

BAB II

DASAR TEORI

Bab ini membahas teori yang mendasari penelitian serta komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem deteksi postur duduk berbasis sensor *micro switch*.

2.1 Tinjauan Pustaka

Bagian tinjauan pustaka ini memuat berbagai referensi yang relevan dengan perancangan sistem pengaturan posisi duduk dan pemberian peringatan suara terhadap postur tubuh, yang terintegrasi dengan sensor *micro switch*. Referensi ini menjadi dasar dalam perancangan dan pengembangan alat pada tugas akhir ini. Penelitian-penelitian terkait tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka

No.	Judul Penelitian	Keterangan	Kelemahan
1.	Rancang Bangun Alat Koreksi Postur dan Lama Waktu Duduk dengan <i>Flex</i> Sensor Berbasis Arduino Uno (Salsabila, 2023)	Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat bantu pendeteksi dan koreksi postur duduk menggunakan sensor kelenturan (<i>flex</i> sensor) yang bekerja dengan mengidentifikasi perubahan sudut kelengkungan tubuh bagian atas [8].	Penelitian ini menggunakan sensor <i>flex</i> yang hanya dipasang pada bagian perut atas, sehingga memiliki keterbatasan dalam memantau keseluruhan posisi tubuh secara menyeluruh, karena hanya mampu mendeteksi perubahan sudut kelengkungan tubuh bagian atas seperti saat pengguna membungkuk.

No.	Judul Penelitian	Keterangan	Kelemahan
2.	<i>Sitting Posture Monitoring System Based on a Low-Cost Load Cell Using Machine learning</i> (Roh, dkk, 2018)	Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan sistem pemantauan postur duduk menggunakan <i>load cell</i> berbiaya rendah yang bekerja dengan memanfaatkan algoritma <i>machine learning</i> untuk mengklasifikasikan enam jenis postur duduk berdasarkan distribusi berat tubuh pengguna tanpa menggunakan sensor pada sandaran kursi [9].	Penelitian ini menggunakan <i>load cell</i> yang hanya berfungsi untuk mengklasifikasikan postur duduk tanpa dilengkapi dengan sistem notifikasi suara, sehingga belum mampu memberikan peringatan langsung kepada pengguna saat postur duduk yang tidak ergonomis terdeteksi.
3.	<i>A Smart Chair for Sitting Postures Monitoring and Seat Occupancy Detection</i> (Zaharuddin dan Shah, 2024)	Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan kursi pintar yang mampu memantau postur duduk serta mendeteksi keberadaan pengguna dengan menggunakan sensor ultrasonik dan FSR, yang bekerja dengan mengukur jarak antara punggung	Penelitian ini belum menerapkan sistem aktuator atau penggerak pada bagian punggung kursi, sehingga tidak memungkinkan penyesuaian posisi sandaran secara otomatis sesuai kebutuhan pengguna seperti mode mengetik, bersantai, atau tidur, dan masih bergantung pada notifikasi pasif tanpa dukungan

No.	Judul Penelitian	Keterangan	Kelemahan
		pengguna dan sandaran kursi serta tekanan pada bantalan duduk, lalu mengirimkan notifikasi peringatan secara <i>real-time</i> ke ponsel pengguna melalui aplikasi Blynk ketika postur duduk yang tidak ergonomis atau keberadaan pengguna terdeteksi [10].	mekanisme koreksi postur yang dapat menyesuaikan posisi duduk secara dinamis.

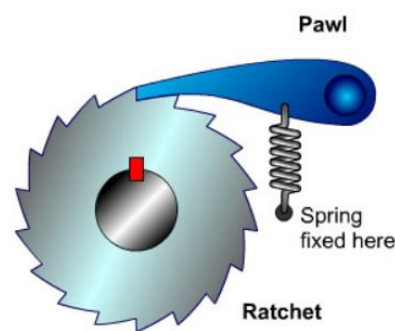
Tugas akhir ini menghadirkan solusi yang lebih optimal untuk koreksi postur tubuh dengan menggabungkan beberapa teknologi penting, yaitu penggunaan sensor *micro switch* untuk mendeteksi perubahan posisi duduk secara lebih menyeluruh, termasuk area punggung dan kepala. Tidak hanya mengandalkan deteksi pasif, sistem ini dilengkapi dengan aktuator berupa motor stepper yang terhubung ke sandaran kursi, memungkinkan pergerakan otomatis sandaran berdasarkan mode yang dipilih pengguna, yaitu mode mengetik, bersantai, atau tidur. Dengan adanya mekanisme penggerak ini, koreksi postur tidak hanya sebatas peringatan suara, tetapi juga diikuti dengan penyesuaian fisik kursi untuk menjaga ergonomi pengguna secara aktif.

Selain itu, sistem ini didukung dengan notifikasi suara menggunakan modul DFPlayer Mini yang terhubung ke *speaker*, memberikan peringatan audio secara *real-time* saat terjadi postur yang tidak sesuai. Informasi penting seperti mode kursi yang aktif dan pengingat lama duduk ditampilkan pada layar LCD 16x2 I2C untuk meningkatkan interaksi pengguna dengan alat. Perancangan ini menjawab kekurangan dari penelitian sebelumnya dengan tidak hanya memberikan deteksi dan peringatan pasif, tetapi juga menawarkan solusi koreksi aktif yang terintegrasi,

sehingga pengguna mendapatkan pengalaman duduk yang lebih sehat, nyaman, dan responsif terhadap perubahan posisi tubuh.

