

BAB III

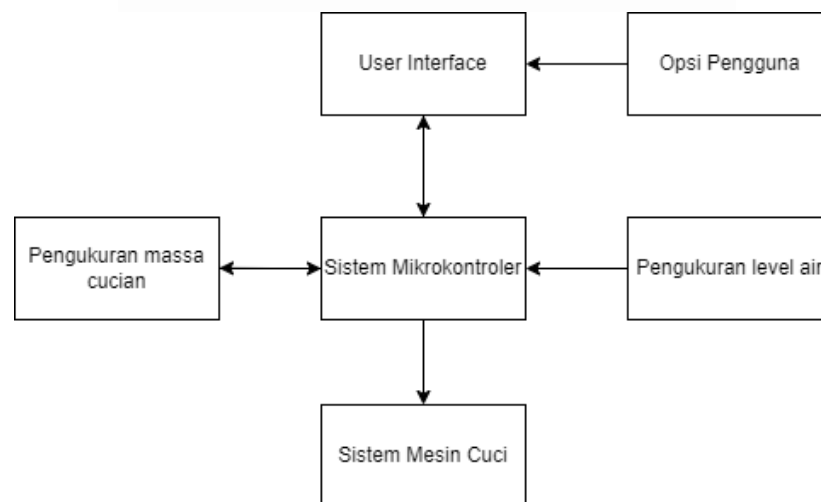
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

3.1 Tinjauan Desain Produk

Keseluruhan sistem produk Pengukuran Massa Cucian Untuk Mesin Cuci Pada Fasilitas *Laundry* Rumah Sakit mencakup tiga subsistem dengan fungsi dan tujuan yang berbeda satu sama lain. Ketiga subsistem mencakup subsistem *user interface*, subsistem prototipe mesin cuci, dan subsistem sensor.

3.1.1 Tinjauan Desain Sistem Secara Umum

Desain sistem secara umum akan menjelaskan mekanisme kerja sistem berdasarkan dengan DFD dan diagram blok sistem yang sudah dirancang. Dalam rangkaian DFD pada gambar di bawah, *input* dari produk berupa adanya cucian yang dimasukkan oleh pengguna ke dalam drum mesin cuci. Cucian tersebut tentunya memiliki massa yang akan menjadi bahan pengukuran oleh sensor berat yang ada dalam prototipe mesin cuci. Kemudian massa cucian yang sudah terukur akan diproses oleh sistem mikrokontroler untuk diteruskan pada *user interface* yang akan menjadi *output* dari sistem produk.



Gambar 3.1 Data *Flow* Diagram Sistem Mesin Cuci

Tabel 3.1 Penjelasan Input/Output Sistem

Parameter	Keterangan
<i>Input</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran massa cucian pada saat cucian berada dalam drum mesin cuci • <i>User interface</i> yang memberikan informasi pilihan dari pengguna untuk pengaturan mesin cuci • Pengukuran level air pada saat cucian akan segera dibersihkan
<i>Output</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Massa cucian yang sudah terukur • Pengoperasian mesin cuci
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> • Mengukur massa cucian yang sudah berada dalam drum mesin cuci sebelum pencucian dilakukan • Mengukur level air yang sudah mengalir di dalam drum mesin cuci • Memberikan informasi terkait kebutuhan pencucian kepada pengguna

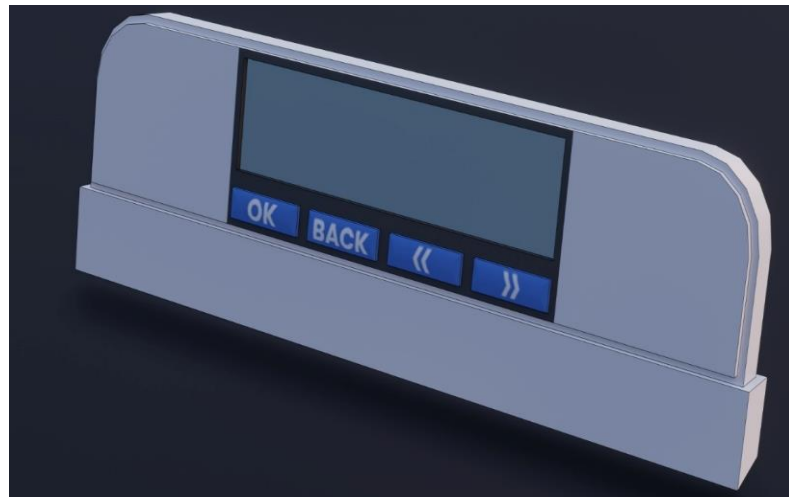
3.1.2 Tinjauan Desain Subsystem

Peninjauan desain subsystem akan menjelaskan secara rinci mengenai mekanisme *input* dan *output*, serta proses yang dilakukan sistem. Desain subsystem juga mencakup desain perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada sistem dengan perincian menggunakan diagram blok dan DFD sistem dilengkapi dengan tabel penjelasan *input* dan *output* subsystem tersebut.

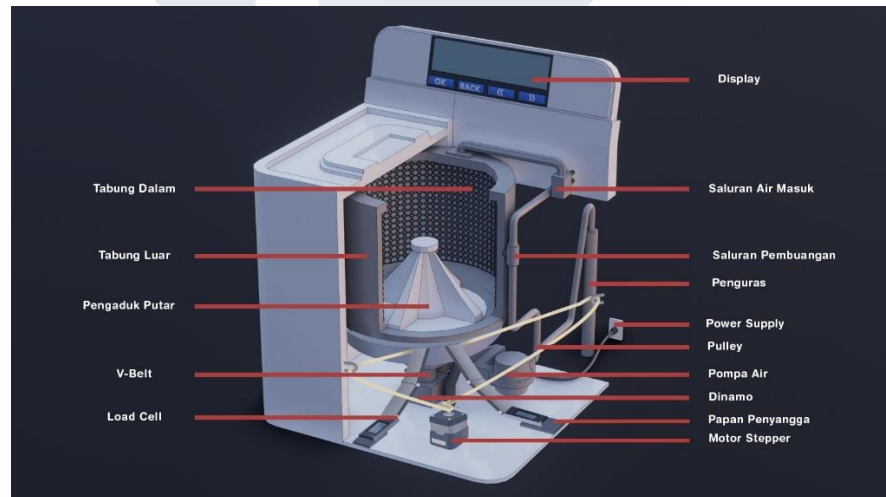
3.1.3 Deskripsi Fisik Sistem

Produk akan di desain dengan menggunakan penggambaran 3D yang akan memuat penempatan komponen penyusun sistem mesin cuci secara keseluruhan. Pada desain, bagian atas akan memuat *user interface* yang terdiri dari *LCD* dan *keypad* sebagai penghubung antara pengguna dan mesin. Desain akan dibuat penggambarannya dengan setengah bagian adalah penampang mesin bagian luar dan setengah bagian merupakan komponen penyusun mesin jika dilihat dari dalam bagian mesin. Pada bagian desain *body* dalam produk, terdapat sebuah

plat memanjang yang menempel pada sensor *load cell*, di mana plat tersebut akan berfungsi sebagai *engage* dan *disengage* yang akan naik membawa sensor menuju drum mesin cuci untuk menimbang dan akan turun untuk mengembalikan sensor ke posisi semula setelah pengukuran massa dilakukan.



