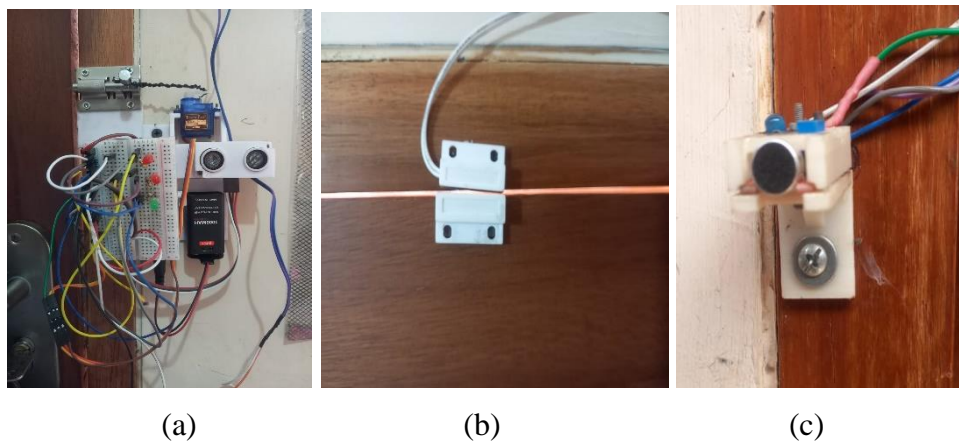


## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Gambar Hasil

Dibawah ini merupakan gambar hasil alat yang sudah dibuat pada penelitian yang berisi sensor ultrasonik, motor servo, kunci slot beserta penghubung, Arduino, *breadboard* dan baterai (lihat gambar a), *magnetic switch* (lihat gambar b) dan sensor suara (lihat gambar c).

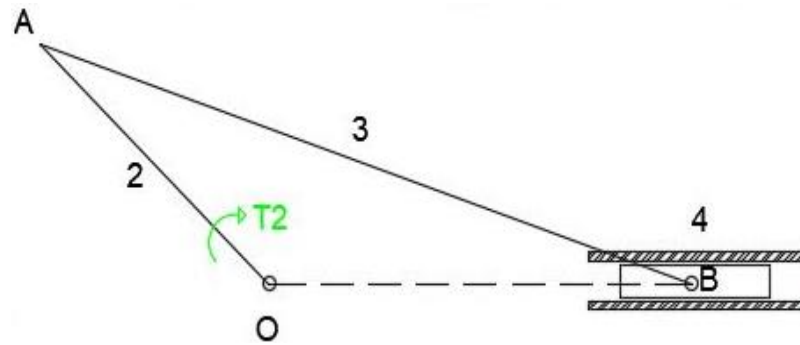


**Gambar 4.1** (a) Gambar hasil alat di dalam ruangan, (b) Gambar hasil magnetic switch pada kusen dan pintu, (c) gambar hasil alat di luar ruangan

Secara singkat mekanisme alat ini dapat membuka kunci slot dengan memanfaatkan sensor suara pada bagian luar ruangan dengan mendeteksi tepukan tangan dan sensor ultrasonic pada bagian dalam ruangan dengan mendeteksi 2 kali lambaian tangan serta *magnetic switch* pada bagian dalam ruangan dengan mendeteksi kondisi pintu tertutup yang mengakibatkan kunci slot menutup dengan menggerakkan motor servo.

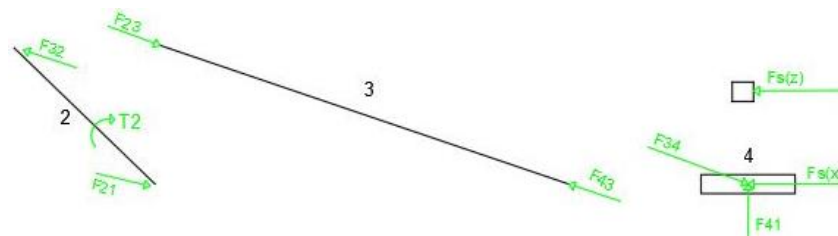
## 4.2 Perhitungan

Sebelum melakukan perhitungan, langkah pertama adalah menganalisis gaya-gaya yang bekerja pada kunci slot berdasarkan gambar mekanisme *crank slider* berikut dengan analisis statis mekanisme 4 batang.