2.2 Mekanisme Ratchet

Mekanisme ratchet merupakan salah satu sistem mekanik yang umum digunakan dalam berbagai aplikasi teknik, terutama dalam bidang permesinan dan peralatan tangan. Prinsip kerja utama dari mekanisme ini adalah kemampuannya untuk mengatur pergerakan hanya dalam satu arah tertentu [11]. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengaplikasikan gaya atau gerakan secara berulang tanpa menyebabkan gerakan berbalik arah, sehingga efisiensi kerja dapat ditingkatkan.



Gambar 2.1 Mekanisme Ratchet [11]

Pada Gambar 2.1 mekanisme ratchet terdiri dari dua komponen utama, yaitu roda bergigi (*ratchet wheel*) dan pengunci (*pawl*). Roda bergigi dirancang dengan bentuk khusus yang memungkinkan pengunci menahan gerakannya jika berputar ke arah yang tidak diinginkan. Dengan demikian, mekanisme ini memungkinkan pergerakan maju, baik linier maupun rotasi, namun secara otomatis mengunci apabila terdapat gaya dari arah yang berlawanan. Dalam kata lain, sistem ini dapat meneruskan gerakan hanya ke satu arah sambil menghalangi gerakan dari arah sebaliknya.

2.3 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan perangkat lunak *open-source* yang digunakan untuk menulis, mengedit, dan mengunggah program ke papan mikrokontroler Arduino. Dengan antarmuka yang sederhana dan dukungan bahasa pemrograman C/C++, Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk membuat berbagai aplikasi mikrokontroler secara efisien. *Software* ini dilengkapi dengan fitur seperti serial monitor untuk memantau data secara *real-time*, pustaka (*library*) bawaan maupun eksternal, serta kompatibilitas dengan berbagai jenis papan Arduino, menjadikannya alat utama dalam pengembangan proyek-proyek berbasis mikrokontroler [12].

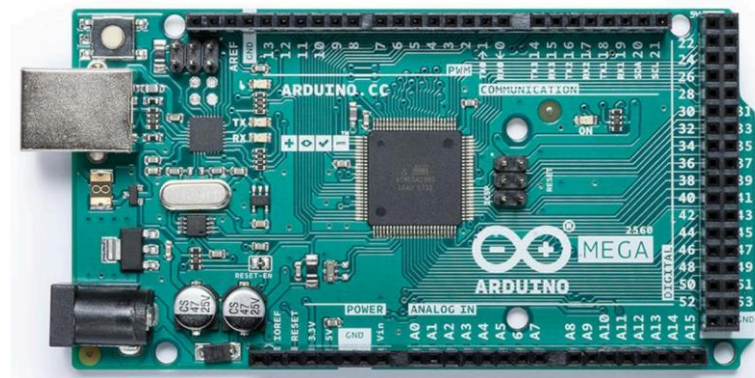
Pada tugas akhir ini, Arduino IDE digunakan sebagai platform utama untuk memprogram Arduino Mega 2560 dalam mengatur seluruh sistem alat. Seluruh logika kerja sistem, termasuk logika perubahan mode kursi berdasarkan postur duduk pengguna dan pengaturan waktu otomatis, dituliskan dan diunggah ke Arduino Mega 2560 melalui Arduino IDE.

2.4 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan papan mikrokontroler yang dibangun menggunakan IC ATmega2560 sebagai inti pengolahnya, sehingga mampu menyediakan kapasitas dan kemampuan yang lebih besar dibandingkan varian Arduino standar [13]. Arduino ini dirancang untuk aplikasi yang memerlukan jumlah pin I/O yang banyak, memori luas, serta kemampuan kontrol yang lebih kompleks. Papan ini memiliki 54 pin digital, 16 *input* analog, dan empat port UART yang memungkinkan komunikasi serial secara bersamaan [14]. Selain itu, kapasitas memori berupa 256 KB flash, 8 KB SRAM, dan 4 KB EEPROM membuatnya mampu menangani program berukuran besar maupun sistem dengan banyak sensor dan aktuator.

Selain keunggulan perangkat kerasnya yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, Arduino Mega 2560 juga menawarkan kemudahan dalam proses pengembangan berkat dukungan penuh Arduino IDE serta sifatnya yang *open-source*. Diagram

rangkaian internal dan koneksi pin yang ditampilkan pada Gambar 2.3 memperlihatkan ketersediaan antarmuka komunikasi seperti UART, I²C, dan SPI, yang memungkinkan papan ini terhubung dengan berbagai modul eksternal, termasuk sensor, driver motor, dan perangkat komunikasi nirkabel. Spesifikasi teknis utama Arduino Mega 2560, seperti jumlah pin I/O, kapasitas memori, dan tegangan operasi, dirangkum secara rinci pada Tabel 2.2. Selain itu, papan ini dilengkapi regulator tegangan serta port USB yang mempermudah proses pemrograman dan penyediaan daya.



