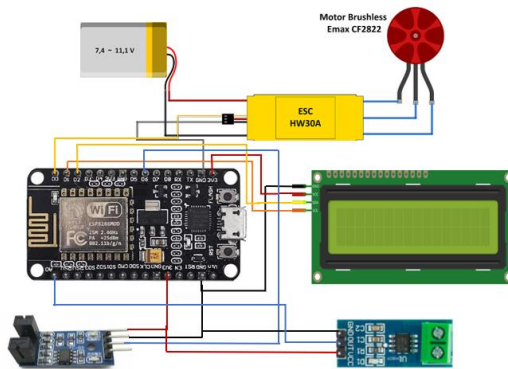
Pada pembuatan sistem ini digunakan bahan akrilik yang dibentuk kotak, terdapat *black box* untuk meletakkan komponen elektronik. Dan motor sebagai penggerak yang diletakkan pada sisi kanan rem magnetik. Motor tersebut disambung dengan puley yang terpasang dengan poros pada rem magnetik. Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 merupakan hasil visualisasi dari pembuatan sistem pengereman magnetik pada motor BLDC. Gambar 4.3 menunjukkan desain wiring pengereman magnetic motor BLDC.



**Gambar 4. 1** Tampak Kanan Perancangan Rem Magnetik Motor BLDC



**Gambar 4. 2** Tampak Kiri Perancangan Rem Magnetik Motor BLDC



**Gambar 4. 3** Desain Wiring rPengereman Motor BLDC

## 4.2 Pengujian

Setelah semua komponen diimplementasikan maka proses pengujian bisa dilakukan, pengujian dilakukan untuk memastikan alat bekerja dengan baik sebagaimana mestinya agar data yang diperoleh saat diujikan mendapatkan hasil yang maksimal. Pengujian dilakukan dengan menginput nilai *duty cycle* yang di konversikan menjadi nilai desimal 8-bit yaitu dari 25-255. Pada tahap ini pengujian dilakukan pada keakuratan pembacaan sensor kecepatan dan sensor arus serta pengujian pada rem magnetik.

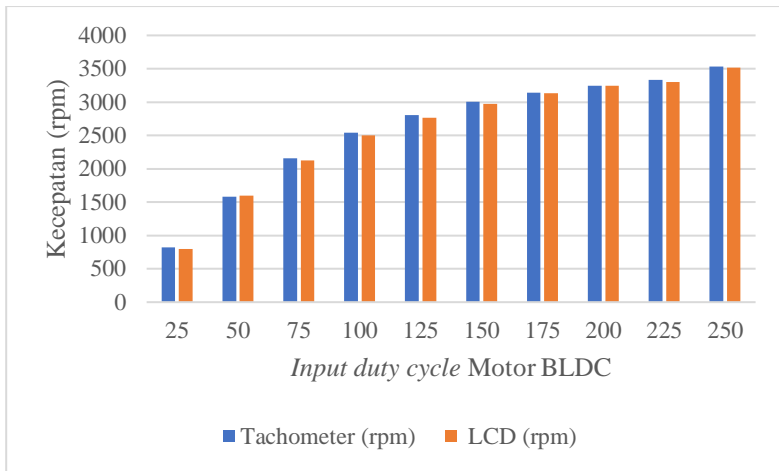
### 4.2.1 Pengujian Sensor Rotary Encoder

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan motor BLDC tanpa beban rem magnetik dan dibandingkan dengan pembacaan alat ukur. Pengujian ini dilakukan untuk mengkalibrasi dengan membandingkan nilai yang terukur dari alat ukur dan tampilan pada LCD untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak.

**Tabel 4. 1** Kalibrasi sensor *Rotary Encoder*

No	Input <i>Duty Cycle</i> Motor BLDC (%)	Tachometer (rpm)	LCD (rpm)	Error (%)
1.	25	825	799	3,15%
2.	50	1580	1596	1,01%
3.	75	2158	2126	1,48%
4.	100	2541	2500	1,61%
5.	125	2809	2766	1,53%
6.	150	3005	2971	1,13%
7.	175	3137	3136	0,03%
8.	200	3244	3245	0,03%
9.	225	3335	3298	1,10%
10	250	3529	3514	0,42%
			Rata-rata	0,94%

