# BAB IV
# PENGUJIAN DAN ANALISIS

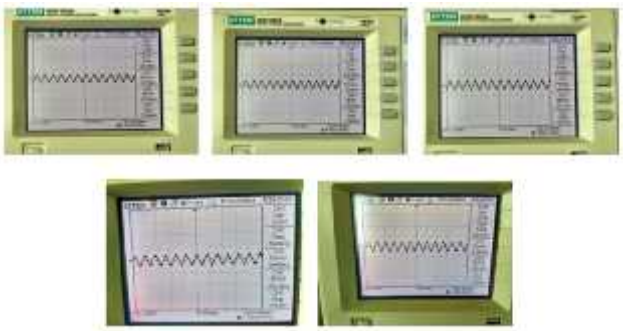
Pengujian dan analisis ini bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dirancang, apakah sudah seperti yang diharapkan atau tidak seperti yang diharapkan. Pengujian akan meliputi percobaan sistem instrumentasi EMG dan pengujian *accelerometer* pada sensor IMU, kemudian menganalisa data hasil pengujian tersebut.

## 4.1 Pengujian Instrumentasi EMG

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan teori tentang karakteristik sinyal EMG dan pengaruh kontraksi otot terhadap sinyal EMG tersebut. Pengujian ini dilakukan pada osiloskop dan *software* mikrokontroler Arduino IDE dengan 3 kondisi yaitu, kondisi kaki tegak lurus, kondisi menekuk lutut ke belakang, dan kondisi melangkahkan kaki ke depan.

### 4.1.1 Pengujian Kondisi Kaki Tegak Lurus

Pada pengujian kali ini yaitu pengujian terhadap kaki normal dalam keadaan kaki tegak lurus. Berikut adalah hasil realisasi pengujian sensor EMG.



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian Kondisi Kaki Tegak Lurus Pada Osiloskop

Berdasarkan gambar hasil dari 5 kali pengujian pada osiloskop di atas dapat diambil data yang ditunjukkan pada di bawah ini.

**Tabel 4.1** Data Hasil Pengujian Pembacaan Sinyal EMG pada Osiloskop untuk Kondisi Kaki Tegak Lurus

| Pengujian | Vpp | Frekuensi |
|---|---|---|
| Pengujian Pertama | 1,84 Vpp | 104,1 Hz |
| Pengujian Kedua | 1,92 Vpp | 58,48 Hz |
| Pengujian Ketiga | 2,00 Vpp | 50,00 Hz |
| Pengujian Keempat | 2,16 Vpp | 50,00 Hz |
| Pengujian Kelima | 2,24 Vpp | 50,00 Hz |

Dari Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa nilai Vpp terendah dan tertinggi dari 5 kali pengujian adalah antara 1,84 – 2,24 Vpp. Dan penguatan yang dirancang penguatan yang dirancang pada rangkaian instrumentasi EMG ini adalah 500 kali, dimana terjadi tiga kali penguatan di dalam instrumentasi EMG tersebut. Sehingga dapat diketahui sinyal *input* EMG aslinya sebesar.

$$V_{in}\ (Pertama) = \frac{V_p}{A} = \frac{1{,}84\ V}{500} = 3{,}68\ m$$

$$V_{in}\ (Kedua) = \frac{V_p}{A} = \frac{1{,}92\ V}{500} = 3{,}84\ m$$

$$V_{in}\ (Ketiga) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}00\ V}{500} = 4{,}00\ m$$

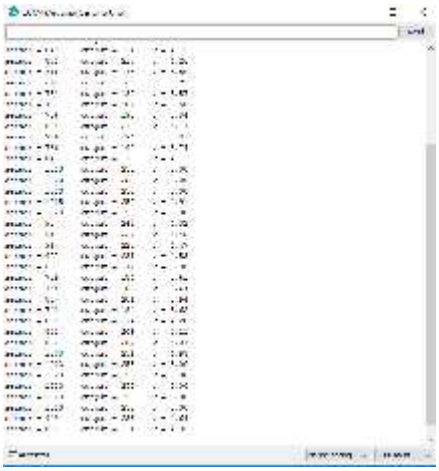
$$V_{in}\ (Keempat) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}16\ V}{500} = 4{,}32\ m$$

$$V_{in}\ (Kelima) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}24\ V}{500} = 4{,}48\ m$$