Gambar 2.2 Arduino Mega 2560 [14]

30	RESET	(AD7)PA7	71
33	XTAL2	(AD6)PA6	72
34	XTAL1	(AD5)PA5	73
38	AREF	(AD4)PA4	74
100	AVCC	(AD3)PA3	75
99	AGND	(AD2)PA2	76
		(AD1)PA1	77
		(AD0)PA0	78
10	VCC	(OC0A)OC1PCINT7/PB7	79
31	VCC	(OC1B)PCINT8/PB6	80
61	VCC	(OC1A)PCINT5/PB5	81
80	VCC	(OC2A)PCINT4/PB4	82
11	GND	(MISO)PCINT3/PB3	83
32	GND	(MOSI)PCINT2/PB2	84
81	GND	(SCK)PCINT1/PB1	85
		(TSPIC)PCINT0/PB0	86
40	PL7	(A15)PC7	87
41	PL8	(A14)PC6	88
42	PL9(OC5C)	(A13)PC5	89
43	PL4(OC5B)	(A12)PC4	90
44	PL3(OC5A)	(A11)PC3	91
45	PL2(T5)	(A10)PC2	92
46	PL1(OC5)	(A9)PC1	93
47	PL0(OC4)	(A8)PC0	94
82	PK7(ADC16PCINT23)	(T0PD7)	95
83	PK6(ADC14PCINT22)	(T1PD6)	96
84	PK5(ADC13PCINT21)	(DCK1)PD5	97
85	PK4(ADC12PCINT20)	(ICP1)PD4	98
86	PK3(ADC11PCINT19)	(TXD1)INT3/PD3	99
87	PK2(ADC10PCINT18)	(RXD1)INT2/PD2	100
88	PK1(ADC9PCINT17)	(SDA)INT1/PD1	101
89	PK0(ADC8PCINT16)	(SCL)INT0/PD0	102
79	PJ7	(CLK0)PC3/INT7/PE7	103
69	PJ6(PCINT15)	(T3)INT5/PE6	104
68	PJ5(PCINT14)	(OC2C)INT5/PE5	105
67	PJ4(PCINT13)	(OC3B)INT4/PE4	106
66	PJ3(PCINT12)	(OC3A)INT4/PE3	107
65	PJ2(IXC3PCINT11)	(VCK0)INT0/PE2	108
64	PJ1(TXD3PCINT10)	(TXD0)PE1	109
63	PJ0(RXD3PCINT9)	(RXD0)PC0/PE0	110
22	PH7(T4)	(ADC7)TD0/PF7	111
18	PH6(OC2B)	(ADC8)TD0/PF6	112
17	PH5(OC4C)	(ADC9)TMS/PF5	113
16	PH4(OC4B)	(ADC10)TMS/PF4	114
15	PH3(OC4A)	(ADC3)PF3	115
14	PH2(OC2C)	(ADC2)PF2	116
13	PH1(TXD2)	(ADC1)PF1	117
12	PH0(RXD2)	(ADC0)PF0	118
		(OC0B)PG5	119
		(TOSC1)PG4	120
		(TOSC2)PG3	121
		(ALE)PG2	122
		(RD)PG1	123
		(WR)PG0	124

ATMEGA2560-16AU

Gambar 2.3 Skematik Arduino Mega 2560 [15]

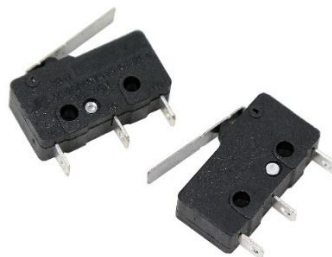
Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560 [14]

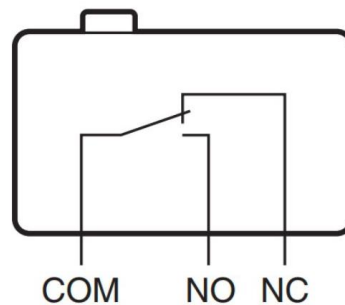
Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega2560
Tegangan Operasional	5V
Tegangan <i>Input</i>	7-12V
Jumlah Pin Digital I/O	54
Jumlah Pin Analog	16
Kecepatan Clock	16 MHz
Memori Flash	256 KB

2.5 *Micro switch*

Micro switch adalah jenis saklar mekanis yang bekerja dengan mekanisme tuas kecil dan membutuhkan gaya minimal untuk diaktifkan. Saklar ini umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi industri dan elektronik, termasuk perangkat keamanan, peralatan rumah tangga, dan sistem kontrol otomatis [16].

Pada tugas akhir ini, *micro switch* berfungsi sebagai sensor utama untuk mendeteksi keberadaan dan posisi tubuh pengguna saat duduk di kursi. Tujuh buah *micro switch* dipasang secara strategis, yaitu empat pada alas kursi, dua pada sandaran punggung, dan satu pada penahan kepala. Setiap *micro switch* akan aktif ketika menerima tekanan akibat kontak langsung dengan tubuh pengguna. Tampilan fisik komponen *micro switch* ditunjukkan pada Gambar 2.4, sedangkan konfigurasi rangkaian *micro switch* yang digunakan dalam sistem ini ditunjukkan pada Gambar 2.5.

**Gambar 2.4** *Micro switch* [16]



Gambar 2.5 Skematik *Micro switch* [17]

2.6 *Push button*

Push button adalah komponen elektronik berupa sakelar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik dalam suatu rangkaian ketika ditekan. *Push button* umumnya terdiri dari dua kondisi, yaitu *normally open* (NO) dan *normally closed* (NC). Pada kondisi NO, arus listrik tidak mengalir hingga tombol ditekan, sedangkan pada kondisi NC, arus mengalir secara kontinu dan terputus ketika tombol ditekan [18].