Berdasarkan Tabel 4.1 bisa diperoleh nilai eror dari perhitungan antara alat ukur dan tampilan pada LCD. Pada pengujian yang tertera dapat dilihat bahwa hasil pengukuran sensor dan alat ukur menghasilkan nilai rata-rata eror 0,94%. Hal ini menunjukkan akurasi ketepatan pembacaan sensor adalah 99,06%. Grafik pengujian sensor *rotary encoder* dapat dilihat pada Gambar 4.3. Indikator warna oranye untuk pembacaan LCD dan indikator warna biru untuk pembacaan alat ukur Tachometer



**Gambar 4. 4** Grafik Kalibrasi Sensor *Rotary Encoder*

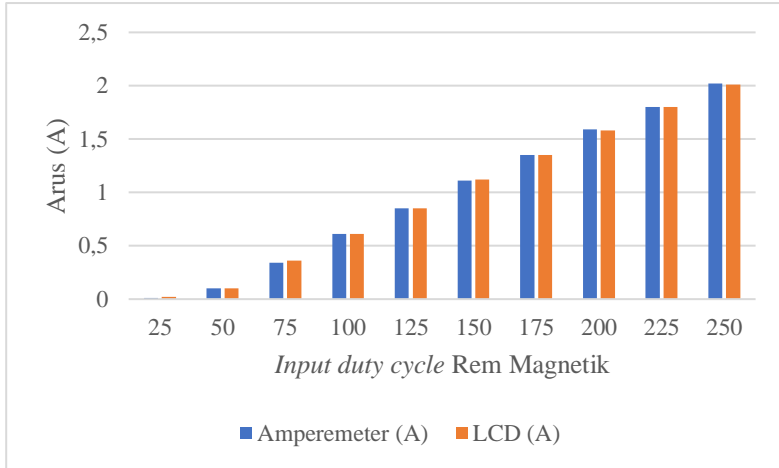
#### 4.2.2 Pengujian Sensor Arus ACS712

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui arus yang berada pada rem magnetik dan dibandingkan dengan pembacaan alat ukur. Pengujian ini dilakukan untuk mengkalibrasi dengan membandingkan nilai yang terukur dari alat ukur dan tampilan pada LCD untuk mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak.

**Tabel 4. 2** Kalibrasi Sensor ACS712

No.	Input <i>Duty Cycle</i> Rem (%)	Amperemeter (A)	LCD (A)	Error ( %)
1	25	0,01	0,02	0,5%
2	50	0,10	0,10	0 %
3	75	0,34	0,36	0,05%
4	100	0,61	0,61	0 %
5	125	0,85	0,85	0 %
6	150	1,11	1,12	0,08%
7	175	1,35	1,35	0 %
8	200	1,59	1,58	0,006 %
9	225	1,80	1,80	0 %
10	250	2,02	2,01	0,004 %
			Rata-rata	0,064%

Tabel 4.2 diperoleh nilai eror dari sensor arus ACS712, hal ini merupakan kalibrasi sensor yang dilakukan dengan membandingkan nilai keluaran dari alat ukur dan tampilan di LCD. Dari hasil tersebut sensor arus ACS712 memiliki sensitifitas yang baik. Kalibrasi sensor ini dilakukan dengan cara mengatur tegangan pada *driver* rem magnetik yang telah disambungkan dengan sensor ACS712. Dari data diatas dihasilkan akurasi ketepatan pembacaan sensor sebesar 99,44%. Grafik pengujian sensor arus dapat dilihat pada Gambar 4.4. . Indikator warna oranye untuk pembacaan LCD dan indikator warna biru untuk pembacaan alat ukur Aperemeter.



**Gambar 4. 5** Grafik Kalibrasi Sensor Arus

#### 4.2.3 Rem Magnetik pada Kecepatan 1500 rpm

Pada pengujian ini diatur menggunakan *driver* rem magnetik yang dikendalikan melalui push button dengan mengatur tegangan yang diatur dari *input duty cycle* yang dikonversikan ke desimal dari rentang 25 sampai 250.

**Tabel 4. 3** Rem Magnetik pada 1500 rpm

No	Input Duty Cycle Rem (%)	Kecepatan (rpm)	Arus (A)
1	25	1488	0,02
2	50	1488	0,10
3	75	1470	0,35
4	100	1435	0,61
5	125	1383	0,85
6	150	1382	1,11
7	175	1329	1,35
8	200	1327	1,58

9	225	1277	1,80
10	250	1275	2,01

Tabel 4.3 pengujian rem magnetik dengan kecepatan awal 1500 rpm dilakukan untuk menentukan kemampuan arus eddy pada lilitan dengan mengatur *driver* rem magnetik untuk mengurangi kecepatan pada motor BLDC. Hasil dari tabel diatas terlihat saat input rem magnetik ditambah maka arus akan bertambah pula dan kecepatan motor berkurang. Dalam pengujian ini pengereman yang dihasilkan lebih maksimal dibandingkan dengan pengujian saat rpm motor BLDC dalam kecepatan tinggi.

