

BAB IV

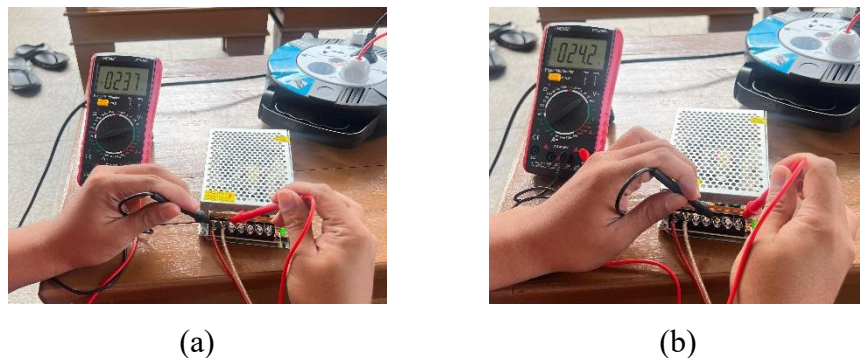
PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Fungsionalitas Komponen

Pengujian fungsionalitas komponen dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen pada sistem kursi pintar untuk pengaturan posisi duduk dan peringatan suara postur tubuh berbasis Arduino Mega 2560 berfungsi sesuai dengan perancangan. Pengujian ini dilakukan secara individual terhadap setiap komponen perangkat keras (*hardware*) yang terpasang pada kursi. Tujuannya adalah untuk mendeteksi adanya kesalahan atau kerusakan pada komponen sebelum sistem dijalankan secara keseluruhan.

4.1.1 Pengujian Catu Daya

Catu daya merupakan komponen utama yang menyediakan tegangan untuk seluruh sistem. Hasil yang diharapkan adalah tegangan stabil pada 24VDC tanpa fluktuasi signifikan. Pengujian ini memastikan bahwa suplai daya tidak mengganggu performa komponen lainnya.



Gambar 4.1 (a) Pengukuran Tegangan *Input* Catu Daya, (b) Pengukuran Tegangan *Output* Catu Daya

Gambar 4.1 menunjukkan proses pengukuran tegangan pada catu daya menggunakan multimeter. Hasil pengukuran digunakan untuk memastikan bahwa catu daya berfungsi dengan baik dalam mengonversi tegangan listrik.

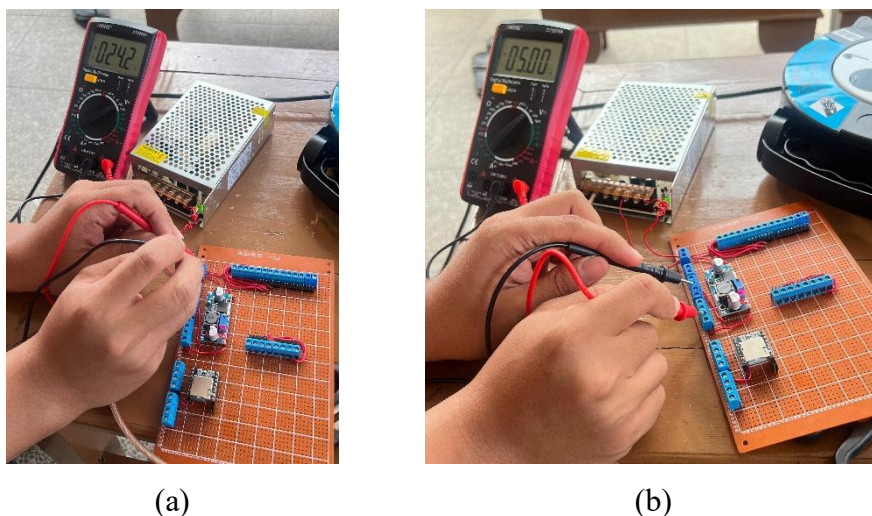
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Catu Daya

Keterangan	Spesifikasi	Tegangan Terukur
Tegangan <i>Input</i> PLN	220 VAC	237 VAC
Tegangan <i>Output</i> Catu Daya	24 VDC	24,2 VDC

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa tegangan *input* dan output catu daya masih berada dalam batas normal dan sesuai dengan spesifikasi, sehingga dapat disimpulkan bahwa catu daya bekerja dengan baik.

4.1.2 Pengujian Modul *Stepdown* LM2596

Modul stepdown LM2596 digunakan untuk menurunkan tegangan dari 24V menjadi 5V, sesuai kebutuhan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dan komponen lainnya seperti DFPlayer Mini dan LCD I2C.



Gambar 4.2 (a) Pengukuran Tegangan *Input* Modul *Stepdown* LM2596, (b) Pengukuran Tegangan *Output* Modul *Stepdown* LM2596

Gambar 4.2 menunjukkan proses pengukuran tegangan pada modul *stepdown* LM2596 menggunakan multimeter. Pengujian dilakukan dengan mengatur potensiometer pada modul hingga diperoleh tegangan *output* 5V, kemudian diukur menggunakan multimeter. Hasil pengukuran digunakan

untuk memastikan bahwa modul *stepdown* LM2596 berfungsi dengan baik dalam menurunkan tegangan listrik.