Gambar 3.2 Tampak *User Interface* Mesin



Gambar 3.3 Tampak Mesin Bagian *Body* Luar (Bagian Kiri) dan Komponen Penyusun Mesin (Bagian Kanan)

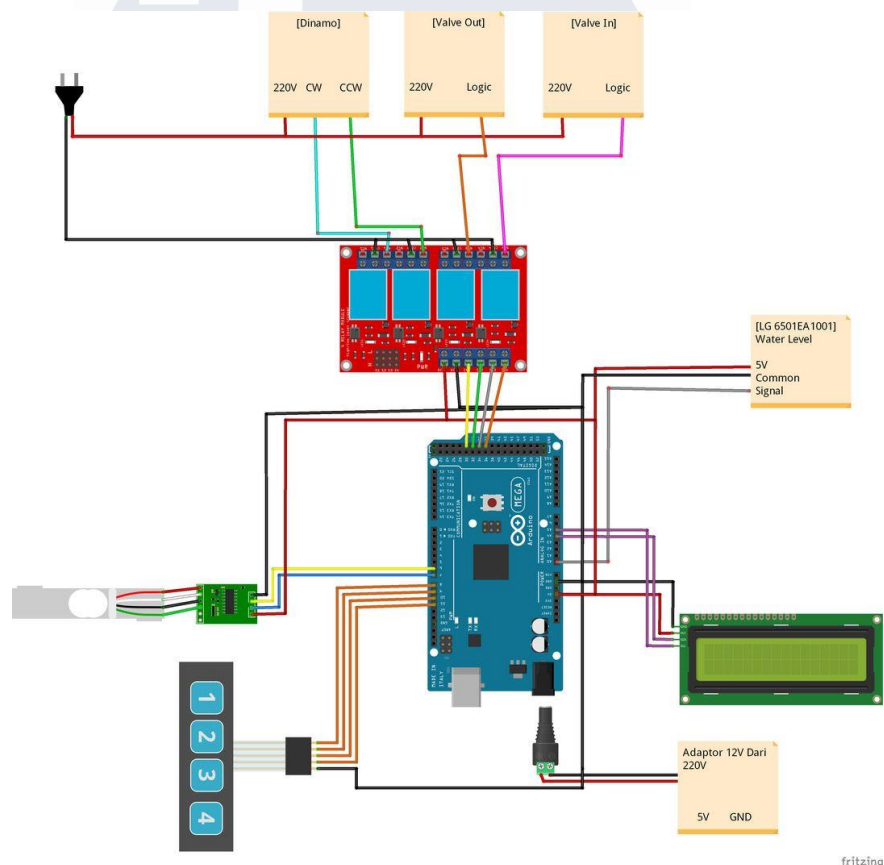
Pada bagian bawah mesin cuci, terdapat sebuah tali yang terhubung pada dinamo *stepper* dan papan aluminium dengan engsel untuk fungsi *engage* dan *disengage* pada proses pengukuran massa *load cell*. Pada fungsi *engage*, dinamo akan menarik tali yang terhubung dengan aluminium untuk mempertegak posisi aluminium agar mampu

menahan beban 5kg pada tabung dan *load cell* akan mengukur massa cucian di dalam tabung. Setelah massa terukur, akan ada fungsi *disengage* di mana dinamo akan mendorong tali yang terhubung dengan aluminium untuk meregangkan posisi aluminium kembali ke posisi semula agar tidak ada beban yang diberikan pada *load cell*. Fungsi engsel pada aluminium adalah untuk mempermudah aluminium bergerak supaya tidak mengganggu fungsi pengukuran pada *load cell*. Pada tabung mesin cuci, akan diberikan sebuah penyangga sebagai tempat aluminium ketika fungsi *engage* dilakukan agar tidak mengganggu tabung pada saat melakukan fungsi pencucian.

3.1.4 Diagram Sistem

Wiring diagram antara komponen yang menyusun produk akan menunjukkan konektivitas antar modul atau komponen dengan lebih spesifik. Pada *wiring diagram* di bawah, semua komponen akan mendapatkan *supply* tegangan dari Arduino yang menjadi pengendali utama sistem, terkecuali dinamo. Sumber tegangan akan menggunakan 12V2A yang berasal dari adaptor untuk diberikan kepada Arduino beserta komponen lain, sedangkan dinamo akan menggunakan sumber tegangan 220V yang akan terhubung melalui *relay*. Sistem akan terlebih dahulu menerima perintah melalui *LCD* yang mendapatkan sumber tegangan 5V dari *GND* Arduino, lalu *SDA* dan *SCL* akan terhubung ke pin A4 dan pin A5 pada Arduino. *Load cell* terhubung dengan HX711 sebagai sinyal *processing* yang akan membantu *load cell* untuk dapat mengukur massa cucian. Pada *load cell*, terdapat sistem *engage* dan *disengage* yang menggunakan dinamo *stepper nema 17* untuk menghasilkan putaran yang presisi dan torsi yang lebih besar. Dinamo *stepper* akan terhubung dengan *drivernya* A4988 yang secara langsung menerima tegangan 12V dari adaptor sedangkan *logicnya* menerima tegangan *input* dari Arduino. Selanjutnya, dinamo akan berfungsi sebagai penggerak tabung drum mesin cuci dan dinamo akan terhubung melalui *relay*. *AC light dimmer* akan mengontrol kecepatan dinamo

sesuai dengan kebutuhan proses pencucian yang dilakukan. Sebelum tegangan 220V masuk ke dalam *AC light dimmer*, akan diserikan dengan *relay* untuk mengendalikan mati dan hidupnya dinamo. Pin Z-C pada *AC light dimmer* akan digunakan sebagai *trigger* digital dari pin 25, sedangkan pin *PWM* akan menerima tegangan *PWM* dari Arduino untuk mengatur kecepatan. Selanjutnya, pengguna akan memberikan *input* melalui *keypad* yang akan mengakibatkan *switch* berada dalam keadaan *high* setelah tombol ditekan, sehingga sinyal akan diambil oleh pin digital untuk menentukan pin yang ditekan.