Dari perhitungan di atas didapat bahwa sinyal input dari EMG aslinya memiliki nilai Vpp terendah pada 3,68mVpp dan nilai Vpp tertinggi pada 4,48mVpp. Dan berdasarkan tentang teori karakteristik sinyal EMG yang

berada pada rentang tegangan 0 – 10 mV, hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa daerah kerja tegangan dari sinyal EMG berada pada rentang tersebut.

Dan berdasarkan data hasil percobaan dari Tabel 4.1 juga didapat bahwa frekuensi dari sinyal EMG yang terbaca berada pada frekuensi terendah 50,00 Hz dan frekuensi tertinggi 104,1 Hz dan frekuensi ini telah memenuhi range frekuensi sinyal EMG yang berkisar antara 20-500 Hz.



**Gambar 4.2** Hasil Pengujian EMG di *software Arduino* Kondisi Kaki Tegak Lurus

) Pengujian Kondisi Tegak Lurus

$$N \quad A \quad = \frac{V_{i} \ (T \qquad h)}{V_r} \ x \ b \quad A \quad = \frac{3{,}25 \ V}{5 \ V} \ x \ 1023 = 665b$$

$$N \quad A \quad = \frac{V_{i} \ (T \qquad )}{V_r} \ x \ b \quad A \quad = \frac{5{,}00 \ V}{5 \ V} \ x \ 1023 = 1023b$$

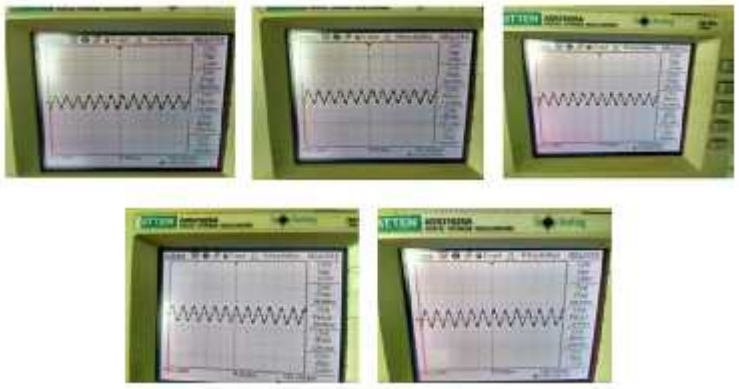
Karena menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC yang dinyatakan dalam $2^n$ - 1 (n=jumlah bit) nilai diskrit, Karena mikrokontroler yang digunakan adalah 10 bit maka.

$$b \quad A \quad = 2^n - 1 \ = \ 2^1 \ - 1 \ = 1023b$$

Karena hasil data seperti pengujian tersebut hal ini bisa dikarenakan karena faktor posisi peletakan sensor elektroda EMG di mana pada setiap satu titik peletakan sensor eletroda EMG memiliki area yang cukup besar sehingga sensor yang digunakan tidak dapat mencakup hampir seluruh area titik peletakkan sensor elektroda karena titik peletakan sensor yang cukup luas komponen sensor elektroda yang digunakan jadi kurang maksimal dalam mendapatkan hasil pengukuran EMG yang didapat dan tidak adanya rangkaian *level shifter*, tujuan dari *level shifter* adalah agar seluruh sinyal yang masuk dapat terbaca oleh pin analog mikrokontroler.

### 4.1.2 Pengujian Kondisi Kaki Melangkahkan Kaki Kedepan

Pada pengujian kali ini yaitu pengujian terhadap kaki normal dalam keadaan kaki melangkahkan kaki kedepan. Berikut adalah hasil realisasi pengujian sensor EMG.