Pada tugas akhir ini, *push button* berfungsi sebagai alat *input* manual yang digunakan oleh pengguna untuk mengoperasikan dan mengatur mode kerja sistem kursi pintar. Sebanyak lima buah *push button* disediakan untuk memberikan kontrol langsung terhadap berbagai fungsi, seperti pemilihan mode manual atau otomatis serta pemilihan mode kursi (mengetik, santai, atau tidur). Tampilan fisik komponen *push button* ditunjukkan pada Gambar 2.6, sedangkan konfigurasi rangkaian *push button* yang digunakan dalam sistem ditunjukkan pada Gambar 2.7.



Gambar 2.6 *Push button* [18]



Gambar 2.7 Skematik *Push button*

2.7 Motor Stepper NEMA 23 Planetary Gearbox

NEMA 23 adalah motor stepper bipolar tipe hybrid dengan torsi tinggi yang memiliki pelat muka berukuran $5,84 \times 5,84$ cm. Motor ini memiliki sudut langkah sebesar $1,8$ derajat, artinya dalam satu putaran penuh terdapat 200 langkah, dan setiap langkah akan memutar poros sejauh $1,8^\circ$. Motor ini memiliki empat kabel berwarna (Hitam, Hijau, Merah, dan Biru) dengan ujung kabel terbuka. Kabel Hitam dan Hijau terhubung ke satu kumparan, sedangkan kabel Merah dan Biru terhubung ke kumparan lainnya. Motor ini dapat dikendalikan menggunakan dua rangkaian H-bridge, namun disarankan untuk menggunakan driver motor stepper untuk kontrol yang lebih stabil dan efisien [19].

Dalam tugas akhir ini, motor stepper NEMA 23 yang dilengkapi planetary gearbox digunakan sebagai penggerak bagian sandaran punggung kursi untuk mengatur posisi duduk pengguna secara otomatis. Penggunaan planetary gearbox memungkinkan sistem menghasilkan torsi yang cukup besar untuk menggerakkan mekanisme punggung kursi, tanpa membutuhkan motor berdaya tinggi yang besar. planetary gearbox bekerja dengan prinsip pembagian beban pada beberapa roda gigi planet yang berputar mengelilingi roda gigi pusat (*sun gear*), sehingga menghasilkan peningkatan torsi dan pengurangan kecepatan putar.

Nilai torsi yang dibutuhkan untuk menggerakkan sandaran punggung kursi dapat dihitung menggunakan persamaan dasar mekanika sebagai berikut:

$$\tau = m \times g \times r \quad (2.1)$$

dengan keterangan:

τ = torsi (Nm)

m = massa beban (kg)

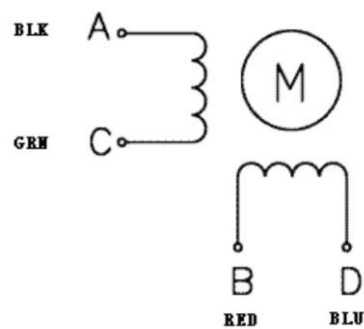
g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)

r = jarak lengan dari poros ke titik beban (m)

Tampilan fisik motor stepper NEMA 23 yang dilengkapi planetary *gearbox* ditunjukkan pada Gambar 2.8. Konfigurasi rangkaian motor stepper NEMA 23 dalam sistem ditunjukkan pada Gambar 2.9, sedangkan detail teknis perangkat, seperti torsi, sudut langkah, arus nominal, dan rasio gearbox, dirangkum pada Tabel 2.3 yang memuat spesifikasi motor stepper NEMA 23 dengan planetary *gearbox*.



Gambar 2.8 Motor Stepper NEMA 23 Planetary *Gearbox* [20]



Gambar 2.9 Skematik Motor Stepper NEMA 23 [19]

Tabel 2.3 Spesifikasi Motor Stepper NEMA 23 Planetary *Gearbox* [20]

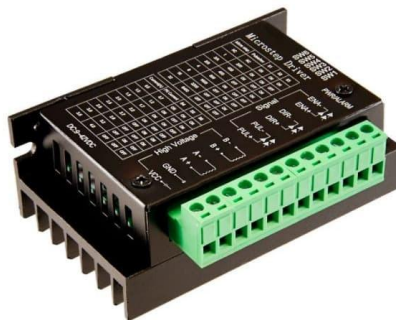
Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Operasi	12 - 24 VDC
Arus Operasi	1.68 A
Torsi (tanpa <i>gearbox</i>)	1.89 Nm
Step	1.8°

<i>Gearbox Ratio</i>	50:1
Efisiensi	35%
Torsi (dengan <i>gearbox</i>)	33 Nm

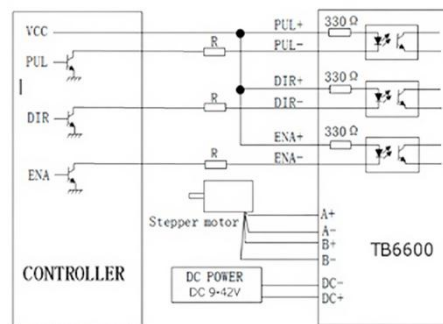
2.8 Driver Motor TB6600

TB6600 adalah driver motor stepper berbasis PWM (*Pulse Width Modulation*) yang dirancang untuk mengontrol motor stepper bipolar dengan arus tinggi. Driver ini mendukung berbagai mode microstepping, mulai dari *full-step* hingga 1/32 step, sehingga meningkatkan presisi pergerakan motor. TB6600 bekerja dengan tegangan operasi antara 9V hingga 40V dan mampu menangani arus hingga 4A per fase, sehingga cocok digunakan untuk motor stepper NEMA 23 dalam proyek yang memerlukan torsi tinggi dan kontrol yang akurat [21].