Gambar 3.4 Contoh *Wiring Diagram* di Aplikasi Fritzing

3.2 Komponen Sistem

Komponen yang akan digunakan dalam produk yang dikembangkan akan dijelaskan detail dengan spesifikasi singkat komponen beserta alasan penggunaan komponen. Komponen yang digunakan mencakup:

1. Arduino Mega

Dalam sistem robotika ini digunakan Arduino Mega sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan beberapa komponen penyusun mesin cuci diantaranya adalah sensor berat (*Load cell HX711*), *water level* sensor, dinamo, dan sistem UI. Pemilihan penggunaan Arduino Mega dikarenakan adanya pin *input* dan *output* yang cukup untuk menunjang komponen *hardware* yang lainnya. Mikrokontroler Arduino Mega akan digunakan dan diatur dengan menggunakan bantuan dari aplikasi *Arduino IDE* untuk memberikan perintah kepada beberapa komponen penyusun sistem supaya mampu untuk melakukan tugasnya. Pada Arduino Mega, pin *input* akan digunakan untuk dapat membacakan nilai yang dihasilkan oleh sensor terpasang, sementara pin *output* akan digunakan untuk mengendalikan dinamo di dalam sistem mesin cuci.



Gambar 3.5 Arduino Mega

Tabel 3.2 Spesifikasi Arduino Mega

Definisi	Keterangan
<i>Microcontroller</i>	ATmega 2560
<i>Operating Voltage</i>	5V
<i>Input Voltage (recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limits)</i>	6-20V
<i>Digital I/O Pins</i>	54 (of which 14 provide PWM output)
<i>Analog Input Pins</i>	16
<i>DC Current per I/O Pin</i>	40 mA

<i>DC Current for 3.3V Pin</i>	50 mA
<i>Flash Memory</i>	256 KB of which 8 KB used by <i>bootloader</i>
<i>SRAM</i>	8 KB
<i>EEPROM</i>	4 KB
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
Konektivitas	USB serial monitor UART 4

2. *Load cell*

Dalam sistem robotika ini, digunakan sensor *load cell* sebagai sensor yang mampu untuk mengukur massa cucian yang ada dalam drum mesin cuci. Sensor akan bekerja dengan mengonversikan regangan yang dihasilkan dari adanya proses penimbangan massa untuk dikonversikan menjadi sinyal listrik dengan bantuan pengukur regangan (*strain gauge*) yang ada dalam *load cell*. Kalibrasi pada sensor akan dilakukan untuk mengakuratkan hasil pengukuran agar sesuai dengan massa yang sebenarnya dengan menggunakan bantuan *coding*. Kalibrasi ini akan dilakukan sesuai dengan data pengukuran dibandingkan dengan massa dari alat ukur pembanding yang akurasi dan presisinya masih baik.



Gambar 3.6 *Load cell*

Tabel 3.3 Spesifikasi *Load cell*

Spesifikasi	Keterangan
Model	HX711-05

<i>Measuring Range</i>	5KG
<i>Accuracy</i>	±0,02% F.S
<i>Current Consumption</i>	<1.5mA
<i>Interface</i>	Serial;2-wire
<i>Operating Voltage</i>	2.6V-5.5V
<i>Operating Temperature</i>	-20°C-85°C

3. LCD 16x2

Dalam sistem robotika ini digunakan *LCD 16x2* sebagai bagian dari *user interface*, di mana *LCD* akan menampilkan data informasi yang dibutuhkan pada saat sebelum memulai proses pencucian dan pilihan proses pengaturan yang dapat dipilih untuk pengguna setelah informasi pencucian ditampilkan. *LCD* akan bekerja sama dengan *keypad* untuk dapat melakukan proses yang akan dilakukan ketika ingin mencuci dan dapat membatalkan proses yang tidak diinginkan oleh pengguna. Pada sistem, *LCD* hanya akan menampilkan teks kepada pengguna dan beberapa simbol pendukung lainnya. *LCD* akan terbatas tampilannya dengan tampilan teks dan karakter yang berukuran 16 baris dan 2 kolom.



Gambar 3.7 LCD 16x2

Tabel 3.4 Spesifikasi LCD 16x2

Spesifikasi	Keterangan
<i>Alphanumeric Characters</i>	(16x2)32
<i>Duty Cycle</i>	1/16
<i>Operating Voltage</i>	4.7V-5.3V
<i>Operating Current</i>	1mA

4. Keypad 4x1

Dalam sistem robotika ini digunakan *Keypad 4x1* yang akan disambungkan dengan *LCD*, di mana *keypad* akan berfungsi untuk memberikan masukan data berupa angka dan opsi pilihan untuk dapat mengakses menu yang tertera pada *LCD 16x2*. *Keypad* akan berfungsi sebagai perangkat untuk memberikan masukan kepada mikrokontroler Arduino dalam melakukan proses selanjutnya kepada pengaturan mesin cuci.



Gambar 3.8 Keypad 4x1

Tabel 3.5 Spesifikasi Keypad 4x1

Spesifikasi	Keterangan
<i>Contact Current Max</i>	100mA
<i>Contact Voltage DC</i>	30V
<i>Keypad Array</i>	1x4
<i>Keypad Output</i>	Matrix

5. Water level Sensor

Dalam sistem mesin cuci ini digunakan *water level* sensor untuk mendeteksi level ketinggian air yang mengalir ke dalam drum mesin cuci. Sensor *water level* tersebut akan memanfaatkan tekanan udara yang ada dalam tabung pada saat diisi dengan air, lalu tekanan akan terus meningkat sampai dengan batas tertentu sehingga air akan berhenti mengisi. Sensor akan bekerja dengan bantuan *water inlet valve* yang akan mengatur aliran air ke dalam mesin cuci. Pada *water inlet valve*, katup yang memiliki solenoid akan berfungsi untuk

membuka dan menutup agar memungkinkan air untuk masuk ke dalam mesin cuci dan berhenti mengalir ke dalam mesin cuci.



Gambar 3.9 *Water level Sensor*

Tabel 3.6 Spesifikasi *Water level Sensor*

Spesifikasi	Keterangan
<i>Contact Current Max</i>	10mA
<i>Contact Voltage DC</i>	5V
Diameter	58 mm
Tinggi	52 mm

6. Dinamo

Dalam sistem mesin ini digunakan dinamo *dinamo* sebagai penggerak dalam mesin cuci. Dinamo akan menggerakkan pulsator dalam pada mesin cuci untuk proses pencucian dan pengeringan. Dinamo akan bekerja sesuai dengan fungsi pin konektor di dalamnya, di mana satu pin akan berfungsi sebagai penerima tegangan dengan arus negatif dan dua pin lainnya akan berfungsi untuk menerima arus positif. Arus yang masuk ke dalam dinamo akan melewati konektor tersebut dan saling berpindah dengan arah putaran searah jarum jam sehingga menghasilkan perputaran gerakan bolak-balik pada mesin cuci.