#### 4.2.4 Rem Magnetik pada Kecepatan 2000 rpm

Pada pengujian motor BLDC diatur menggunakan ESC (*Electronic Speed Controller*) dengan mengatur kecepatan sesuai dengan yang diinginkan, pengaturan yang dilakukan menggunakan *push button* untuk pengereman dilakukan dengan *driver* rem magnetik dengan mengatur tegangan dari *input* 25 – 250.

**Tabel 4. 4** Rem Magnetik pada 2000 rpm

No	Input Duty Cycle Rem (%)	Kecepatan (rpm)	Arus (A)
1	25	2028	0,02
2	50	2020	0,10
3	75	2002	0,35
4	100	1979	0,61
5	125	1972	0,85
6	150	1917	1,11
7	175	1915	1,35
8	200	1861	1,58
9	225	1803	1,80
10	250	1803	2,01

Tabel 4.4 pengujian rem magnetik dengan kecepatan awal motor BLDC 2000 RPM dengan mengatur *input* pada driver rem magnetik, pada pengujian ini dapat dijelaskan bahwa saat arus bertambah 0,20 sampai 0,30 kecepatan motor BLDC akan berkurang. Hal ini dikarenakan terjadi penambahan tegangan saat dilakukan pengereman menggunakan rem magnetik. Terlihat pada input 150 kecepatan motor berkurang dari 2000 RPM menjadi 1917 RPM, hal ini menunjukkan bahwa pengereman dapat dilakukan menggunakan rem magnetik ini.

#### 4.2.5 Rem Magnetik pada Kecepatan 2500 rpm

Pada pengujian motor BLDC diatur menggunakan ESC (*Electronic Speed Controller*) dengan mengatur kecepatan sesuai dengan yang diinginkan, pengaturan yang dilakukan menggunakan *push button* untuk pengereman dilakukan dengan *driver* rem magnetik dengan mengatur tegangan dari *input* 25 – 250.

**Tabel 4. 5** Rem Magnetik pada 2500 rpm

No	Input <i>Duty Cycle</i> Rem (%)	Kecepatan (rpm)	Arus (A)
1	25	2484	0,02
2	50	2479	0,10
3	75	2425	0,35
4	100	2423	0,61
5	125	2368	0,85
6	150	2366	1,11
7	175	2310	1,35
8	200	2303	1,58
9	225	2256	1,80
10	250	2211	2,01

Tabel 4.5 pengujian rem magnetik dengan kecepatan awal motor BLDC 2500 rpm dengan mengatur input pada *driver* rem magnetic. Pada pengujian ini dapat dilihat saat input *driver* rem pada 100% atau 250



kecepatan motor BLDC berkurang dari 2500 menjadi 2211 dan arus bertambah. Hal ini dikarenakan adanya kenaikan tegangan dan arus pada rangkaian *driver* rem magnetik yang membuat medan magnet menjadi lebih besar.

#### 4.2.6 Rem Magnetik pada Kecepatan 3000 rpm

Pada pengujian motor BLDC diatur menggunakan ESC (*Electronic Speed Controller*) dengan mengatur kecepatan sesuai dengan yang diinginkan, pengaturan yang dilakukan menggunakan *push button* untuk pengereman dilakukan dengan *driver* rem magnetik dengan mengatur tegangan dari *input* 25 – 250.

**Tabel 4. 6** Rem Magnetik pada 3000 rpm

No	Input <i>Duty Cycle</i> Rem (%)	Kecepatan (rpm)	Arus (A)
1	25	2989	0,02
2	50	2986	0,10
3	75	2986	0,35
4	100	2943	0,61
5	125	2930	0,85
6	150	2879	1,11
7	175	2873	1,35
8	200	2867	1,58
9	225	2820	1,80
10	250	2812	2,01

Tabel 4.6 pengujian rem magnetik dengan kecepatan awal 3000 rpm dilakukan untuk menentukan kemampuan arus eddy sebagai penghasil medan magnet pada rem ini. Dalam percobaan ini dapat dilihat bahwa saat arus bertambah maka kecepatan motor berkurang, hal ini terjadi karena tegangan dan arus yang diatur dengan memasukan input pada *push button* oleh karena itu medan magnet pada lilitan bertambah dan arus bertambah, maka kecepatan motor berkurang karena adanya beban yang ditanggung motor.