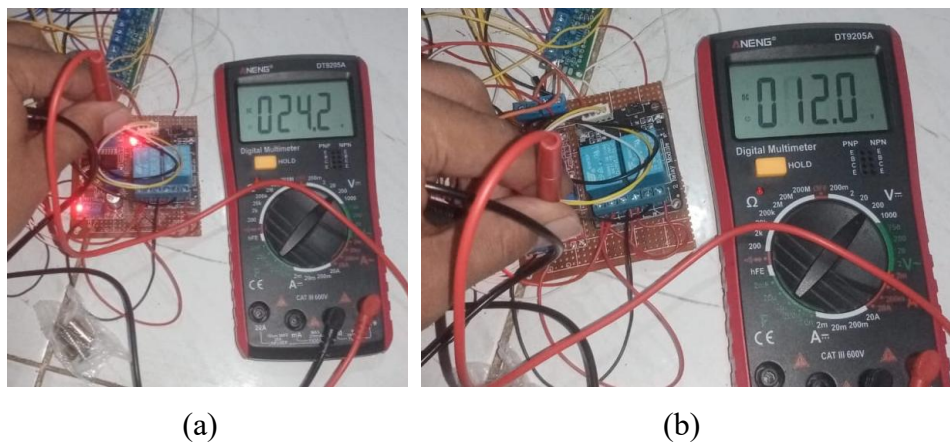
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Modul *Stepdown* LM2596

Keterangan	Spesifikasi	Tegangan Terukur
Tegangan <i>Input Stepdown</i>	24 VDC	24,2 VDC
Tegangan <i>Output Stepdown</i>	5 VDC	5 VDC

Tabel 4.2 menunjukkan bahwa modul *stepdown* LM2596 mampu menurunkan tegangan dari 24,2 VDC menjadi 5 VDC sesuai spesifikasi. Hal ini menandakan bahwa modul bekerja dengan baik dan siap digunakan untuk mensuplai beban dengan tegangan rendah.

4.1.3 Pengujian Modul *Stepdown* XL4015

Modul *stepdown* XL4015 digunakan untuk menurunkan tegangan dari 24V menjadi 12V, sesuai kebutuhan komponen *central lock*.



Gambar 4.3 (a) Pengukuran Tegangan *Input* Modul *Stepdown* XL4015, (b) Pengukuran Tegangan *Output* Modul *Stepdown* XL4015

Gambar 4.3 menunjukkan proses pengukuran tegangan pada modul *stepdown* XL4015 menggunakan multimeter. Pengujian dilakukan dengan mengatur potensiometer pada modul hingga diperoleh tegangan *output* 12V, kemudian diukur menggunakan multimeter. Hasil pengukuran digunakan untuk memastikan bahwa modul *stepdown* XL4015 berfungsi dengan baik dalam menurunkan tegangan listrik.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Modul *Stepdown* XL4015

Keterangan	Spesifikasi	Tegangan Terukur
Tegangan <i>Input Stepdown</i>	24 VDC	24,2 VDC
Tegangan <i>Output Stepdown</i>	12 VDC	12 VDC

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa modul *stepdown* LM2596 mampu menurunkan tegangan dari 24,2 VDC menjadi 12 VDC sesuai spesifikasi. Hal ini menandakan bahwa modul bekerja dengan baik dan siap digunakan untuk mensuplai beban dengan tegangan rendah.

4.1.4 Pengujian LCD 16x2 I2C

LCD I2C digunakan untuk menampilkan informasi seperti mode kerja kursi, status postur, dan peringatan. Hasil yang diharapkan adalah teks tampil dengan jelas di layar, tidak terjadi *flickering*, dan seluruh baris serta kolom dapat menampilkan karakter dengan benar. Pengujian ini juga memastikan bahwa komunikasi I2C berjalan baik antara Arduino dan modul LCD.

**Gambar 4.4** Pengujian LCD 16x2 I2C

Gambar 4.4 menunjukkan hasil pengujian awal program yang digunakan untuk menampilkan teks pada LCD 16x2 I2C. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa komunikasi antara mikrokontroler dan

LCD berjalan dengan baik, serta modul LCD mampu menampilkan karakter sesuai dengan perintah dari program.

4.1.5 Pengujian *Push button*

Push button digunakan sebagai *input* utama bagi pengguna untuk memilih mode posisi kursi secara manual, otomatis, mode mengetik, santai, dan tidur. Setiap tombol mewakili satu perintah spesifik yang akan dijalankan ketika ditekan, sehingga sistem dapat segera mengatur sudut sandaran sesuai mode yang dipilih. Dengan pembagian fungsi tombol yang jelas, pengguna dapat mengubah posisi kursi secara cepat dan terkontrol tanpa perlu melakukan pengaturan tambahan.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4.5 (a) Pengujian *Push button* Mode Manual, (b) Pengujian *Push button* Mode Otomatis, (c) Pengujian *Push button* Mode Mengetik, (d) Pengujian *Push button* Mode Santai, (e) Pengujian *Push button* Mode Tidur

Gambar 4.5 menunjukkan hasil pengujian berbagai *push button* untuk memilih mode kerja pada sistem, yaitu mode mengetik, santai, tidur, manual, dan otomatis. Pengujian dilakukan dengan menekan masing-

masing tombol dan mengamati respons yang ditampilkan pada LCD 16x2 I2C. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap tombol berhasil mengirimkan sinyal sesuai fungsinya, ditandai dengan munculnya informasi mode yang aktif pada tampilan LCD.

4.1.6 Pengujian *Micro switch*

Pengujian *micro switch* dilakukan untuk memastikan kinerja dan sensitivitas sensor dalam mendeteksi posisi tubuh pengguna pada kursi otomatis. Sensor *micro switch* berperan penting dalam sistem ini karena berfungsi sebagai pendeteksi tekanan atau sentuhan fisik yang menandakan keberadaan pengguna pada titik-titik tertentu, seperti alas duduk, sandaran punggung, dan sandaran kepala (*headrest*).