Gambar 3.10 Dinamo

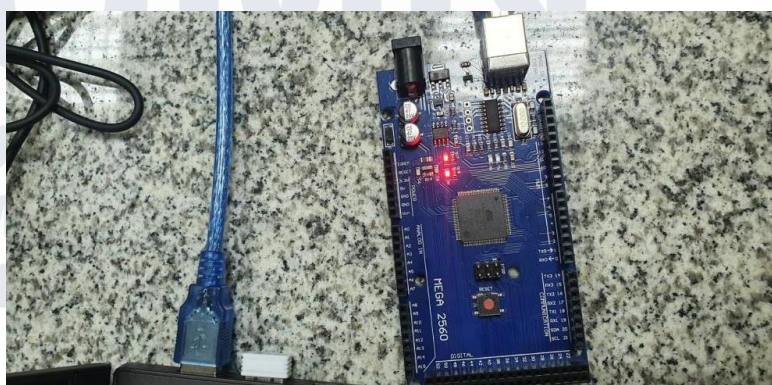
Tabel 3.7 Spesifikasi Dinamo

Spesifikasi	Keterangan
Tipe	Sanyo XD-180-Copper
Konsumsi Daya	180 W
Konsumsi Tegangan	450 V
Kapasitas Berat	10kg

3.3 Pengujian Komponen

Pengujian tiap komponen pada subsistem akan dilakukan sebagai *proof-of-concept* yang ditunjukkan dari luaran pengujian komponen dan subsistem. Hasil pengujian komponen akan diperkuat dengan bukti gambar yang menunjukkan adanya pengujian dilakukan dan data dari hasil pengujian apabila diperlukan sebagai berikut:

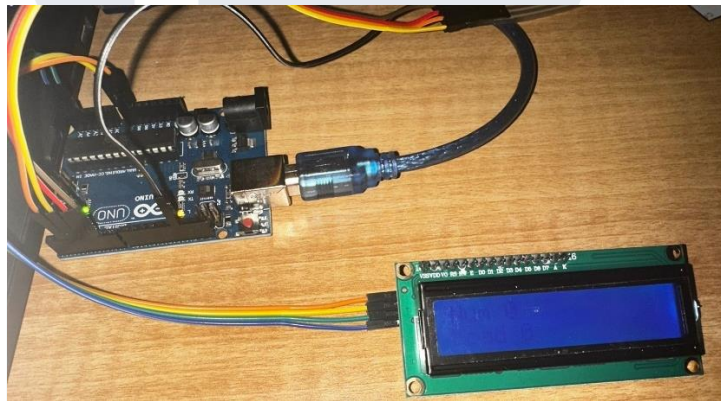
1. Pengujian Arduino Mega



Gambar 3.11 Pengujian Arduino Mega

Pengujian Arduino Mega dilakukan dengan cara melakukan pengunduhan pada board dan library yang sesuai dengan Arduino Mega pada perangkat lunak *Arduino IDE* sebagai *compiler*-nya. Menghubungkan Arduino Mega pada perangkat elektronika laptop menggunakan *USB serial communication* dan memproses *coding* pada perangkat lunak *Arduino IDE* dengan cara meng-*upload* kode pemrograman. Hasil pengujian Arduino Mega menunjukkan bahwa mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik ditandai dengan adanya indikator lampu berwarna merah yang menyala pada mikrokontroler dan lampu tersebut dapat berkedip dikarenakan pemrograman yang disusun untuk membuat mikrokontroler ini berkedip sebagai tanda berjalannya fungsi dengan baik.

2. Pengujian *LCD 16x2*



Gambar 3.12 Pengujian *LCD 16x2* Dihubungkan dengan Mikrokontroler



Gambar 3.13 Pengujian *LCD 16x2* (*Tampilan Display*)

Pada gambar tersebut, digunakan penyambungan pin *LCD 16x2* dengan Arduino Mega. Pin SDA dan SCL disambungkan pada analog *input* Arduino Mega 2560, pin *ground* dengan *ground* dan pin VCC *LCD 16x2* ke pin Vin Arduino Mega. Setelahnya dilakukan pemrograman data pada aplikasi Arduino Mega 2560 untuk memprogram tampilan *LCD 16x2* yang akan menampilkan menu Number untuk menghasilkan informasi mengenai data tombol *keypad* yang ditekan oleh pengguna dan menu *Load* untuk menghasilkan informasi mengenai massa yang diukur oleh sensor *load cell*. Dapat dilihat dari hasil pengujian bahwa *LCD* sudah mampu menampilkan data informasi mengenai parameter yang akan diuji dari *keypad*, di mana menu sudah dapat tampil dengan baik berupa abjad dan angka. Menu akan menerima informasi angka dari *keypad* ketika *LCD* sudah dipadukan dengan pengujian *keypad*. Pada menu yang tertera, menu Num akan menampilkan data informasi yang diberikan pada saat *keypad* ditekan oleh pengguna. Pada menu *Load*, akan menampilkan parameter yang menunjukkan pengukuran pada *load cell*.

3. Pengujian Keypad

Pengujian *keypad 4x1* dilakukan dengan cara menguji tombol satu persatu apakah *keypad* mampu untuk memberikan informasi nomor yang ditekan oleh pengguna ke *LCD 16x2*. Pada hasil pengujian, terlihat bahwa *keypad* sudah mampu untuk menampilkan parameter yang akan diambil datanya. Pada saat angka 1 ditekan oleh *keypad*, *keypad* mampu untuk memberikan data ke *LCD* dan *LCD* menampilkan data yang diberikan oleh *keypad* sesuai pada saat ditekan oleh pengguna dan begitu juga dengan tombol yang lainnya sesuai pada saat ditekan dengan informasi yang tertera di *LCD 16x2*.

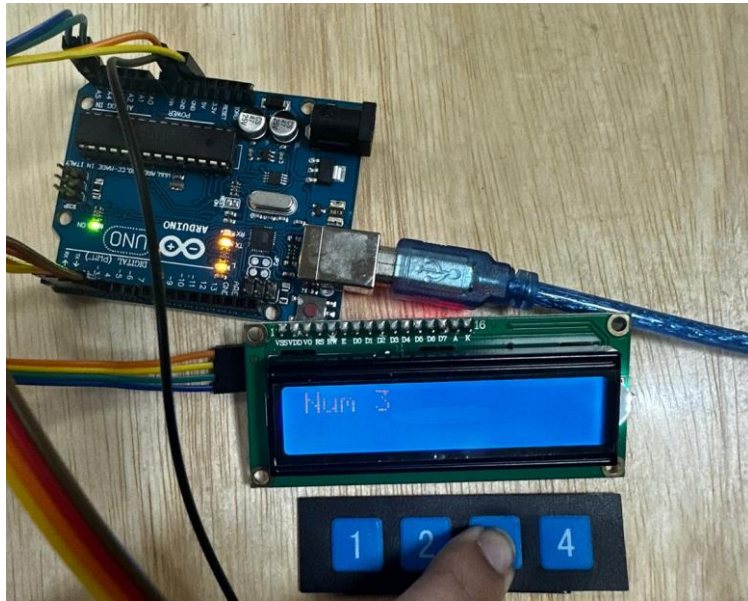


Gambar 3.14 Pengujian Keypad 4x1 Untuk Tombol 1



Gambar 3.15 Pengujian Keypad 4x1 Untuk Tombol 2

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.16 Pengujian *Keypad* 4x1 Untuk Tombol 3



Gambar 3.17 Pengujian *Keypad* 4x1 Untuk Tombol 4

Pengujian *keypad* 4x1 dilakukan dengan cara menguji tombol satu persatu apakah *keypad* mampu untuk memberikan informasi nomor yang ditekan oleh pengguna ke *LCD* 16x2. Pada hasil pengujian, terlihat bahwa *keypad* sudah mampu untuk menampilkan parameter yang akan diambil datanya. Pada saat angka 1 ditekan oleh *keypad*, *keypad* mampu untuk memberikan data ke *LCD* dan *LCD* menampilkan data yang diberikan oleh *keypad* sesuai pada saat

ditekan oleh pengguna dan begitu juga dengan tombol yang lainnya sesuai pada saat ditekan dengan informasi yang tertera di *LCD 16x2*.