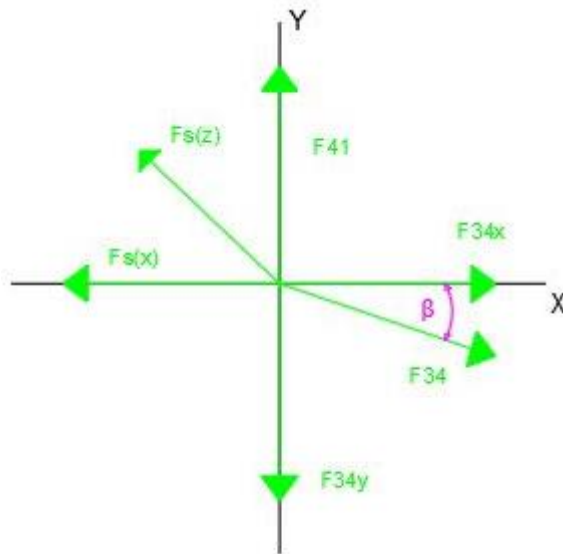
**Gambar 4.2** Skema mekanisme slot kunci

Berdasarkan gambar skema diatas, selanjutnya adalah membuat diagram benda bebas pada mekanisme slot kunci dengan asumsi massa pada tiap batang diabaikan karena nilainya yang sangat rendah serta berdimensi kecil agar mempermudah dalam menganalisisnya.



**Gambar 4.3** Diagram benda bebas pada mekanisme slot kunci

Setelah mengetahui diagram benda bebas pada tiap batang dari mekanisme slot kunci, kemudian menganalisis vektor gaya pada batang dengan jumlah variabel vektor gaya yang belum diketahui paling sedikit. Dikarenakan batang 2 dan 3 memiliki 2 gaya yang tidak diketahui maka batang 4 yang akan di analisis terlebih dahulu.



**Gambar 4.4** Vektor gaya-gaya pada batang 4.

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa gaya  $F_{34}$  diuraikan berdasarkan sumbu x juga y menjadi gaya  $F_{34x}$  serta  $F_{34y}$ . Dimana gaya  $F_{34}$  didapatkan dari penjumlahan gaya  $F_{41}$ ,  $F_{s(x)}$ ,  $F_{s(z)}$  dengan cosinus sudut *beta*. Selanjutnya adalah mencari nilai  $F_s(x)$  yang berupa gaya gesek statis antara slot kunci dan *housing* bagian bawah dengan material baja yang memiliki koefisien gesek 0.96.

$$\Sigma F_x = F_s(x) = 0 \quad (4.1)$$

$$F_s(x) = \mu_s \times W$$

$$F_s(x) = \mu_s \times m \times g$$

$$F_s(x) = 0.96 \times 0.015 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$F_s(x) = 0.141 \text{ N}$$

Selanjutnya adalah mencari nilai  $F_{41}$  yang berupa gaya normal pada *handle* yang terhubung dengan slot kunci dengan rumus berikut.

$$\Sigma F_y = F_{41} = N = m \times g \quad (4.2)$$

$$F_{41} = 0.015 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^2$$

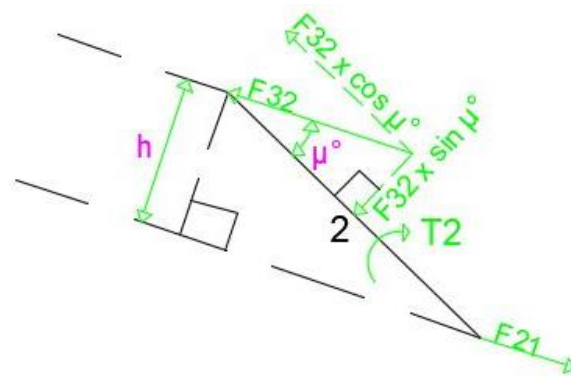
$$F_{41} = 0.147 \text{ N}$$



Setelah mendapat nilai sudut  $\beta^\circ$ , maka selanjutnya melakukan perhitungan mencari nilai gaya  $F_{34} = F_{32}$  dengan persamaan berikut

$$F_{34} = \frac{\Sigma F}{\cos \beta^\circ} \quad (4.9)$$

Pada Gambar 4.3 diatas dapat dilihat bahwa  $F_{32}$  merupakan reaksi dari  $F_{34}$  yang mana hanya arah gayanya saja yang berlawanan namun nilai gayanya tetap sama sehingga torsi pada batang 2 dapat diketahui berdasarkan gaya tegak lurus terhadap jari-jari putar yang dijelaskan pada gambar berikut.