**Gambar 4.3** Hasil Pengujian Kondisi Kaki Melangkahkan Kaki Depan Pada Osiloskop

Berdasarkan gambar hasil dari 5 kali pengujian pada osiloskop di atas dapat diambil data yang ditunjukkan pada di bawah ini.

**Tabel 4.2** Data Hasil Pengujian Pembacaan Sinyal EMG pada Osiloskop untuk Kondisi Kaki Melangkahkan Kaki Depan

| Pengujian | Vpp | Frekuensi |
|---|---|---|
| Pengujian Pertama | 2,48 Vpp | 50,25 Hz |
| Pengujian Kedua | 2,56 Vpp | 50,25 Hz |
| Pengujian Ketiga | 2,64 Vpp | 50,25 Hz |
| Pengujian Keempat | 2,72 Vpp | 50,00 Hz |
| Pengujian Kelima | 2,80 Vpp | 50,25 Hz |

Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa nilai Vpp terendah dan tertinggi dari 5 kali pengujian adalah antara 2,48 – 2,80 Vpp. Dan penguatan yang dirancang penguatan yang dirancang pada rangkaian instrumentasi EMG ini adalah 500 kali, dimana terjadi tiga kali penguatan di dalam instrumentasi EMG tersebut. Sehingga dapat diketahui sinyal *input* EMG aslinya sebesar.

$$V_{i} (P \quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}48\ V}{500} = 4{,}96\ m$$

$$V_{i} (K \quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}56\ V}{500} = 5{,}12\ m$$

$$V_{i} (K \quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}64\ V}{500} = 5{,}28\ m$$

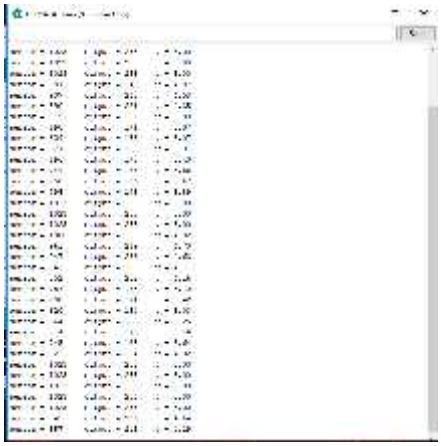
$$V_{i} (K \quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}72\ V}{500} = 5{,}44\ m$$

$$V_{i} (K \quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}80\ V}{500} = 5{,}60\ m$$

Dari perhitungan di atas didapat bahwa sinyal input dari EMG aslinya memiliki nilai Vpp terendah pada 4,96mVpp dan nilai Vpp tertinggi pada 5,60mVpp. Dan berdasarkan tentang teori karakteristik sinyal EMG yang berada pada rentang tegangan 0 – 10 mV, hasil pengujian tersebut

membuktikan bahwa daerah kerja tegangan dari sinyal EMG berada pada rentang tersebut.

Dan berdasarkan data hasil percobaan dari Tabel 4.2 juga didapat bahwa frekuensi dari sinyal EMG yang terbaca berada pada frekuensi terendah 50,00 Hz dan frekuensi tertinggi 50,25 Hz dan frekuensi ini telah memenuhi range frekuensi sinyal EMG yang berkisar antara 20-500 Hz.



**Gambar 4.4** Hasil Pengujian EMG di *software Arduino* Kondisi Melangkahkan Kaki Ke Depan

) Pengujian Kondisi Melangkahkan Kaki Ke Depan

$$N \quad A \quad = \frac{V_{ti}\ (T \qquad h)}{V_r}\ x\ b \quad A \quad = \frac{3{,}03\ V}{5\ V}\ x\ 1023 = 790b$$

$$N \quad A \quad = \frac{V_{ti}\ (T \qquad )}{V_r}\ x\ b \quad A \quad = \frac{5{,}00\ V}{5\ V}\ x\ 1023 = 1023b$$

Karena menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC yang dinyatakan dalam $2^n$ - 1 (n=jumlah bit) nilai diskrit, Karena mikrokontroler yang digunakan adalah 10 bit maka.