4. Pengujian *Load cell*

Pengujian *load cell* dilakukan dengan menggunakan bantuan timbangan digital sebagai alat yang membantu pengujian akurasi pengukuran massa pada *load cell*. Sampel massa yang diambil pada pengujian ini adalah massa solasi dengan massa 47 gram terukur pada timbangan digital. Untuk menguji akurasi pembacaan *load cell*, dilakukan pengujian dengan pengambilan 5 sampel massa solasi terukur pada timbangan digital dan *load cell* sebagai perbandingan. Diperlukan kalibrasi pada *load cell* sebelum melakukan pengukuran dengan cara menggunakan sebuah barang yang sudah diketahui beratnya, lalu di timbang lagi dengan *load cell* dan dilihat hasil yang dimunculkan. Setelah itu tinggal dibagi antara nilai pada *load cell* dengan nilai sebenarnya agar diperoleh parameter kalibrasinya. Pada pengujian ini, dilakukan pengujian antara *load cell* dengan *user interface* di mana menu *load* pada *LCD* akan menampilkan berat dari massa terukur pada *load cell*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *load cell* mampu mengukur massa solasi dengan hasil massa sesuai dengan timbangan digital dan beberapa dengan hasil yang berbeda 1 angka dari timbangan digital. Hal ini menunjukkan bahwa *load cell* memiliki akurasi yang baik.



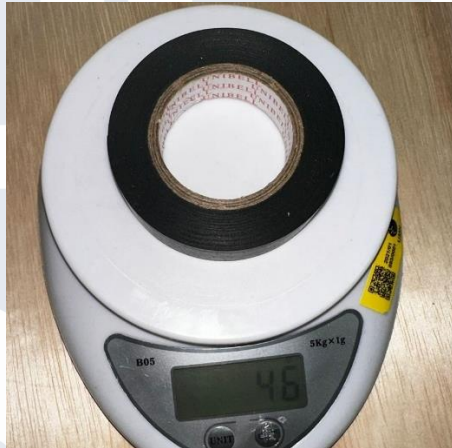
Gambar 3.18 Pengujian *Load cell* Data Pertama Pada Timbangan Digital



Gambar 3.19 Pengujian *Load cell* Data kedua Pada Timbangan Digital



Gambar 3.20 Pengujian *Load cell* Data Ketiga Pada Timbangan Digital



Gambar 3.21 Pengujian *Load cell* Data Keempat Pada Timbangan Digital



Gambar 3.22 Pengujian *Load cell* Data Kelima Pada Timbangan Digital



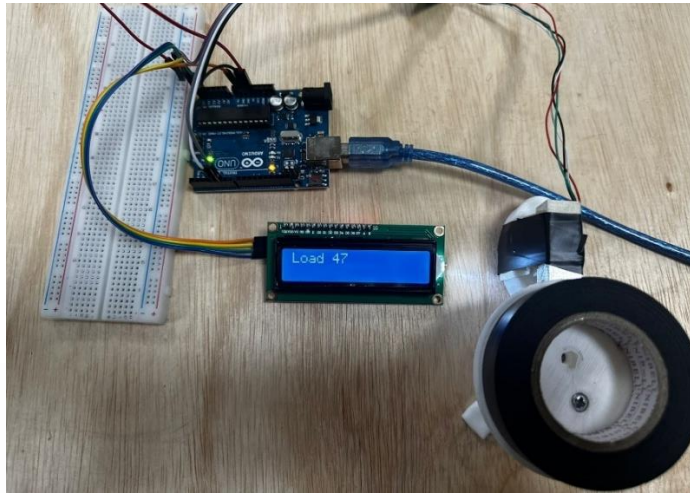
Gambar 3.23 Pengujian *Load cell* Data Pertama Pada Sensor



Gambar 3.24 Pengujian *Load cell* Data Kedua Pada Sensor



Gambar 3.25 Pengujian *Load cell* Data ketiga Pada Sensor



Gambar 3.26 Pengujian *Load cell* Data Keempat Pada Sensor



Gambar 3.27 Pengujian *Load cell* Data Kelima Pada Sensor

Tabel 3.8 Perbandingan Massa Solusi Dalam Satuan Gram

No	Timbangan Digital	<i>Load cell</i>
1	47	46
2	47	48
3	47	46
4	47	47
5	47	46

Dari tabel tersebut, dapat diketahui nilai rata-rata persentase *error* dari *load cell* sebesar 1.69% pada saat massa terukurnya melebihi dan kurang dari 47 gram. Hal ini dapat dinyatakan bahwa nilai akurasi *load cell* sebesar 98.31% dengan tingkat *error* yang masih dalam kategori ditoleransi karena kurang dari 5%.

5. Pengujian Dinamo



Gambar 3.28 Pengujian Dinamo Sebelum Dinyalakan

Pada pengujian dinamo, disambungkan kapasitor kotak 12uF sebagai daya listrik tambahan untuk dinamo berputar nantinya. Diberikan penanda pada dinamo berupa kertas kecil untuk menandakan apakah pada saat pengujian dinamo sudah mampu berputar atau belum. Setelah disambungkan dengan kapasitor kotak 12uF, dinamo disambungkan dengan kabel steker untuk menghidupkan dinamo pada saat dicolokkan dengan tegangan 220V.



Gambar 3.29 Pengujian Dinamo Sesudah Dinyalakan

Hasil pengujian dinamo menunjukkan bahwa dinamo mampu berputar ditandai pada gambar di atas di mana kertas berputar ke kanan searah jarum jam dan terlihat bayangan kertas di sebelah kiri

saat berputar. Hal ini berarti dinamo mampu untuk berfungsi dengan baik.

3.4 Biaya dan Jadwal

Biaya dan jadwal pengerjaan produk lebih spesifik dari perencanaan awal yang dianalisis sebelumnya, dan sudah termasuk biaya dasar pengembangan produk yang juga berdasarkan analisa sementara di luar adanya kebutuhan tambahan khususnya pada saat terjadinya malfungsi pada komponen di saat pengimplementasian.

3.4.1 Kebutuhan Biaya

Kebutuhan biaya yang dimasukkan pada bab tiga adalah biaya lengkap pengadaan komponen, sudah spesifik jenis dan merk komponen yang digunakan, biaya produksi subsistem dan lainnya.