**Gambar 4.6** Skema torsi batang 2

$$T_2 = F_{34} \sin \mu^\circ \times r \quad (4.10)$$

$$\mu^\circ = \alpha^\circ - \sigma^\circ \quad (4.11)$$

$$Safety\ Factor\ Motor = \frac{Torsi\ Max}{Torsi\ Kerja} \quad (4.12)$$

**Tabel 4.1** Hasil Perhitungan Torsi dengan variasi sudut inisial  $5^\circ$  sampai  $90^\circ$

$\phi^\circ$	$\phi'^\circ$	C (mm)	ry (mm)	rx (mm)	B (mm)	$\beta^\circ$	O-O (mm)	Ftotal (N)	$\alpha^\circ$	$\sigma^\circ$	$\mu^\circ$	$\sin \mu^\circ$	Ftotal $\sin \mu^\circ$	T2 (Nm)	SF Motor
5	175	55	1.1	13.0	1.1	1.2	42.0	0.429	88.8	85.0	3.8	0.07	0.03	0.00037	476.329
10	170		2.3	12.8	2.3	2.4	42.2	0.429	87.6	80.0	7.6	0.13	0.06	0.00074	238.281
20	160		4.4	12.2	4.4	4.6	42.6	0.430	85.4	70.0	15.4	0.26	0.11	0.00148	119.401
30	150		6.5	11.3	6.5	6.8	43.4	0.432	83.2	60.0	23.2	0.39	0.17	0.00221	79.9576
40	140		8.4	10.0	8.4	8.7	44.4	0.434	81.3	50.0	31.3	0.52	0.23	0.00293	60.4484
50	130		10.0	8.4	10.0	10.4	45.7	0.436	79.6	40.0	39.6	0.64	0.28	0.00361	49.0001
60	120		11.3	6.5	11.3	11.8	47.3	0.438	78.2	30.0	48.2	0.75	0.33	0.00425	41.6796
70	110		12.2	4.4	12.2	12.8	49.2	0.440	77.2	20.0	57.2	0.84	0.37	0.00481	36.8278
80	100		12.8	2.3	12.8	13.5	51.2	0.441	76.5	10.0	66.5	0.92	0.40	0.00526	33.6471
90	90		13.0	0.0	13.0	13.7	53.4	0.442	76.3	0.0	76.3	0.97	0.43	0.00558	31.7375

**Tabel 4.2** Hasil Perhitungan Torsi dengan variasi sudut inisial 95° sampai 150°

95	85	55	13.0	1.1	13.0	13.6	53.5	0.4	76.4	5.0	81.4	0.99	0.44	0.00567	31.1975
100	80		12.8	2.3	12.8	13.5	53.5	0.4	76.5	10.0	86.5	1.00	0.44	0.00572	30.9221
105	75		12.6	3.4	12.6	13.2	53.5	0.4	76.8	15.0	91.8	1.00	0.44	0.00573	30.9146
110	70		12.2	4.4	12.2	12.8	53.6	0.4	77.2	20.0	97.2	0.99	0.44	0.00568	31.1884
115	65		11.8	5.5	11.8	12.4	53.7	0.4	77.6	25.0	102.6	0.98	0.43	0.00557	31.7695
120	60		11.3	6.5	11.3	11.8	53.8	0.4	78.2	30.0	108.2	0.95	0.42	0.00541	32.6992
130	50		10.0	8.4	10.0	10.4	54.1	0.4	79.6	40.0	119.6	0.87	0.38	0.00493	35.8864
140	40		8.4	10.0	8.4	8.7	54.4	0.4	81.3	50.0	131.3	0.75	0.33	0.00424	41.7302
150	30	6.5	11.3	6.5	6.8	54.6	0.4	83.2	60.0	143.2	0.60	0.26	0.00336	52.6265	