Pada tugas akhir ini, driver motor TB6600 berfungsi sebagai pengendali motor stepper NEMA 23 dengan planetary *gearbox* yang digunakan untuk mengatur pergerakan sandaran punggung kursi secara otomatis. Tampilan fisik driver motor TB6600 ditunjukkan pada Gambar 2.10, sedangkan konfigurasi rangkaian dan hubungan sinyal kendali antara mikrokontroler dan driver motor TB6600 ditunjukkan pada Gambar 2.11. Detail teknis perangkat, seperti rentang arus, tegangan kerja, serta mode *microstepping*, dirangkum pada Tabel 2.4 yang memuat spesifikasi driver motor TB6600.



Gambar 2.10 Driver Motor TB6600 [22]



Gambar 2.11 Skematik Driver Motor TB660 [22]

Tabel 2.4 Spesifikasi Driver Motor TB6600 [22]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	9-42 V
Arus Masukan	0-5 A
Arus Keluaran	0-4 A
Daya Maksimal	160 W

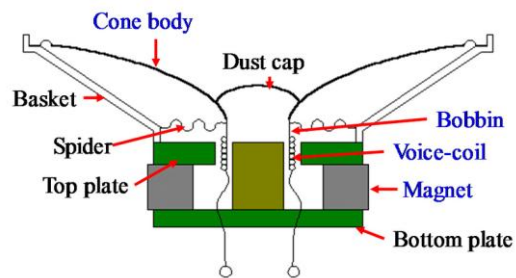
2.9 *Speaker*

Speaker adalah perangkat *output* yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara yang dapat didengar oleh manusia. Prinsip kerja *speaker* didasarkan pada konversi energi listrik menjadi energi mekanik melalui gerakan membran yang menghasilkan gelombang suara. Sinyal listrik yang diberikan ke kumparan dalam *speaker* menciptakan medan magnet yang berinteraksi dengan magnet permanen di dalamnya, menyebabkan membran *speaker* bergetar dan menghasilkan suara [23].

Pada tugas akhir ini, *speaker* berfungsi sebagai media *output* audio yang memberikan peringatan suara kepada pengguna terkait postur duduk yang buruk maupun pengingat untuk melakukan peregangan setelah duduk dalam jangka waktu tertentu. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.12 menunjukkan tampilan fisik dari *speaker*. sedangkan konfigurasi komponen ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.12 *Speaker* [23]



Gambar 2.13 Skematik Speaker [24]

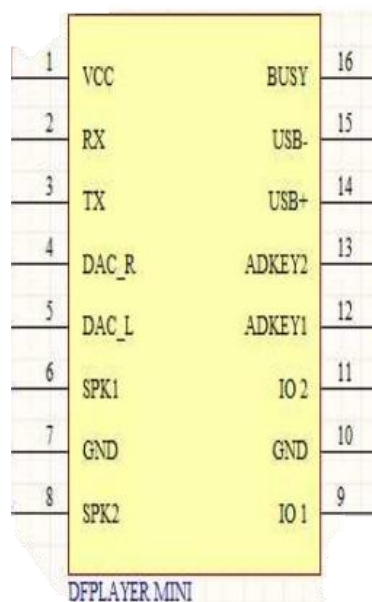
2.10 DFPlayer Mini

DFPlayer Mini adalah modul pemutar audio MP3 yang ringkas dan mudah digunakan dengan mikrokontroler seperti Arduino. Modul ini dapat membaca file MP3 dari kartu microSD dan memiliki fitur seperti kontrol volume, equalizer, serta pemutaran file secara langsung melalui perintah serial [25].

Pada tugas akhir ini, DFPlayer Mini berperan sebagai modul pemutar audio yang digunakan untuk mengeluarkan suara peringatan melalui *speaker*. Modul ini membaca file suara berformat MP3 yang disimpan di dalam kartu microSD, kemudian memutarnya sesuai perintah dari mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.14 menunjukkan tampilan fisik dari DFPlayer Mini, sedangkan konfigurasi rangkaian DFPlayer mini ditunjukkan pada Gambar 2.15.



Gambar 2.14 DFPlayer Mini [25]



Gambar 2.15 Skematik DfPlayer Mini [26]