Tabel 3.9 Analisis Kebutuhan Biaya

No.	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	LCD 16 x 2	1 buah	Rp 20.000	Rp 20.000
2	Load cell Sensor	4 buah	Rp 40.000	Rp 160.000
3	Water level Sensor	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000
4	Rangka Mesin Cuci	1 Set	Rp 500.000	Rp 500.000
5	LID Switch	1 buah	Rp 250.000	Rp 250.000
6	Water Supply Valve	1 buah	Rp 50.000	Rp 50.000
7	Safety Switch	1 buah	Rp 150.000	Rp 150.000
8	Tabung Mesin Cuci	1 buah	Rp 150.000	Rp 150.000
9	Agitator Pulsator	1 buah	Rp 170.000	Rp 170.000
10	Keypad 4x1	1 buah	Rp 10.000	Rp 10.000
11	Per Gantung	4 buah	Rp 55.000	Rp 55.000
12	Gearbox	1 buah	Rp 30.000	Rp 30.000
13	Vanbelt	1 buah	Rp 20.000	Rp 20.000
14	Dinamo	1 buah	Rp 275.000	Rp 95.000
15	Kapasitor	1 buah	Rp 25.000	Rp 25.000
16	Kabel dan Konektor	1 Set	Rp 100.000	Rp 100.000
17	Arduino Mega 2560	1 buah	Rp 205.000	Rp 205.000
			Total	Rp 2.270.000

3.5 Platform Sistem

3.5.1 Pendahuluan

Implementasi produk dilakukan secara bertahap dimulai dari subsistem *interface*, subsistem kendali (mikrokontroler), dan subsistem aktuasi (dinamo). Implementasi subsistem *interface* terdiri dari komponen *LCD* 16x2 beserta *keypad* 4x1 yang akan diimplementasikan dalam *box* khusus untuk perangkat elektronik. *Interface* akan diletakkan pada bagian atas mesin cuci agar lebih meminimalisir risiko terkena percikan air ketika hendak mencuci. *LCD* akan menampilkan rangkaian proses pencucian dimulai dari menimbang hingga proses pengeringan dilakukan, serta akan menampilkan informasi terkait pakaian yang mencakup waktu pencucian. Implementasi subsistem kendali yang dilakukan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan memproses seluruh rangkaian pencucian mulai dari *input* yang diberikan oleh pengguna melalui *interface*, dinamo yang berputar, dinamo servo yang bekerja pada fungsi *engage* dan *disengage*, serta keseluruhan komponen elektronika lainnya. Implementasi subsistem aktuasi akan terdiri dari dinamo dan dinamo servo, di mana dinamo akan berperan untuk memutar tabung yang berisi pakaian dengan tingkat kecepatan yang berbeda. Pada proses pencucian tentunya putaran dinamo akan lebih sedikit per menitnya dibandingkan ketika proses pengeringan dilakukan. Sementara dinamo servo akan bekerja untuk menggerakkan linear aktuator yang akan membantu menyalurkan berat tabung yang berisi cucian untuk dilakukan proses pengukuran massa cucian. Permasalahan yang ditemukan pada saat proses implementasi terjadi pada *load cell* ketika hendak mengukur massa sebuah barang, di mana salah satu *load cell* terjadi disfungsi ketika melakukan pengukuran yang tidak dapat membaca massa barang.

3.5.2 Environment

Pada proses pengembangan produk Pengukuran Massa Cucian Untuk Mesin Cuci Pada Fasilitas *Laundry* Rumah Sakit, beberapa

software digunakan seperti fritzing untuk membuat rangkaian elektronika dan komponen seperti arduino, dinamo, *load cell*, dan komponen elektronika lainnya yang dapat dihubungkan dengan kabel penghubung yang dapat menghubungkan komponen antar komponen. Digunakan fritzing karena memiliki tampilan komponen yang lebih baik, dan juga memiliki ketersediaan desain komponen yang banyak di internet. Lalu, *software Arduino IDE* untuk melakukan pemrograman pada mikrokontroler yang digunakan agar dapat melakukan pengaturan pada komponen lainnya untuk melakukan suatu proses. Pengujian produk memerlukan kondisi khusus seperti dilakukan di ruangan yang tertutup, terhindar dari percikan air, serta dikhususkan untuk pengujian pada mesin cuci saja. Diperlukan ruangan yang tertutup serta jauh dari keberadaan air untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi pada komponen elektronika supaya terhindar dari terjadinya korsleting.

3.5.3 Implementasi Desain Fisik

Implementasi dilakukan dengan menyiapkan beberapa modul seperti modul kendali, modul pengukuran, modul aktuator dan modul *interface* yang akan menyusun komponen mesin cuci. Dari keseluruhan modul, *software* akan diperlukan paling utama pada modul kendali, dikarenakan mikrokontroler yang berfungsi sebagai kendali akan menyimpan seluruh pemrograman yang akan menyempurnakan fungsi ketiga modul yang lainnya. Program pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan mengendalikan fungsi *load cell*, dinamo servo, pembukaan dan penutupan *valve*.

3.5.4 Permasalahan dan Solusi Desain Fisik

Permasalahan yang ditemui dalam implementasi produk Pengukuran Massa Cucian Untuk Mesin Cuci Pada Fasilitas *Laundry* Rumah Sakit adalah sasis yang harus dimodifikasi dikarenakan menggunakan sasis bekas mesin cuci yang telah rusak. Sehingga, solusi akan hal itu adalah memodifikasi sasis bagian atas untuk menempatkan *interface* tambahan dikarenakan *interface* lama dari mesin cuci sudah

rusak dan untuk sasis perlu dilakukan penambahan bahan untuk menutupi bagian yang sudah berlubang dan rusak serta perlu pengecatan kembali. Kemudian untuk bagian *engage* dan *disengage* sistem, perlu dilakukan modifikasi pada linear aktuator yang memerlukan plat tambahan sebagai jembatan penghubung antara drum/tabung mesin cuci dengan *load cell*.

3.6 Implementasi Modul Kendali

3.6.1 Pendahuluan

Implementasi modul kendali menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang akan diletakkan pada bagian atas mesin cuci. Penggunaan Arduino Mega 2560 dipilih karena memiliki pin I/O yang lebih banyak dibandingkan dengan Arduino MEGA 2560, karena komponen penyusun mesin cuci yang lebih banyak membutuhkan pin lebih untuk menghubungkan antar komponen. Arduino Mega 2560 akan diletakkan pada bagian atas mesin cuci untuk menghindari adanya gangguan dari pekerjaan komponen berat seperti dinamo serta fungsi *engage* dan *disengage* yang juga menggunakan dinamo. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan diprogram oleh aplikasi *Arduino IDE* untuk melakukan proses keseluruhan pekerjaan mesin. Pada saat pengimplementasian, awalnya digunakan Arduino MEGA 2560, namun karena bermasalah pada kurangnya pin I/O maka digantikan dengan Arduino mega 2560 yang memiliki pin I/O lebih banyak sebagai solusi dari permasalahan tersebut. Setelahnya, tidak ada permasalahan lebih lanjut mengenai mikrokontroler Arduino Mega 2560.