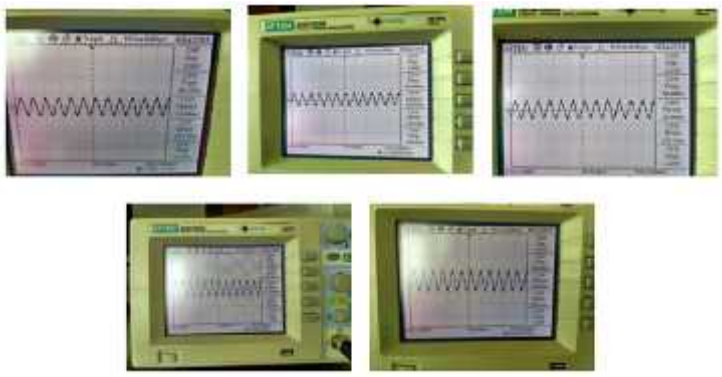
$$b \quad A \quad = 2^n - 1 = 2^1 - 1 = 1023b$$

Karena hasil data seperti pengujian tersebut hal ini bisa dikarenakan karena faktor posisi peletakan sensor elektroda EMG di mana pada setiap satu titik

peletakan sensor eletroda EMG memiliki area yang cukup besar sehingga sensor yang digunakan tidak dapat mencakup hampir seluruh area titik peletakkan sensor elektroda karena titik peletakan sensor yang cukup luas komponen sensor elektroda yang digunakan jadi kurang maksimal dalam mendapatkan hasil pengukuran EMG yang didapat dan tidak adanya rangkaian *level shifter*, tujuan dari *level shifter* adalah agar seluruh sinyal yang masuk dapat terbaca oleh pin analog mikrokontroler.

### 4.1.3 Pengujian Kondisi Kaki Menekuk Lutut Ke Belakang

Pada pengujian kali ini yaitu pengujian terhadap kaki normal dalam keadaan kaki menekuk lutut ke belakang. Berikut adalah hasil realisasi pengujian sensor EMG.



**Gambar 4.5** Hasil Pengujian Kondisi Kaki Menekuk Lutut Ke Belakang Pada Osiloskop

Berdasarkan gambar hasil dari 5 kali pengujian pada osiloskop di atas dapat diambil data yang ditunjukkan pada di bawah ini.

**Tabel 4.3** Data Hasil Pengujian Pembacaan Sinyal EMG pada Osiloskop untuk Kondisi Kaki Menekuk Lutut Ke Belakang

| Pengujian | Vpp | Frekuensi |
|---|---|---|
| Pengujian Pertama | 2,88 Vpp | 50,25 Hz |
| Pengujian Kedua | 3,04 Vpp | 50,00 Hz |
| Pengujian Ketiga | 3,12 Vpp | 50,00 Hz |
| Pengujian Keempat | 3,76 Vpp | 50,25 Hz |
| Pengujian Kelima | 3,92 Vpp | 50,00 Hz |

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa nilai Vpp terendah dan tertinggi dari 5 kali pengujian adalah antara 2,88 – 3,92 Vpp. Dan penguatan yang dirancang penguatan yang dirancang pada rangkaian instrumentasi EMG ini adalah 500 kali, dimana terjadi tiga kali penguatan di dalam instrumentasi EMG tersebut. Sehingga dapat diketahui sinyal *input* EMG aslinya sebesar.

$$V_{i} (P\ rta\quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{2{,}88\ V}{500} = 5{,}76\ m$$

$$V_{i} (K\quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{3{,}04\ V}{500} = 6{,}08\ m$$

$$V_{i} (K\quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{3{,}12\ V}{500} = 6{,}24\ m$$