4.1.6.1 Pengujian *Micro switch* Postur Duduk

Pengujian *micro switch* postur duduk dilakukan untuk memastikan bahwa sensor yang terpasang pada bagian alas, sandaran punggung, dan sandaran kepala mampu mendeteksi keberadaan pengguna sesuai kondisi duduk yang sebenarnya.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.6 (a) Pengujian *Micro switch* Alas, (b) Pengujian *Micro switch* Punggung, (c) Pengujian *Micro switch* Kepala

Gambar 4.6 menunjukkan hasil pengujian masing-masing sensor *micro switch*. Setiap pengujian dilakukan dengan menekan masing-masing *micro switch* dan memantau respons yang muncul pada LCD 16x2. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua *micro switch* berfungsi dengan baik, ditandai dengan munculnya indikator status pada layar LCD sesuai dengan kondisi yang terdeteksi oleh sensor.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Micro switch* Postur Duduk

Posisi <i>Micro switch</i>	Kondisi yang Terdeteksi	<i>Micro switch</i> Tertekan
Alas	Alas	4
Sandaran Punggung	Punggung	2
Sandaran Kepala	Kepala	1

Hasil pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa setiap kelompok *micro switch* merespons sesuai lokasi pemasangannya. Empat sensor pada alas aktif ketika pengguna menempatkan beban tubuh secara penuh pada dudukan. Dua sensor pada sandaran punggung teraktivasi saat ada tekanan langsung pada permukaan sandaran. Satu sensor pada sandaran kepala cukup untuk mengidentifikasi kontak kepala pengguna. Pola aktivasi ini menegaskan bahwa sistem hanya mendeteksi keberadaan tekanan fisik pada area pemasangan sensor, tanpa melakukan interpretasi lebih jauh mengenai kualitas atau variasi postur pengguna.

4.1.6.2 Pengujian *Micro switch* Derajat

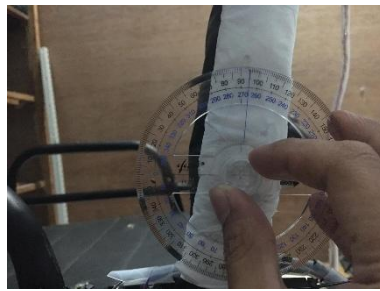
Pengujian *micro switch* derajat dilakukan untuk mengetahui kemampuan sistem dalam mendeteksi perubahan sudut kemiringan sandaran kursi serta memastikan ketepatan posisi berhenti sesuai rancangan mekanis. Pengujian dilakukan dengan menggerakkan sandaran kursi pada beberapa posisi, yaitu 90° , 100° , 115° , dan 130° , baik pada arah *clockwise* (CW) maupun *counterclockwise* (CCW). Sudut berhenti yang dihasilkan dari aktivasi *micro switch* kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran sudut busur aktual.



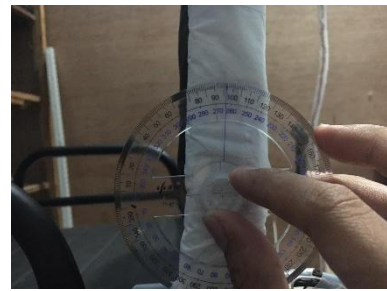
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Gambar 4.7 (a) Pengujian *Micro switch* 90° CW, (b) Pengujian *Micro switch* 90° CCW, (c) Pengujian *Micro switch* 100° CW, (d) Pengujian *Micro switch* 100° CCW, (e) Pengujian *Micro switch* 115° CW, (f) Pengujian *Micro switch* 115° CCW, (g) Pengujian *Micro switch* 130°

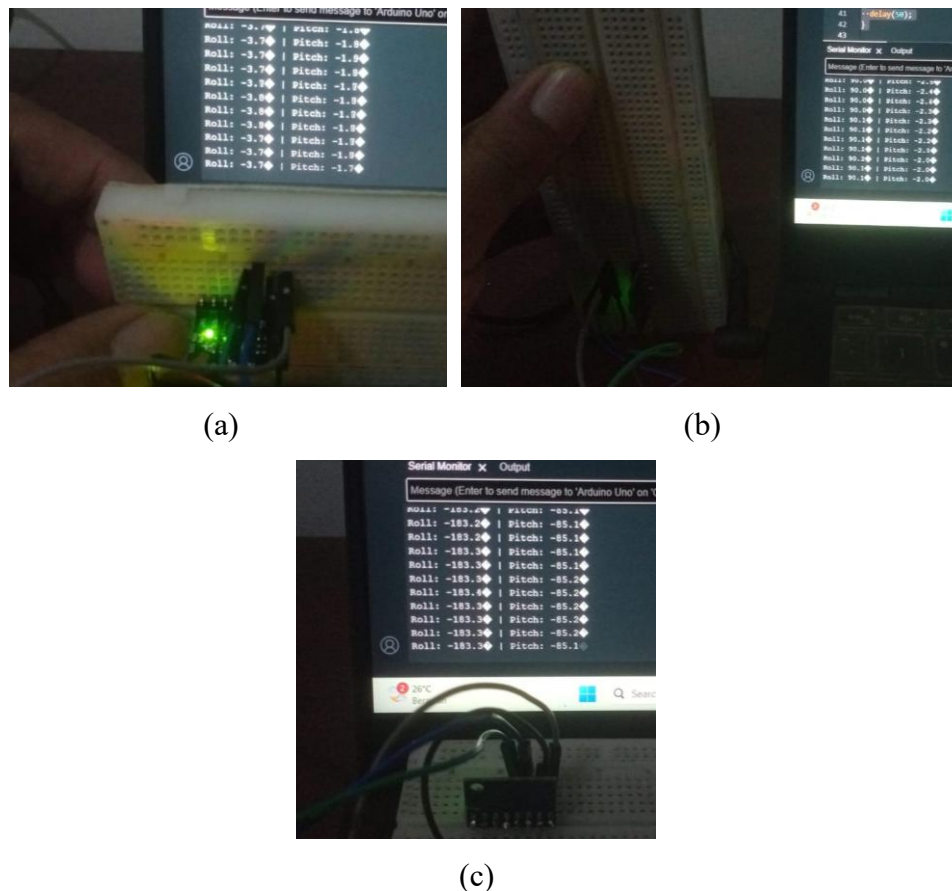
Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Micro switch* Derajat