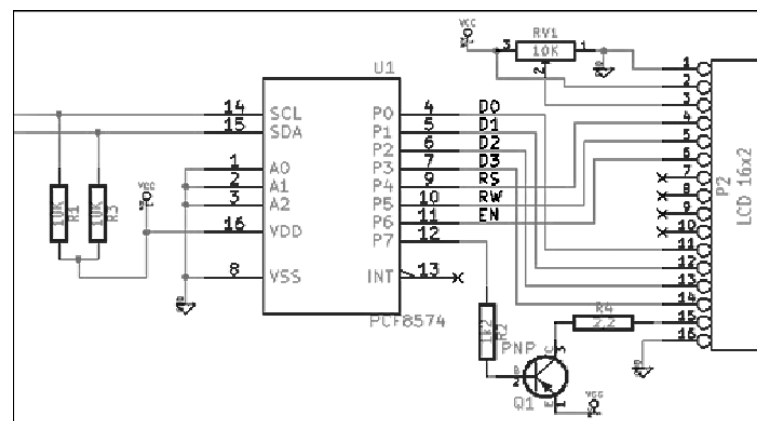
2.11 LCD 16x2 dan Modul I2C

LCD (*Liquid Crystal Display*) 16x2 I2C adalah modul tampilan berbasis kristal cair yang memiliki 16 karakter per baris dengan total 2 baris. Modul ini menggunakan komunikasi I2C (*Inter-Integrated Circuit*) untuk mengurangi jumlah pin yang diperlukan, sehingga lebih hemat dalam penggunaan pin mikrokontroler dibandingkan dengan antarmuka paralel. LCD dengan antarmuka I2C lebih efisien karena hanya memerlukan dua jalur komunikasi, yaitu SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*), yang memungkinkan pengiriman data secara serial tanpa mengorbankan banyak pin pada mikrokontroler [27].

Pada tugas akhir ini, LCD 16x2 I2C digunakan sebagai media tampilan informasi yang berfungsi untuk menampilkan status mode kursi, durasi waktu duduk, dan notifikasi peringatan kepada pengguna. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.16 menunjukkan tampilan fisik dari LCD 16x2 I2C, sedangkan konfigurasi rangkaian LCD 16x2 I2C ditunjukkan pada Gambar 2.17.



Gambar 2.16 LCD16x2 dan Modul I2C [27]



Gambar 2.17 Skematik LCD 16x2 I2C [28]

2.12 MPU-6050

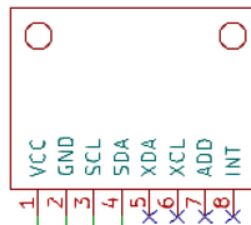
MPU-6050 merupakan modul IMU populer yang memadukan 3-axis *accelerometer* dan 3-axis *gyroscope* dalam satu chip [29]. Sensor ini menggunakan antarmuka I2C sehingga mudah dihubungkan dengan mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32.

MPU-6050 memiliki konverter ADC 16-bit yang membaca data secara simultan dari tiga sumbu, sehingga memungkinkan pengukuran orientasi secara *real-time*. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.18 menunjukkan tampilan fisik dari MPU-

6050, sedangkan skematik MPU-6050 ditunjukkan pada Gambar 2.19. Detail teknis dari perangkat ini dapat dilihat pada Tabel 2.5 yang memuat spesifikasi penting dari MPU-6050.



Gambar 2.18 MPU-6050 [29]



Gambar 2.19 Skematik MPU6050 [30]

Tabel 2.5 Spesifikasi MPU-6050 [29]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	3-5 V
Komunikasi	I2C
<i>Gyroscopes Ranges</i>	$\pm 250 \text{ degree/sec}$ $\pm 500 \text{ degree/sec}$ $\pm 1000 \text{ degree/sec}$ $\pm 2000 \text{ degree/sec}$
<i>Acceleration Ranges</i>	$\pm 2 \text{ g}$ $\pm 4 \text{ g}$ $\pm 8 \text{ g}$

2.13 Power supply

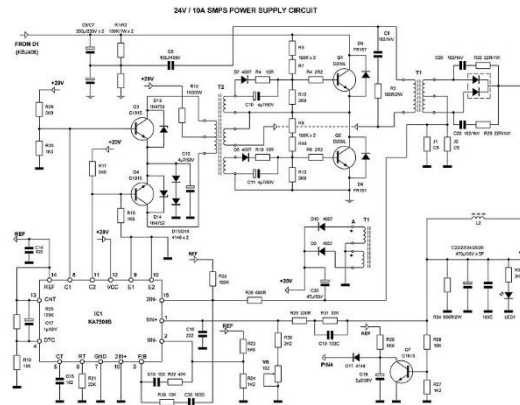
Catu daya merupakan perangkat elektronika yang berfungsi menyediakan sumber energi listrik agar rangkaian atau komponen lain dapat beroperasi dengan

benar [31]. Secara umum, *power supply* bertugas menyalurkan tegangan dan arus yang sesuai dengan kebutuhan beban, sehingga memastikan setiap komponen menerima daya dalam kondisi stabil dan aman. Terdapat dua jenis utama *power supply*, yaitu *power supply* linear dan *power supply switching* (SMPS). *Power supply* linear memanfaatkan transformator dan regulator linier untuk menghasilkan keluaran yang stabil, namun cenderung berukuran besar serta kurang efisien karena banyak energi terbuang sebagai panas. Sebaliknya, *power supply* jenis *switching* bekerja dengan teknik pensaklaran berfrekuensi tinggi, sehingga lebih efisien, berdimensi lebih kecil, dan mampu menyediakan daya dengan konsumsi energi yang lebih rendah.

Pada proyek tugas akhir ini, digunakan *power supply switching* 24V/10A sebagai sumber utama untuk menyuplai daya ke motor stepper NEMA 23 dan driver TB6600. Tegangan 24V dipilih untuk memberikan torsi yang cukup kuat agar sandaran kursi dapat bergerak dengan stabil, sedangkan arus maksimal 10A memastikan motor bekerja optimal tanpa penurunan performa. Sebagai ilustrasi perangkat ini ditampilkan pada Gambar 2.20, sedangkan konfigurasi rangkaian *power supply switching* 24V/10A ditunjukkan pada Gambar 2.15. Spesifikasi teknis seperti tegangan masukan, keluaran, serta arus dapat dilihat pada Tabel 2.6.