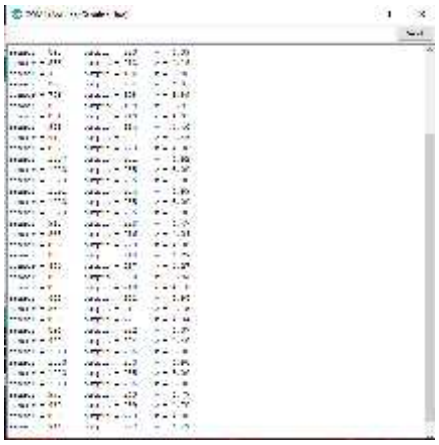
$$V_{i} (K\quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{3{,}76\ V}{500} = 7{,}52\ m$$

$$V_{i} (K\quad) = \frac{V_p}{A} = \frac{3{,}92\ V}{500} = 7{,}84\ m\ \ p$$

Dari perhitungan di atas didapat bahwa sinyal input dari EMG aslinya memiliki nilai Vpp terendah pada 5,76mVpp dan nilai Vpp tertinggi pada 7,84mVpp. Dan berdasarkan tentang teori karakteristik sinyal EMG yang berada pada rentang tegangan 0 – 10 mV, hasil pengujian tersebut

membuktikan bahwa daerah kerja tegangan dari sinyal EMG berada pada rentang tersebut.

Dan berdasarkan data hasil percobaan dari Tabel 4.3 juga didapat bahwa frekuensi dari sinyal EMG yang terbaca berada pada frekuensi terendah 50,00 Hz dan frekuensi tertinggi 50,25 Hz dan frekuensi ini telah memenuhi range frekuensi sinyal EMG yang berkisar antara 20-500 Hz.



**Gambar 4.6** Hasil Pengujian EMG di *software Arduino* Kondisi Menekuk Lutut Kaki Ke Belakang

) Pengujian Kondisi Menekuk Lutut Ke Belakang

$$N \quad A \quad = \frac{V_{ll}\ (T \qquad h)}{V_r}\ x\ b \quad A \quad = \frac{2{,}48\ V}{5\ V}\ x\ 1023 = 490b$$

$$N \quad A \quad = \frac{V_{ll}\ (T \qquad )}{V_r}\ x\ b \quad A \quad = \frac{5{,}00\ V}{5\ V}\ x\ 1023 = 1023b$$

Karena menentukan ketelitian nilai hasil konversi ADC yang dinyatakan dalam $2^n$ - 1 (n=jumlah bit) nilai diskrit, Karena mikrokontroler yang digunakan adalah 10 bit maka.

$$b \quad A \quad = 2^n - 1 = 2^1 - 1 = 1023b$$

Karena hasil data seperti pengujian tersebut hal ini bisa dikarenakan karena faktor posisi peletakan sensor elektroda EMG di mana pada setiap satu titik

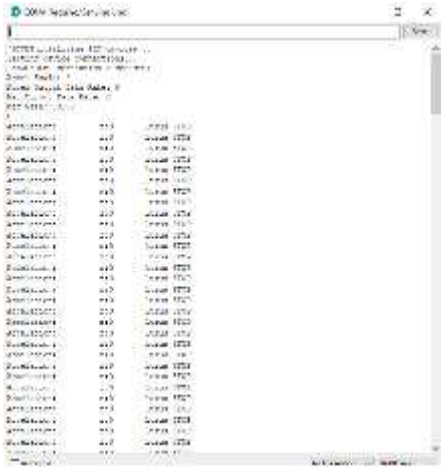
peletakan sensor eletroda EMG memiliki area yang cukup besar sehingga sensor yang digunakan tidak dapat mencakup hampir seluruh area titik peletakkan sensor elektroda karena titik peletakan sensor yang cukup luas komponen sensor elektroda yang digunakan jadi kurang maksimal dalam mendapatkan hasil pengukuran EMG yang didapat dan tidak adanya rangkaian level shifter, tujuan dari level shifter adalah agar seluruh sinyal yang masuk dapat terbaca oleh pin analog mikrokontroler.