Sudut <i>Micro switch</i>	Arah Gerak	Sudut Pengukuran Aktual	Selisih Sudut	<i>Error</i> (%)
90°	CW	90°	0°	0
90°	CCW	85°	5°	5.56
100°	CW	95°	5°	5
100°	CCW	97°	3°	3
115°	CW	115°	0°	0
115°	CCW	110°	5°	4.3
130°	CW	130°	0°	0

Gambar 4.7 menunjukkan hasil pengujian sensor *micro switch* pada setiap sudut kemiringan sandaran kursi, di mana berdasarkan data pada Tabel 4.6 sistem mampu mendeteksi perubahan sudut dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Pada arah *clockwise* (CW), *micro switch* aktif pada sudut yang mendekati nilai rancangan yaitu 90°, 100°, 115°, dan 130°, dengan selisih maksimum 5°, bahkan pada sudut 90°, 115°, dan 130° tidak ditemukan deviasi sehingga menunjukkan konsistensi sistem yang tinggi. Sementara itu, pada arah *counterclockwise* (CCW) terdapat selisih pengukuran antara 3° hingga 5° yang disebabkan oleh toleransi mekanis. Secara keseluruhan, hasil pengujian menghasilkan rerata *error* sebesar 2,55%, yang menunjukkan bahwa tingkat kesalahan sistem masih berada dalam batas toleransi mekanik, sehingga penempatan *micro switch* dapat dinyatakan cukup akurat dan dapat diandalkan dalam menentukan posisi kemiringan sandaran punggung secara presisi.

4.1.7 Pengujian MPU-6050

MPU-6050 berfungsi sebagai sensor inersia yang mendeteksi percepatan gravitasi pada sumbu X, Y, dan Z. Dalam pengujian ini, fokus diarahkan pada pengukuran sudut kemiringan (*pitch* dan *roll*) dengan membandingkan nilai sudut hasil perhitungan dari sensor terhadap sudut referensi yang diukur menggunakan busur derajat.



Gambar 4.8 (a) Pengujian MPU-6050 0°, (b) Pengujian MPU-6050 90°, (c) Pengujian MPU-6050 180°

Gambar 4.8 menunjukkan hasil pengujian masing-masing sensor MPU-6050. Pengujian dilakukan dengan menempatkan modul sensor pada bidang datar, kemudian memiringkan sensor secara bertahap pada sudut referensi 0°, 90°, dan 180°. Nilai pembacaan sensor dihitung menggunakan data akselerometer dan ditampilkan melalui serial monitor.

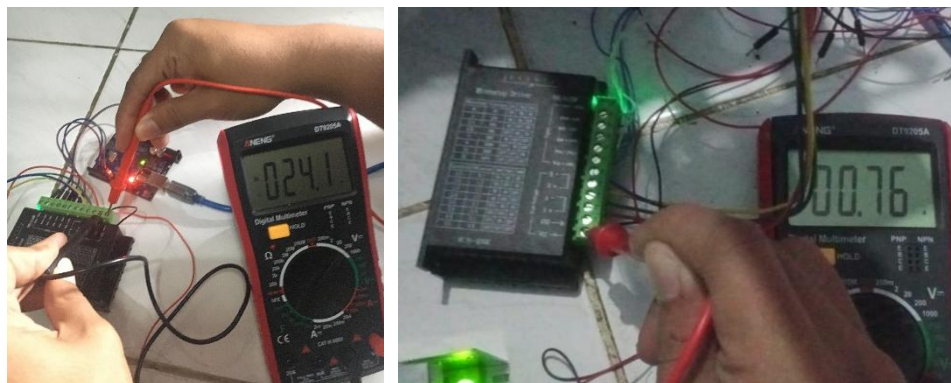
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sumbu X (*Pitch*) MPU-6050

Sudut Referensi (°)	Sudut Sensor (°)	Error (°)
0	3,8	3,8
90	90,1	0,1
180	183,3	3,3

Hasil pengujian sensor MPU-6050 pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa pada sudut referensi 0° sensor membaca $3,8^\circ$ dengan error $3,8^\circ$, pada sudut 90° sensor membaca $90,1^\circ$ dengan error hanya $0,1^\circ$, dan pada sudut 180° sensor membaca $183,3^\circ$ dengan error $3,3^\circ$; dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa MPU-6050 mampu mendeteksi sudut dengan cukup akurat, terutama pada posisi tengah (90°) dengan error yang sangat kecil, sedangkan pada posisi 0° dan 180° masih terdapat deviasi beberapa derajat yang perlu diperhatikan.

4.1.8 Pengujian Driver Motor TB6600

Driver TB6600 digunakan untuk mengendalikan motor stepper NEMA 23. Driver dianggap berfungsi dengan baik apabila dapat menerima sinyal dari Arduino dan menggerakkan motor sesuai arah dan jumlah langkah yang diinstruksikan.



(a)

(b)

Gambar 4.9 (a) Pengujian Tegangan *Input*, (b) Pengujian Arus *Input*

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Driver Motor TB6600

Keterangan	Spesifikasi	Tegangan Terukur
Tegangan <i>Input</i>	24 VDC	24,1 VDC
Arus <i>Output</i>	1,5 A	0,76 A

Pengujian driver motor TB6600 ditampilkan pada Gambar 4.9, yang menunjukkan proses pengukuran tegangan dan arus menggunakan multimeter digital. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa driver menerima suplai tegangan dan arus yang sesuai dan sinyal kontrol dari Arduino dapat terbaca dengan baik oleh modul driver.