Gambar 2.20 *Power Supply* [32]



Gambar 2.21 Skematik *Power Supply* SMPS [33]

Tabel 2.6 Spesifikasi *Power supply* [32]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	AC 220V 50-60Hz
Tegangan Keluaran	24 VDC
Arus Keluaran	10 A

2.14 *Buck Converter* LM2596

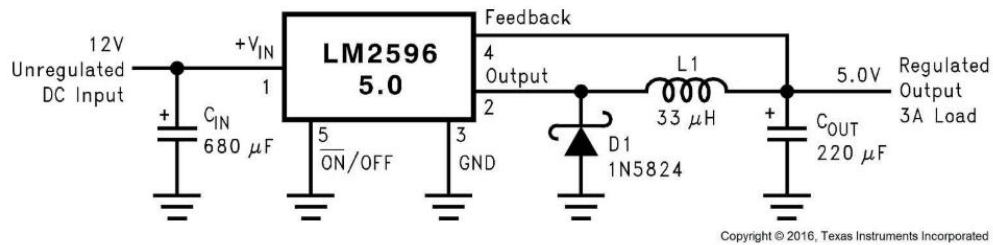
Buck Converter LM2596 adalah modul konversi daya jenis *step-down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan *input* menjadi tegangan *output* yang lebih rendah dan stabil. Modul ini bekerja dengan prinsip *switching regulator*, sehingga memiliki efisiensi tinggi dibandingkan dengan regulator linier. LM2596 mampu menerima tegangan *input* hingga 40V dan mengubahnya menjadi tegangan *output* antara 1.23V hingga 37V dengan arus hingga 2A–3A. Modul ini juga dilengkapi fitur proteksi terhadap *over-current* dan *over-temperature*, serta dapat diatur *output* tegangannya menggunakan potensiometer yang tersedia pada modul [12].

Dalam tugas akhir ini, modul *buck converter* LM2596 digunakan untuk menurunkan tegangan dari *power supply* utama 24VDC yang dibutuhkan oleh Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali sistem dan relay. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.22 menunjukkan tampilan fisik dari *buck converter* LM2596, sedangkan konfigurasi rangkaian *buck converter* LM2596 ditunjukkan pada Gambar 2.23.

Detail teknis dari perangkat ini dapat dilihat pada Tabel 2.7 yang memuat spesifikasi penting dari *buck converter* LM2596.



Gambar 2.22 Buck Converter LM2596 [34]



Gambar 2.23 Skematik Buck Converter LM2596 [34]

Tabel 2.7 Spesifikasi Buck Converter LM2596 [34]

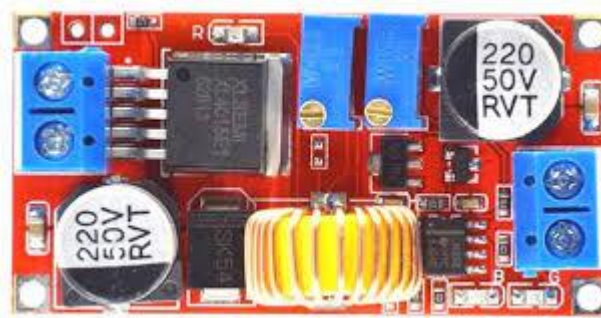
Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	3VDC – 40VDC
Tegangan Keluaran	1.5 VDC – 35VDC
Arus Keluaran Maksimal	3 A
Frekuensi	150 KHz

2.15 Buck Converter XL4015

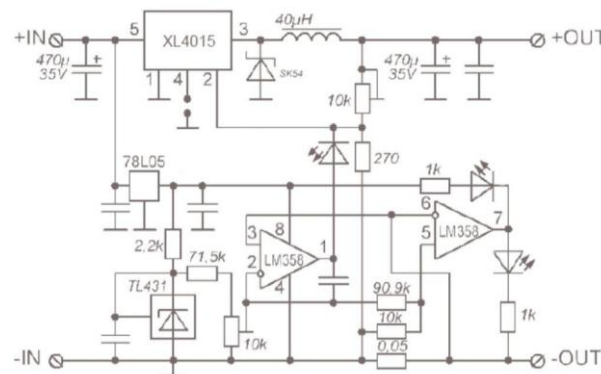
Modul *step down* (*buck converter*) merupakan rangkaian penurun tegangan DC yang dilengkapi dengan potensiometer *multiturn* sebagai pengatur keluaran [35]. Dengan adanya pengaturan ini, tegangan *output* dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem atau perangkat yang digunakan. Terdapat berbagai jenis modul step-down dengan fungsi yang beragam, salah satunya adalah XL4015. Modul XL4015 bekerja pada frekuensi tetap sekitar 180 kHz, mampu menyuplai arus

beban hingga 5A, serta memiliki efisiensi tinggi, ripple rendah, dan stabilitas regulasi baik terhadap tegangan maupun beban.

Dalam penelitian ini, modul XL4015 difungsikan sebagai penurun tegangan dari sumber catu daya sebesar 12V DC agar sesuai dengan kebutuhan komponen *central lock*. Dengan menggunakan modul ini, suplai daya yang masuk ke komponen dapat lebih stabil dan terlindungi dari lonjakan tegangan yang berpotensi merusak. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.24 menunjukkan tampilan fisik dari *buck converter* XL4015, sedangkan konfigurasi rangkaian *buck converter* XL4015 ditunjukkan pada Gambar 2.25. Detail teknis dari perangkat ini dapat dilihat pada Tabel 2.8 yang memuat spesifikasi penting dari *buck converter* XL4015.