## 4.2 Pengujian Accelerometer Sensor IMU

Pengujian ini dilakukan untuk mengambil data *accelerometer* dari sensor IMU yang diletakkan di tangan untuk menggerakkan kaki yang sudah. Pengujian ini dilakukan dengan 3 kondisi yaitu, kondisi kaki tegak lurus, kondisi menekuk lutut ke belakang, dan kondisi melangkahkan kaki ke depan.

### 4.2.1 Pengujian *Accelerometer* Kondisi Kaki Tegak Lurus

Pada pengujian kali ini yaitu pengujian terhadap tangan normal kondisi tegak lurus untuk membantu disabiltas kaki dalam keadaan kaki tegak lurus, dimana data yang sudah di dapat yaitu nilai *raw* = 0 kondisi tangan dan kaki berada pada posisi tegak lurus. Berikut adalah hasil realisasi pembacaan sensor IMU dengan menggunakan *software* mikrokontroler arduino.



**Gambar 4.7** Hasil Pengujian Sensor IMU di *software* Arduino Kondisi Kaki Tegak Lurus

Berdasarkan gambar 4.7 hasil dari pengujian di atas dapat diambil data yang ditunjukkan pada di bawah ini.

**Tabel 4.4** Data Hasil Pengujian *Accelerometer* Sensor IMU untuk Kondisi Kaki Tegak Lurus

| Data Pengujian | Data RAW | Nilai Akselerasi |
|---|---|---|
| Data Pengujian | 0 | 0 m/s² |

Dari Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa nilai yang muncul berupa nilai RAW dan untuk mengetahui nilai akselarasinya, berikut adalah perhitungan matematisnya berdasarkan *datasheet* IC LSM303DLHC pada sensor IMU yang digunakan,

$$A \quad = D \quad R \quad x\, U \quad L \quad L \quad 303D \quad x\, G \qquad (4.1)$$

dimana,

Unit LSB IC LSM303DLHC = 0,001

Gravitasi Bumi = 9,807 m/s²

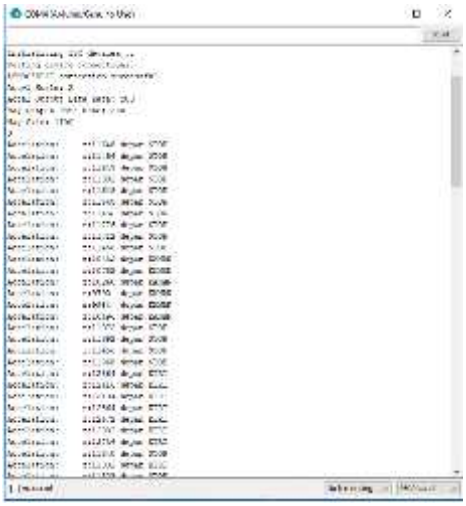
Sehingga dapat diketahui nilai akselerasinya adalah,

$$A \quad D \quad = 0\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 0\ \mathrm{m/s}^2$$

Dari Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa hasil pengujian sesuai dengan data yang diambil ketika kondisi tegak lurus yaitu ketika yaitu nilai *raw* = 0 kondisi tangan dan kaki berada pada posisi tegak lurus.

### 4.2.2 Pengujian *Accelerometer* Kondisi Kaki Melangkahkan Kaki Kedepan

Pada pengujian kali ini yaitu pengujian terhadap tangan normal kondisi ke depan untuk membantu disabiltas kaki dalam keadaan kaki melangkahkan kaki ke depan, dimana data yang sudah di dapat yaitu nilai *raw* >= 5000 & <= 15000 kondisi tangan ke depan dan kaki berada pada posisi kaki melangkahkan kaki ke depan. Berikut adalah hasil realisasi pembacaan sensor IMU dengan menggunakan *software* mikrokontroler arduino.