Dari tabel diatas merupakan nilai torsi berdasarkan perhitungan dengan analisis statis, nilai torsi terbesar adalah pada sudut inisial 105° dengan nilai 0.00573 Nm sedangkan torsi maksimum dari servo senilai 1.8 Kgf cm atau sama dengan 0.177 Nm sehingga nilai *Safety Factor* dengan nilai 30.9 yang mana sangat besar atau nilai torsi kerja masih lebih kecil dari nilai torsi maksimum servo dari mekanisme pengunci pintu sehingga alat pengunci pintu dapat digunakan dengan baik.

### 4.3 Hasil Pengujian

Berikut merupakan hasil pengujian yang berupa data dari tiap penggunaan sensor dan *switch* diantaranya:

#### 1. Sensor Ultrasonic

Hasil pengujian jarak yang terbaca dengan jarak sebenarnya menggunakan sensor ultrasonik termuat dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Sensor Ultrasonik

Jarak Sebenarnya (cm)	Jarak Pembacaan Sensor (cm)
5	5
10	10
15	15
20	20
25	25

## 2. Sensor Suara

Hasil pengujian sensor suara terhadap jarak dan jumlah tepukan dengan sepuluh kali pengujian yang termuat dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian Sensor Suara

Jarak (cm)	Jumlah Tepukan
5	1
	3
	4
	2
	1
	2
	4
	2
	3
	2
20	8
	8
	8
	7
	8
	9
	8
	9
	7
	8

## 3. *Magnetic Switch*

Hasil pengujian jarak efektif penggunaan *magnetic switch* termuat dalam tabel dibawah ini.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian *Magnetic Switch*

Jarak	Berfungsi
1mm	Ya
5mm	Ya
10mm	Ya
12mm	Tidak
15mm	Tidak

#### 4.4 Analisis Hasil

Setelah dilakukan perakitan, pengujian alat dan pengambilan data, kemudian dilakukan analisis hasil yang berisi sebagai berikut:

1. Sensor suara dapat bekerja dengan baik, namun untuk mengatur tingkat sensitifitas masih secara manual yaitu dengan memutar *knob* resistor. Sensor tersebut sangat sensitif terhadap kebisingan suara dan aliran angin sehingga data jumlah tepukan yang didapat tidak konsisten atau berubah sesuai kondisi lingkungan. Hal ini mengakibatkan ketidaksesuaian pembacaan input sehingga berdampak pada waktu penggunaan sensor yang cukup lama.
2. Sensor ultrasonik dapat bekerja dengan baik sesuai kombinasi gerakan lambaian tangan sebanyak dua kali, namun sensor tersebut memiliki batas minimal luas permukaan atau dimensi agar gelombang ultrasonik yang dipancarkan oleh *transmitter* dapat terpantul oleh adanya tangan dan secara bersamaan *receiver* pun dapat menerima pantulan gelombang ultrasonik dengan baik yang mana hal ini berpengaruh pada instalasi sensor dengan posisi vertikal atau horizontal dan ukuran tangan pengguna.
3. Dalam rancangan ini *magnetic switch* berfungsi sebagai pemberi input jika pintu terbuka atau tertutup yang terhubung langsung dan dikontrol dengan mikrokontroler serta diberi masukan program yang mana pada penggunaan sehari-hari hanya sebagai *switch* tunggal tanpa mikrokontroler dan program.
4. Motor Servo DC yang terhubung dengan kunci slot menggunakan mekanisme 4 batang *crank slider* dapat bekerja dengan baik merubah gerakan rotasi pada motor menjadi translasi pada kunci slot dengan variasi sudut inisial, panjang batang 2 ( $r$ ) sebesar 13 mm dan panjang batang 3 sebesar 55 mm. Torsi maksimum ada pada sudut inisial  $105^\circ$ .
5. Pada analisis statis mekanisme ini, besar atau kecilnya nilai torsi ditentukan oleh besar gaya  $F_{32}$ , nilai sinus sudut  $\mu^\circ$  yang berhubungan dengan sudut inisial, serta panjang batang 2 yang menjadi jari-jari pusat putar.