Gambar 2.24 Buck Converter XL4015 [36]



Gambar 2.25 Skematik Buck Converter XL4015 [36]

Tabel 2.8 Spesifikasi *Buck Converter XL4015* [36]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	8VDC – 36VDC
Tegangan Keluaran	1.25 VDC – 32VDC
Arus Keluaran Maksimal	5 A
Frekuensi	180 KHz

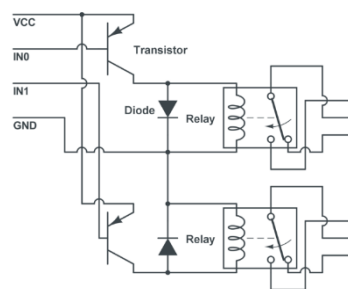
2.16 Relay 2 Channel

Relay merupakan komponen elektronika yang bekerja sebagai saklar elektromekanis dan dapat diaktifkan menggunakan sinyal listrik bertegangan rendah [37]. Di dalam relay terdapat lilitan kawat (kumparan) yang membentuk solenoid. Ketika arus mengalir melalui solenoid, medan magnet akan terbentuk dan menarik tuas logam untuk menutup atau membuka kontak saklar. Dengan demikian, relay dapat digunakan untuk mengendalikan arus dan tegangan besar tanpa harus langsung menghubungkan komponen pengendali (seperti mikrokontroler) dengan beban utama. Fitur isolasi ini sangat penting untuk menjaga keselamatan dan kestabilan sistem, terutama dalam aplikasi kontrol otomatis berbasis mikrokontroler.

Dalam proyek ini, relay digunakan sebagai saklar untuk memutus dan menyambungkan tegangan 12 VDC yang digunakan oleh sistem *central lock*. Ketika mikrokontroler memberikan sinyal ke relay, maka kontak saklar akan menutup dan menghubungkan tegangan 12 VDC ke *central lock*, sehingga aktuator pada sistem pengunci pintu akan bekerja. Sebaliknya, ketika sinyal dihentikan, relay akan memutuskan sambungan, dan arus ke *central lock* terputus. Dengan mekanisme ini, relay memungkinkan pengendalian *central lock* secara otomatis menggunakan logika digital tanpa perlu saklar manual. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.26 menunjukkan tampilan fisik dari relay, sedangkan konfigurasi rangkaian relay 2 channel ditunjukkan pada Gambar 2.27. Detail teknis dari perangkat ini dapat dilihat pada Tabel 2.9 yang memuat spesifikasi penting dari relay.



Gambar 2.26 Relay 2 Channel [37]



Gambar 2.27 Skematik Relay 2 Channel [38]

Tabel 2.9 Spesifikasi Relay 2 Channel [39]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Koil	5 VDC
Arus Koil	71.4 mA
Tipe Kontak	SPDT
Kapasitas Beban Kontak	10A / 250VAC atau 10A / 30VDC

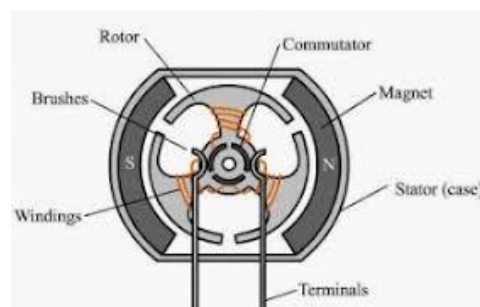
2.17 Central lock

Central lock adalah sistem penguncian otomatis yang dipasang pada kendaraan untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna [40]. Sistem ini memungkinkan pengemudi untuk mengunci atau membuka semua pintu mobil secara bersamaan hanya melalui satu tombol atau pengunci utama, biasanya terletak di sisi pintu pengemudi. Mekanisme ini umumnya terdiri dari aktuator, motor listrik kecil, serta serangkaian tuas atau *gear* yang terhubung dengan kunci pintu. Teknologi *central lock* modern dapat dioperasikan secara manual, elektrik, maupun melalui sinyal *remote wireless* sebagai bagian dari sistem alarm mobil.

Dalam alat yang dirancang, sistem *central lock* dimanfaatkan untuk menggerakkan mekanisme ratchet yang berfungsi sebagai penggerak pada pengunci *shaft*. Relay yang dikendalikan oleh mikrokontroler akan menghubungkan atau memutuskan tegangan 12VDC ke aktuator *central lock*, sehingga aktuator dapat bergerak maju atau mundur. Gerakan ini secara mekanis dimanfaatkan untuk menarik atau mendorong tuas ratchet yang menjadi bagian penting dalam sistem penguncian atau pergerakan alat. Sebagai ilustrasi, Gambar 2.28 menunjukkan tampilan fisik dari relay, sedangkan konfigurasi rangkaian *central lock* ditunjukkan pada Gambar 2.29. Detail teknis dari perangkat ini dapat dilihat pada Tabel 2.10 yang memuat spesifikasi penting dari relay.



Gambar 2.28 *Central lock* [40]



Gambar 2.29 Skematik Dinamo *Central Lock* [41]

Tabel 2.10 Spesifikasi *Central lock* [42]

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Masukan	12VDC
Arus Masukan	<3.5 A
Kekuatan Dorong	>4 kg