Hasil pengujian pada Tabel 4.8 driver motor stepper TB6600 menunjukkan bahwa tegangan *input* sebesar 24,1 VDC sesuai dengan spesifikasi 24 VDC sehingga catu daya dapat dikatakan normal dan stabil. Pengukuran arus *input* diperoleh sebesar 0,76 A, lebih rendah dari spesifikasi arus maksimum 1,5 A yang disetel melalui DIP switch driver. Hal ini wajar karena arus yang terbaca pada sisi suplai merupakan arus rata-rata yang digunakan driver, sedangkan arus puncak ke kumparan motor diatur secara internal oleh sistem *chopper* TB6600 sesuai setting DIP. Dengan demikian, hasil pengujian mengindikasikan bahwa driver bekerja normal, catu daya sesuai spesifikasi, dan arus suplai berada dalam kisaran yang aman.

4.1.9 Pengujian Motor Stepper NEMA 23 Planetary Gearbox

Motor stepper NEMA 23 dengan planetary gearbox digunakan sebagai aktuator utama untuk mengatur kemiringan sandaran kursi. Penggunaan motor ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan gerakan rotasi yang presisi berdasarkan jumlah langkah yang terkontrol, sehingga posisi sandaran dapat diatur dengan akurat sesuai perintah sistem. Planetary gearbox berfungsi untuk memperbesar torsi keluaran motor agar mampu menggerakkan dan menahan beban mekanis dari sandaran kursi dengan lebih ringan dan stabil.



(a)



(d)

Gambar 4.10 (a) Pengujian Gerak Motor, (b) Pengujian Arus Motor

Hasil pengujian motor stepper NEMA 23 dengan planetary *gearbox* ditunjukkan pada Gambar 4.10, yang menunjukkan gerak motor pada sandaran kursi serta pengukuran arus motor. Berdasarkan pengamatan, motor mampu mengangkat beban tersebut dengan baik tanpa kehilangan langkah, yang menandakan bahwa torsi keluaran setelah melalui *gearbox* sudah mencukupi untuk menggerakkan mekanisme sandaran kursi. Pengukuran arus pada driver motor menunjukkan nilai 0,82 A, dengan arus puncak disetel sebesar 1,5 A, sehingga motor masih bekerja pada batas aman.

4.1.10 Pengujian DFPlayer Mini

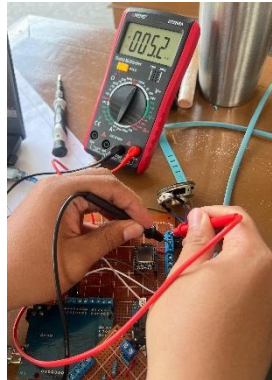
DFPlayer Mini berfungsi untuk memutar file audio sebagai peringatan suara. Modul dinyatakan berfungsi apabila dapat membaca file dari microSD dan mengirimkan sinyal audio ke *speaker* dengan benar.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.11 (a) Pengukuran Tegangan *Input* DFPlayer Mini, (b) Pengukuran Tegangan RX TX DFPlayer Mini, (c) Pengukuran Tegangan Pin ke *Speaker* dari DFPlayer Mini

Gambar 4.11 menunjukkan hasil pengukuran tegangan pada modul DFPlayer Mini menggunakan multimeter digital. Pengukuran dilakukan pada tiga titik utama, yaitu tegangan *input*, tegangan pada jalur komunikasi RX dan TX, serta tegangan keluaran menuju *speaker*. Pengukuran ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul menerima suplai tegangan yang sesuai dan seluruh koneksi bekerja dengan baik guna mendukung fungsi pemutaran suara.

4.1.11 Pengujian *Speaker*

Speaker merupakan *output* dari DFPlayer Mini yang menghasilkan peringatan suara untuk postur buruk atau waktu peregangan. *Speaker* dianggap berfungsi baik apabila suara terdengar jelas, tidak pecah, dan memiliki volume yang memadai. Suara juga harus muncul secara sinkron dengan pemicunya, seperti perubahan status postur pengguna. Pengujian dilakukan dengan mengukur hambatan pada pin *speaker* menggunakan multimeter. Hasil pengukuran menunjukkan adanya lonjakan hambatan saat DFPlayer Mini mengirimkan sinyal audio, yang menandakan bahwa sinyal telah diteruskan ke *speaker* dan komponen berfungsi sebagaimana mestinya.

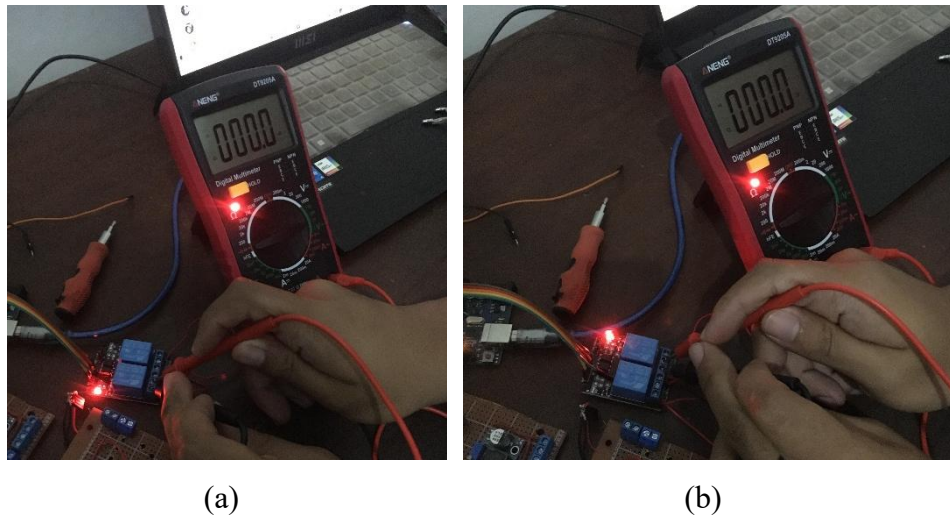


Gambar 4.12 Pengukuran Hambatan Pin *Speaker* Ketika *Speaker* Bersuara

Gambar 4.12 menunjukkan proses pengukuran hambatan pada pin *speaker* saat *speaker* mengeluarkan suara, menggunakan multimeter digital. Pengukuran ini dilakukan untuk memastikan adanya sinyal listrik yang dikirim oleh DFPlayer Mini ke *speaker*. Hasilnya menunjukkan adanya lonjakan hambatan saat suara diputar, yang menandakan bahwa *speaker* menerima sinyal audio dan berfungsi dengan baik dalam memberikan *output* suara sesuai dengan perintah sistem.