**Gambar 4.8** Hasil Pengujian Sensor IMU di *software* Arduino Kondisi Kaki Melangkahkan Kaki Ke Depan

Berdasarkan gambar 4.8 hasil dari pengujian di atas dapat diambil data yang ditunjukkan pada di bawah ini.

**Tabel 4.5** Data Hasil Pengujian *Accelerometer* Sensor IMU untuk Kondisi Kaki Melangkahkan Kaki Ke Depan

| Data Pengujian | Data RAW | Nilai Akselerasi |
|---|---|---|
| Data Pengujian Pertama | 11648 | 114,23 m/s² |
| Data Pengujian Ke Dua | 11456 | 112,35 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tiga | 11392 | 111,72 m/s² |
| Data Pengujian Ke Empat | 11776 | 115,49 m/s² |
| Data Pengujian Ke Lima | 11712 | 114,86 m/s² |
| Data Pengujian Ke Enam | 10432 | 102,31 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tujuh | 10752 | 105,44 m/s² |
| Data Pengujian Ke Delapan | 10240 | 100,42 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sembilan | 9792 | 96,03 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sepuluh | 9984 | 97,91 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sebelas | 10496 | 102,93 m/s² |
| Data Pengujian Ke Dua Belas | 11072 | 108,58 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tiga Belas | 11968 | 117,37 m/s² |
| Data Pengujian Ke Empat Belas | 12864 | 126,16 m/s² |
| Data Pengujian Ke Lima Belas | 12416 | 121,76 m/s² |
| Data Pengujian Ke Enam Belas | 13184 | 129,29 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tujuh Belas | 12672 | 124,27 m/s² |
| Data Pengujian Ke Delapan Belas | 12032 | 117,99 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sembilan Belas | 12736 | 124, 90 m/s² |
| Data Pengujian Ke Dua Puluh | 11840 | 116,11 m/s² |

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa nilai yang muncul berupaa nilai RAW dan untuk mengetahui nilai akselarasinya, berikut adalah perhitungan matematisnya berdasarkan *datasheet* IC LSM303DLHC pada sensor IMU yang digunakan,

$$A \quad = D \quad R \quad x\, U \quad L \quad L \quad 303D \quad x\, G \qquad (4.2)$$

dimana,

Unit LSB IC LSM303DLHC = 0,001

Gravitasi Bumi = 9,807 m/s²

Sehingga dapat diketahui nilai akselerasinya adalah,

$$A \quad D \quad (k \quad -1) = 11648\, x\, 0{,}001\, x\, 9{,}807 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 114{,}23\ \mathrm{m/s^2}$$

$$A \quad D \quad (k \quad -2) = 11456\, x\, 0{,}001\, x\, 9{,}807 \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 112{,}35\ \mathrm{m/s^2}$$

$$A \quad D \quad (k \ -3) = 11392\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 111{,}72\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad Da \quad (k \ -4) = 11776\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 115{,}49\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -5) = 11712\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 114{,}86\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -6) = 10432\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 102{,}31\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -7) = 10752\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 105{,}44\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -8) = 10240\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 100{,}42\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -9) = 9792\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 96{,}03\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -10) = 9984\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 97{,}91\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -11) = 10496\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 102{,}93\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -12) = 11072\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 108{,}58\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -13) = 11968\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 117{,}37\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad r \quad D \quad (k \ -14) = 12864\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 126{,}16\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -15) = 12416\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 121{,}76\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -16) = 13184\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 129{,}29\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -17) = 12672\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 124{,}27\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \quad D \quad (k \ -18) = 12032\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 117{,}99\ \mathrm{m/s}^2$$