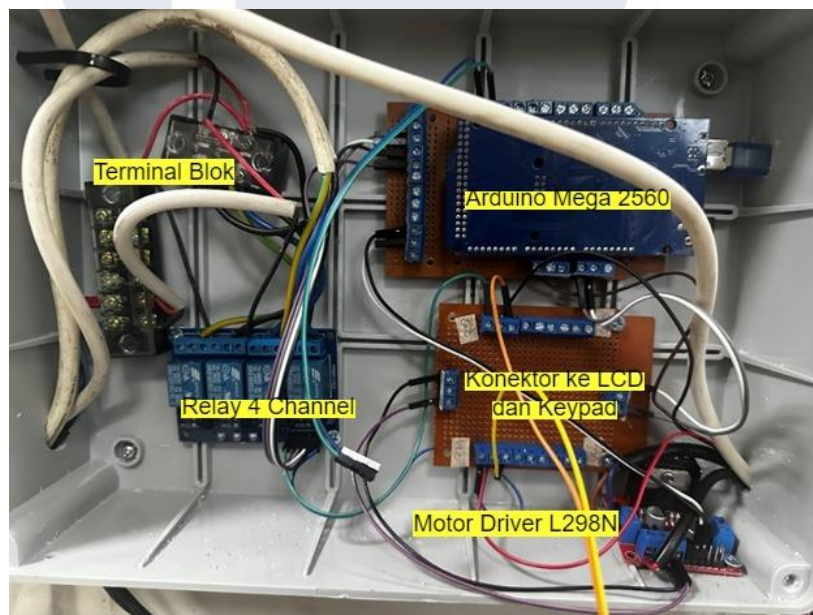
3.6.2 Environment

Pengembangan dan implementasi modul kendali menggunakan aplikasi *Arduino IDE* untuk memprogram keseluruhan program yang akan menyusun *progress* mesin. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan disambungkan dengan komponen penyusun mesin lainnya melalui pin I/O, lalu di program dalam aplikasi *Arduino IDE*, di mana dalam program akan ada penyatuan program yang lainnya seperti program

untuk sistem *interface*, pengukuran *load cell*, kecepatan putaran dinamo, fungsi *engage disengage*, dan pembukaan serta penutupan valve.

3.6.3 Implementasi Desain Fisik

Langkah implementasi yang dilakukan pada modul kendali untuk mikrokontroler Arduino Mega 2560 adalah memprogram keseluruhan pekerjaan mesin berdasarkan dengan rangkaian proses pada *flowchart* yang sudah ada. Satu persatu komponen akan diprogram untuk pengujian, lalu akan di satukan fungsinya pada aplikasi *Arduino IDE* agar dapat dilakukan pengujian pada keseluruhan komponen penyusun mesin cuci. Mikrokontroler Arduino Mega 2560 diletakkan dalam *junction box* dengan penyusunan kepada komponen lain seperti *relay* dan sebagainya.



Gambar 3.30 Implementasi penempatan Arduino Mega 2560 sebagai modul kendali sistem

3.6.4 Permasalahan dan Solusi Desain Fisik

Permasalahan yang ditemui pada implementasi modul kendali hanya terdapat pada *error* yang tertera pada saat ingin melakukan pengujian. Solusi dari adanya *error* tersebut adalah *memeriksa* kembali

pemrograman apakah logika dalam pemrograman sudah sesuai atau belum.

3.7 Implementasi Modul Pengukuran

3.7.1 Pendahuluan

Implementasi modul pengukuran menggunakan tiga *load cell* dengan daya timbang sampai dengan 5 kg. *Load cell* akan dibantu oleh linear aktuator dalam memenuhi fungsi pengukuran dengan adanya fungsi *engage* dan *disengage*. Ketiga *load cell* akan dipadukan untuk dapat melakukan pengukuran massa cucian dengan kapasitas 5 kg.

3.7.2 Struktur Implementasi

Load cell akan diimplementasikan secara tersebar pada tiga sisi dinding mesin cuci bagian bawah, untuk mempermudah proses pengukuran dan tidak terganggu oleh pekerjaan komponen yang lainnya. Pada *load cell*, pengukuran akan dilakukan dengan melakukan perhitungan yang akan dimasukkan ke dalam pemrograman di sistem kendali. Dikarenakan menggunakan tiga *load cell* pada mesin cuci, maka massa maksimal yang dapat ditampung oleh *load cell* sebesar 15 kg secara keseluruhan. Ketika massa terukur, masing-masing *load cell* hanya mampu untuk mengukur sebanyak 5 kg lalu akan dihitung keseluruhan total massa terukur untuk dijumlahkan. Hasil penjumlahan tersebut akan menjadi total massa terukur yang tertampung pada tabung mesin cuci.

3.7.3 Environment

Hardware yang akan terkoneksi dengan sistem pengukuran adalah dinamo servo dan linear aktuator yang akan membantu proses pengukuran pada *load cell*. Linear aktuator akan diberikan plat tambahan dengan desain khusus untuk menghubungkan bagian bawah tabung mesin cuci dengan bagian pengukur pada sensor *load cell*.

3.7.4 Permasalahan dan Solusi

Permasalahan pada modul pengukuran terletak pada *load cell* yang mengalami disfungsi pada saat ingin mengukur massa, di mana salah satu *load cell* tidak dapat mengukur massa sama sekali karena massa tidak terbaca oleh *load cell*. Sehingga, solusi dari permasalahan tersebut adalah menggantikan *load cell* tersebut dengan yang baru. Selain itu, terdapat permasalahan pada penggunaan *load cell* 5 kg di mana *load cell* memiliki pembacaan yang tidak stabil dan tidak responsif pada saat setelah di kalibrasi. Sehingga, solusi dari permasalahan tersebut adalah menggantikan *load cell* tersebut dengan satu unit *load cell* dengan spesifikasi 20 kg.

3.8 Implementasi Modul Aktuasi

3.8.1 Pendahuluan

Implementasi modul aktuasi terdiri dari dua komponen penggerak yang menyusun mesin cuci. Pertama terdapat pada dinamo dan kedua terdapat pada dinamo servo yang akan menggerakkan linear aktuator untuk berfungsi *engage* dan *disengage*.