4.1.12 Pengujian Relay 2 Channel

Relay merupakan komponen saklar elektronik yang digunakan untuk menghubungkan atau memutus arus listrik ke beban eksternal, dalam hal ini sistem *central lock*. Relay dianggap berfungsi dengan baik apabila terdengar suara klik saat diaktifkan, serta terdapat perubahan pada kondisi sambungan internalnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter dalam mode *continuity (beeping)*, di mana probe multimeter ditempatkan pada terminal *output* relay (common dan *normally open*/NO). Saat sinyal kontrol dari mikrokontroler diberikan, relay aktif, dan multimeter mengeluarkan bunyi yang menandakan adanya koneksi listrik antara terminal tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa relay berhasil merespon sinyal dan menyambungkan rangkaian sesuai fungsinya.

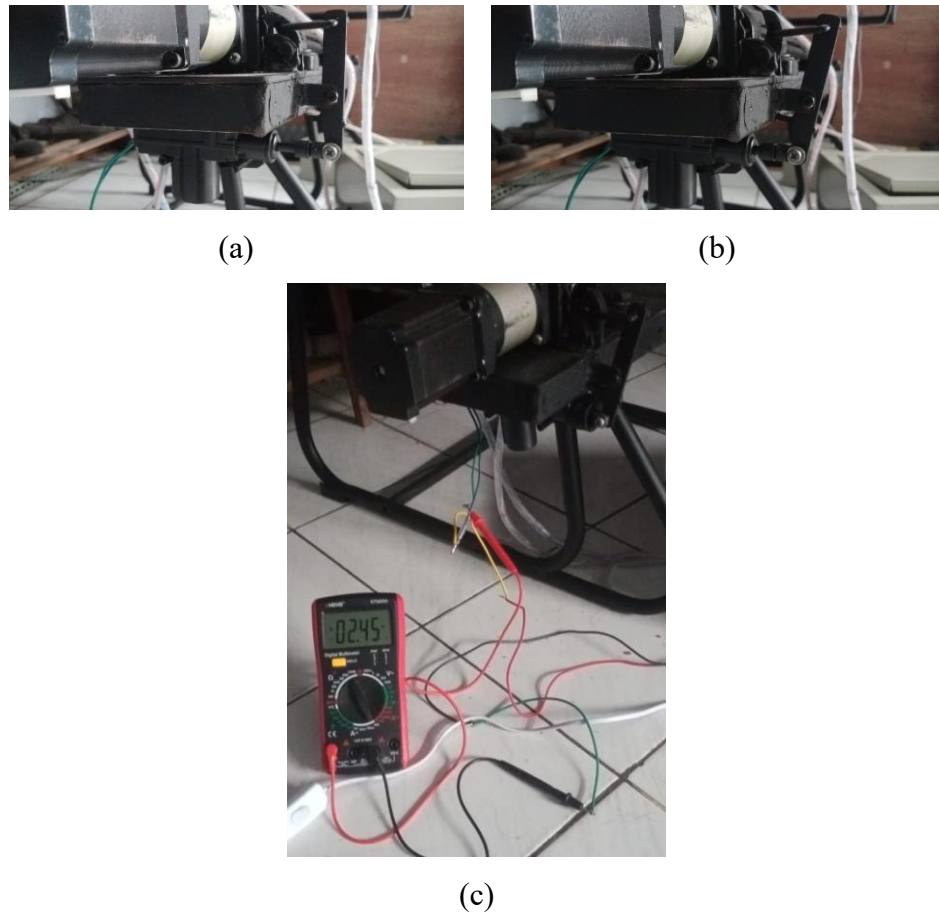


Gambar 4.13 (a) Pengujian Sambungan NO (*Normally Open*) Pada *Channel 1*, (b) Pengujian Sambungan NO (*Normally Open*) Pada *Channel 2*

Gambar 4.13 menunjukkan hasil pengujian sambungan NO (*Normally Open*) pada *channel 1* dan *channel 2* relay menggunakan multimeter dalam *mode continuity (beep)*. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa sambungan NO hanya akan terhubung saat relay diaktifkan. Saat belum diaktifkan, tidak terdapat kontinuitas antara terminal COM dan NO. Setelah diberikan sinyal aktif dari Arduino, multimeter mengeluarkan bunyi yang menandakan bahwa sambungan NO tertutup dan arus dapat mengalir. Hasil ini menunjukkan bahwa kedua *channel* relay berfungsi dengan baik sesuai prinsip kerja *normally open*.

4.1.13 Pengujian *Central lock*

Central lock merupakan aktuator yang bertugas menggerakkan mekanisme kunci pada kendaraan secara otomatis. *Central lock* dinyatakan berfungsi dengan baik apabila dapat bergerak membuka dan menutup apabila diberikan tegangan. Pengujian dilakukan dengan memberikan daya 12VDC. Hasil pengujian menunjukkan adanya pergerakan aktuator, yang menandakan bahwa *central lock* merespon tegangan dengan baik.



Gambar 4.14 (a) Pengujian Pergerakan *Central lock* Maju, (b) Pengujian Pergerakan *Central lock* Mundur, (c) Pengujian Arus *Central lock*

Gambar 4.14 menunjukkan hasil pengujian pergerakan aktuator *central lock* dalam dua arah, yaitu maju dan mundur. Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan dari modul buck converter secara langsung ke aktuator. Pergantian arah gerak dilakukan dengan membalik polaritas tegangan pada terminal aktuator, sehingga aktuator dapat bergerak maju untuk mengunci dan mundur untuk membuka mekanisme pengunci. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aktuator berfungsi dengan baik dan responsif terhadap perubahan arah arus listrik. Berdasarkan pengukuran arus menggunakan multimeter, diperoleh nilai 2.45 A, yang masih berada dalam batas wajar karena sesuai dengan spesifikasi aktuator *central lock* yang memiliki arus maksimum di bawah 3.5 A. Hal ini menunjukkan bahwa

aktuator bekerja secara efisien tanpa mengalami beban berlebih atau penurunan performa selama pengujian berlangsung.

4.2 Pengujian Keseluruhan Alat

Setelah seluruh komponen diuji secara individual dan dinyatakan berfungsi dengan baik, dilakukan pengujian sistem secara keseluruhan. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi integrasi antar komponen dan memastikan bahwa alat kursi pintar untuk pengaturan posisi duduk dan peringatan suara postur tubuh berbasis Arduino Mega 2560 bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dalam berbagai skenario untuk menilai respon sistem terhadap masukan pengguna dan kondisi postur.

4.2.1 Pengujian Mode Manual

Pengujian mode manual bertujuan untuk memastikan bahwa kursi dapat diatur posisinya menggunakan *input push button*. Prosedur dilakukan dengan menekan 3 tombol yaitu mengetik (100°), santai (115°), dan tidur (130°). Setiap opsi yang dipilih melalui *push button* akan memicu motor stepper untuk menggerakkan sandaran kursi menuju sudut yang sesuai, kemudian dikunci oleh *central lock*.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Mode Manual

Hasil Uji Komponen	Gerak Awal	Mode Mengetik	Mode Santai	Mode Tidur
<i>Push button</i>	Manual	Mengetik	Santai	Tidur
<i>Micro switch</i> Derajat	90° (CW atau CCW)	100° (CW atau CCW)	115° (CW atau CCW)	130°
<i>Micro switch</i> Postur Duduk	OFF	ON (deteksi postur duduk)	OFF	OFF

Motor	ON (ke 90°)	ON (ke 100°)	ON (ke 115°)	ON (ke 130°)
		0002.mp3 (mode		
	0011.mp3 (mode	mengetik diaktifkan)	0003.mp3 (mode	0004.mp3 (mode tidur
<i>Speaker</i>	manual diaktifkan)	dan 0001.mp3 (perbaiki postur anda)	santai diaktifkan)	diaktifkan)
	ON (deteksi motor gerak ke arah CW atau CCW)	OFF	OFF	OFF
<i>MPU-6050</i>				
<i>Central lock</i>	ON	ON	ON	ON

Pada tahap gerak awal, sistem diuji untuk memastikan bahwa posisi sandaran kursi bergerak secara otomatis menuju sudut awal 90° sebelum pengguna memilih mode pengoperasian. Proses ini dilakukan dengan menekan tombol manual, yang mengaktifkan motor stepper untuk menggerakkan sandaran dari posisi semula ke posisi tegak (90°). Selama pergerakan berlangsung, sensor MPU-6050 mendeteksi arah rotasi motor baik searah jarum jam (CW) maupun berlawanan arah jarum jam (CCW) guna memastikan sistem bekerja dalam arah yang benar. Setelah posisi awal tercapai, sistem memberikan notifikasi suara melalui *speaker* dengan file audio “0011.mp3 – mode manual diaktifkan” sebagai tanda bahwa mode manual siap digunakan. Pada kondisi ini, *micro switch* derajat mendeteksi sudut 90°, dan *central lock* aktif untuk menstabilkan posisi sandaran kursi sebelum pengguna memilih mode berikutnya.

Pada pengujian mode mengetik, pengguna menekan tombol *push button* mengetik untuk memicu motor stepper bergerak hingga mencapai

sudut 100°. Setelah posisi ini tercapai, sistem memutar suara notifikasi “0002.mp3 – mode mengetik diaktifkan” sebagai tanda bahwa mode telah aktif. Pada mode ini, *micro switch* postur duduk berfungsi untuk mendeteksi keberadaan pengguna serta menilai posisi duduknya. Apabila sensor mendeteksi postur buruk, sistem akan memberikan peringatan suara “0001.mp3 – perbaiki postur anda” melalui *speaker*. Selain itu, jika pengguna tetap berada dalam mode mengetik selama lebih dari 30 menit, sistem juga mengeluarkan pengingat suara untuk melakukan peregangan. Berdasarkan hasil pengujian, motor stepper mampu mencapai sudut 100° secara stabil, dengan *micro switch* derajat mendeteksi batas kemiringan secara tepat dan *central lock* aktif untuk memastikan posisi sandaran aman dan tidak bergeser selama mode mengetik berlangsung.

Pada pengujian mode santai, *push button* santai ditekan, yang memicu motor stepper menggerakkan sandaran kursi ke sudut 115°. Setelah mencapai posisi ini, *speaker* memutar file audio “0003.mp3 – mode santai diaktifkan” sebagai penanda bahwa sistem telah berpindah ke mode santai. Sensor *micro switch* derajat mendeteksi sudut pada kisaran 115°, dan *central lock* kembali aktif untuk menjaga kestabilan posisi. Selama pengujian, sistem menunjukkan bahwa pergerakan motor stepper berlangsung halus tanpa hentakan, serta sensor bekerja secara konsisten dalam mendeteksi batas kemiringan sandaran. Mode santai ini ditujukan untuk posisi duduk setengah rebah, di mana sensor postur tidak aktif karena deteksi postur hanya diperlukan pada mode mengetik.