3.8.2 Struktur Implementasi

Implementasi modul penggerak dinamo akan diimplementasikan pada bagian bawah tabung mesin cuci dan digunakan komponen tambahan yang menghubungkan keduanya untuk mempermudah dinamo memutar tabung. Pada dinamo, kecepatan putaran akan dibedakan pada proses pencucian yang berbeda. Pada proses pencucian dan proses pembilasan, maka kecepatan putar dinamo akan berbeda pada saat proses pengeringan. Hal ini dikarenakan, pada saat proses pengeringan perlu putaran lebih cepat untuk dapat meniriskan air pada cucian. Sementara pada fungsi *engage* dan *disengage*, dinamo servo diperlukan untuk dapat menggerakkan linear aktuator yang terhubung dengan plat khusus untuk dapat menyalurkan massa cucian pada tabung mesin cuci dengan sensor *load cell*. Fungsi *engage* akan menaikkan linear aktuator dan sebaliknya fungsi *disengage* akan menurunkan linear

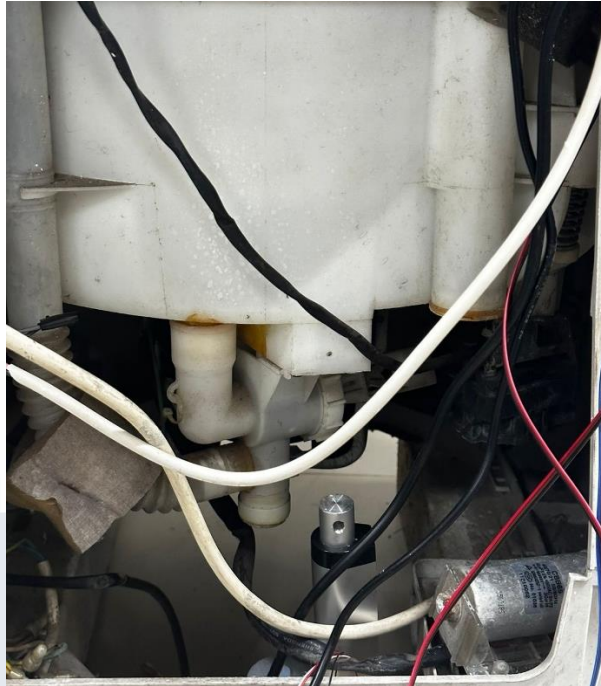
aktuator agar tidak terus menerus memberikan tekanan pada *load cell* yang tentunya akan merusak sensor.



Gambar 3.31 Implementasi penempatan pulsator dibawah drum mesin cuci, posisi dinamo mati dan drum tidak berputar

```
void mesinCuciControl() {  
  digitalWrite(relay1, LOW);  
  delay(8000);  
  digitalWrite(relay1, HIGH);  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(relay2, LOW);  
  delay(8000);  
  digitalWrite(relay2, HIGH);  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(relay3, LOW);  
  delay(8000);  
  digitalWrite(relay3, HIGH);  
  delay(1000);  
  
  digitalWrite(relay4, LOW);  
  delay(8000);  
  digitalWrite(relay4, HIGH);  
  delay(1000);  
}
```

Gambar 3.32 Koding untuk pengendalian mesin cuci



Gambar 3.33 Implementasi linear aktuator sebagai fungsi *engage* dan *disengage*, dengan fungsi *off drum* tidak terangkat

```
void linearNaik() {  
    digitalWrite(in1, HIGH);  
    digitalWrite(in2, LOW);  
}  
  
void linearTurun() {  
    digitalWrite(in1, LOW);  
    digitalWrite(in2, HIGH);  
}  
  
void linearStop() {  
    digitalWrite(in1, LOW);  
    digitalWrite(in2, LOW);  
}
```

Gambar 3.34 Koding untuk pengujian linear aktuator

3.8.3 Environment

Hardware yang terkoneksi dengan sistem aktuator adalah dinamo dan dinamo servo, di mana keduanya memiliki waktu bekerja yang berbeda. Dinamo servo akan bekerja lebih dulu dikarenakan diperlukan untuk sistem modul pengukuran, sehingga setiap ada pengukuran massa pada tabung mesin cuci, dinamo servo akan menggerakkan linear

aktuator hingga proses pengukuran selesai. Sementara, ketika proses pengukuran sudah selesai dan pengguna sudah menentukan level air yang diinginkan, maka dinamo akan bergerak untuk memutar tabung mesin cuci.

3.8.4 Permasalahan dan Solusi

Implementasi modul aktuasi khususnya linear aktuator sebelumnya menggunakan linear aktuator buatan yang dicetak menggunakan 3D *printing* untuk meminimalisir penggunaan biaya dengan spesifikasi mampu menahan beban hingga 8 kg. Akan tetapi, terdapat permasalahan di mana salah satu bagian linear aktuator 3D *printing* mengalami kerusakan (patah) sehingga memerlukan waktu lebih untuk dapat mencetak ulang bagian yang patah. Sehingga, solusi dari permasalahan tersebut adalah pembelian linear aktuator yang sudah jadi dan diperjual belikan di pasaran dengan spesifikasi yang lebih tinggi yaitu mampu menahan beban hingga 15 kg.

3.9 Implementasi Modul Interface

3.9.1 Pendahuluan

Implementasi *interface* akan berperan sebagai jembatan antara pengguna dengan sistem lainnya (mesin cuci), di mana pengguna akan memberikan perintah melalui *interface* untuk diteruskan kepada mikrokontroler dan komponen lainnya untuk melakukan sebuah proses pencucian. Subsistem *interface* akan diletakkan dalam *junction box* khusus terpisah di bagian atas mesin cuci, di mana *junction box* akan tertutup supaya sistem *interface* terhindar dari percikan air. Teknologi yang digunakan adalah *LCD* sebagai penampil layar yang memberikan informasi dan penawaran fungsi yang tertera, serta *keypad* sebagai tombol utama untuk memilih fungsi tertera pada *LCD* yang akan dilaksanakan mesin.

3.9.2 Struktur Implementasi

Modul *interface* terdiri dari *LCD* 16x2 dan *keypad* 4x1 sebagai pengimplementasiannya, di mana *LCD* akan menampilkan rangkaian pengaturan yang akan dipilih pengguna beserta informasi mengenai cucian terkait waktu pencucian. Pada sistem *interface*, akan ada proses manual yang dilakukan oleh pengguna seperti mengatur permintaan level air yang dibagi menjadi tiga variasi seperti *low*, *medium*, dan *high*. Berikut pengaturan permintaan dan rangkaian informasi yang diberikan oleh *LCD* pada saat proses pengujian *LCD* (penggunaan data buatan):



Gambar 3.35 Implementasi penempatan sistem *interface* pada bagian depan *junction box*

3.9.3 Environment

Modul *interface* akan diimplementasikan pada bagian atas mesin cuci, di mana komponen penyusunnya akan diletakkan pada suatu kotak tertutup. Diletakkan pada bagian atas mesin cuci untuk mempermudah pengguna dalam mengoperasikan mesin cuci serta meminimalisir terkena cipratan air.

3.9.4 Permasalahan dan Solusi Desain Fisik

Permasalahan pada sistem *interface* berada pada *keypad* yang tidak berfungsi ketika ditekan dan terdapat *delay* pada saat ditekan sehingga *LCD* tidak langsung bergerak menuju proses berikutnya. Solusi dari hal ini adalah memeriksa ulang pin pada *keypad* apakah sudah terhubung

dengan benar pada *LCD* atau ada salah satu pin yang memang mengalami kendala.