Sementara itu, pada pengujian mode tidur, *push button* tidur ditekan, yang menggerakkan motor stepper hingga mencapai sudut 130° sebagai posisi maksimum sandaran kursi. Pada posisi ini, *speaker* memutar file audio “0004.mp3 – mode tidur diaktifkan” untuk memberikan informasi kepada pengguna bahwa sistem telah berada pada mode tidur. Sensor *micro switch* derajat mendeteksi sudut 130° dan *central lock* aktif tepat pada posisi

tersebut, berfungsi untuk mengunci mekanisme agar tetap stabil saat digunakan dalam posisi berbaring penuh. Hasil pengujian menunjukkan bahwa motor stepper mampu menahan beban sandaran tanpa mengalami penurunan posisi atau slip pada *gearbox*. Secara keseluruhan, seluruh tahapan pengujian menunjukkan bahwa sistem mode manual berfungsi dengan baik, di mana koordinasi antara *push button*, motor stepper, *micro switch*, *speaker*, MPU-6050, dan *central lock* berjalan secara sinkron dalam mengatur posisi sandaran kursi secara presisi dan aman.

4.2.2 Pengujian Mode Otomatis

Pada pengujian mode otomatis, sistem tidak lagi bergantung pada tombol *input*, melainkan secara langsung membaca kombinasi status dari *micro switch* untuk menentukan mode kerja. Sistem secara otomatis mengaktifkan mode mengetik di awal, jika sensor *micro switch* tertekan hingga punggung kursi, sistem mengatur kursi ke mode santai dan jika semua sensor *micro switch* tertekan, maka sistem akan mengubah posisi kursi ke mode tidur. Setelah posisi kursi ditentukan berdasarkan kondisi sensor, sistem juga tetap menjalankan fungsi pemantauan postur pada mode mengetik. Sama seperti mode manual, jika salah satu sensor dalam mode mengetik tidak tertekan, sistem akan memberikan peringatan suara. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem dapat merespons perubahan postur pengguna secara otomatis dan menyesuaikan posisi kursi tanpa *input* langsung dari tombol.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Mode Otomatis

Hasil Uji Komponen	Gerak Awal	Mode Mengetik	Mode Santai	Mode Tidur
<i>Push button</i>	Otomatis	OFF	OFF	OFF
<i>Micro switch</i> Derajat	90° (CW atau CCW)	100° (CW atau CCW)	115° (CW atau CCW)	130°

Hasil Uji Komponen	Gerak Awal	Mode Mengetik	Mode Santai	Mode Tidur
<i>Micro switch</i>	OFF	ON (deteksi postur duduk)	ON (2 Punggung)	ON (1 Kepala)
Postur Duduk				
Motor	ON (ke 90°)	ON (ke 100°)	ON (ke 115°)	ON (ke 130°)
<i>Speaker</i>	0011.mp3 (mode manual diaktifkan)	0002.mp3 (mode mengetik diaktifkan) dan 0001.mp3 (perbaiki postur anda)	0003.mp3 (mode santai diaktifkan)	0004.mp3 (mode tidur diaktifkan)
MPU-6050	ON (deteksi motor gerak ke arah CW atau CCW)	OFF	OFF	OFF
<i>Central lock</i>	ON	ON	ON	ON

Pada tahap awal pengujian, sistem berada dalam posisi awal dengan kemiringan sandaran sebesar 90°. Pengujian mode otomatis dimulai dengan menekan tombol *push button* otomatis. Saat mode ini aktif, motor stepper bergerak menuju posisi awal 90°, dan sensor MPU-6050 digunakan untuk mendeteksi arah pergerakan motor, baik searah jarum jam (CW) maupun berlawanan arah jarum jam (CCW). Selain itu, *speaker* mengeluarkan suara peringatan “0011.mp3” yang menandakan bahwa mode otomatis telah diaktifkan. *Central lock* juga diatur aktif untuk memastikan sandaran terkunci dengan stabil sebelum beralih ke mode berikutnya.

Pada mode mengetik, sandaran kursi diatur menuju sudut 100° , dan *micro switch* postur duduk mendeteksi keberadaan pengguna dengan kondisi tertekan (ON). Sistem akan menyesuaikan posisi sandaran secara otomatis berdasarkan sinyal dari *micro switch* derajat. Saat posisi mencapai sudut yang sesuai, *speaker* memutar file suara “0002.mp3” sebagai indikasi bahwa mode mengetik aktif. Jika postur yang terdeteksi oleh sensor alas menunjukkan kondisi buruk, sistem secara otomatis mengeluarkan peringatan suara “0001.mp3” untuk mengingatkan pengguna agar memperbaiki posisi duduknya.

Selanjutnya, pada mode santai, sandaran kursi bergerak menuju posisi 115° . Pada kondisi ini, *micro switch* pada alas dan sensor pada sandaran punggung mendeteksi adanya tekanan, menandakan bahwa pengguna dalam posisi bersandar sebagian. Motor stepper berhenti secara otomatis saat *micro switch* 115 derajat tertekan, dan *central lock* aktif untuk menahan posisi sandaran. *Speaker* mengeluarkan file suara “0003.mp3” sebagai indikator bahwa mode santai telah diaktifkan dan sistem berada pada posisi stabil.

Terakhir, pada mode tidur, sandaran kursi bergerak hingga mencapai sudut 130° . Sensor *micro switch* pada sandaran punggung dan sandaran kepala dalam kondisi tertekan, yang menunjukkan bahwa pengguna berada dalam posisi berbaring penuh. *Central lock* kembali aktif untuk menjaga kestabilan sandaran selama mode tidur berlangsung. *Speaker* kemudian memutar file suara “0004.mp3” sebagai tanda bahwa mode tidur telah tercapai. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sistem mode otomatis dapat mengatur posisi kursi secara bertahap, mendeteksi kondisi pengguna secara akurat, serta memberikan respon audio yang sesuai dengan setiap perubahan mode.