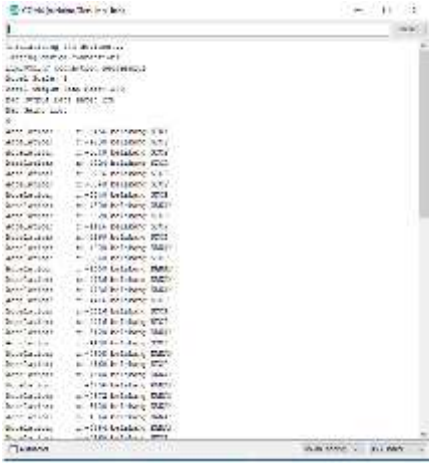
$$A \quad D \quad (k \ -19) = 12736\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 124{,}90\ \mathrm{m/s}^2$$

$$A \qquad D \qquad (k \quad - 20) = 11840\ x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 116{,}11\ \mathrm{m/s}^2$$

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa hasil pengujian sesuai dengan data yang diambil ketika kondisi melangkahkan kaki ke depan yaitu ketika nilai *raw* >= 5000 & <= 15000 kondisi tangan ke depan dan kaki berada pada posisi kaki melangkahkan kaki ke depan.

### 4.2.3 Pengujian *Accelerometer* Kondisi Kaki Menekuk Lutut Ke Belakang

Pada pengujian kali ini yaitu pengujian terhadap tangan normal kondisi ke belakang untuk membantu disabiltas kaki dalam keadaan kaki menekuk lutut ke belakang, dimana data yang sudah di dapat yaitu nilai *raw* <= -2000 kondisi tangan ke belakang dan kaki berada pada posisi kaki menekuk lutut ke belakang. Berikut adalah hasil realisasi pembacaan sensor IMU dengan menggunakan *software* mikrokontroler arduino.



**Gambar 4.9** Hasil Pengujian Sensor IMU di *software* Arduino Kondisi Kaki Menekuk Lutut Ke Belakang

Berdasarkan gambar 4.9 hasil dari pengujian di atas dapat diambil data yang ditunjukkan pada di bawah ini.

**Tabel 4.6** Data Hasil Pengujian *Accelerometer* Sensor IMU untuk Kondisi Kaki Menekuk Lutut Ke Belakang

| Data Pengujian | Data RAW | Nilai Akselerasi |
|---|---|---|
| Data Pengujian Pertama | -3456 | -33,89 m/s² |
| Data Pengujian Ke Dua | -4288 | -42,05 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tiga | -3840 | -37,66 m/s² |
| Data Pengujian Ke Empat | -4224 | -41,42 m/s² |
| Data Pengujian Ke Lima | -3776 | -37,03 m/s² |
| Data Pengujian Ke Enam | -3648 | -35,77 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tujuh | -3840 | -37,66 m/s² |
| Data Pengujian Ke Delapan | -4800 | -47,07 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sembilan | -3520 | -34,52 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sepuluh | -4416 | -43,31 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sebelas | -4160 | -40,80 m/s² |
| Data Pengujian Ke Dua Belas | -4928 | -48,33 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tiga Belas | -3968 | -38,91 m/s² |
| Data Pengujian Ke Empat Belas | -4608 | -45,19 m/s² |
| Data Pengujian Ke Lima Belas | -4736 | -46,45 m/s² |
| Data Pengujian Ke Enam Belas | -4416 | -43,31 m/s² |
| Data Pengujian Ke Tujuh Belas | -5120 | -50,21 m/s² |
| Data Pengujian Ke Delapan Belas | -4480 | -43,93 m/s² |
| Data Pengujian Ke Sembilan Belas | -4864 | -47,70 m/s² |
| Data Pengujian Ke Dua Puluh | -4672 | -45,82 m/s² |

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai yang muncul berupaa nilai RAW dan untuk mengetahui nilai akselarasinya, berikut adalah perhitungan matematisnya berdasarkan *datasheet* IC LSM303DLHC pada sensor IMU yang digunakan,

$$A \quad = D \quad R \quad x\, U \quad L \quad L \quad 303D \quad x\, G \qquad (4.3)$$

dimana,

Unit LSB IC LSM303DLHC = 0,001

Gravitasi Bumi = 9,807 m/s²

Sehingga dapat diketahui nilai akselerasinya adalah,

$$A \quad D \quad (k \quad -1) = (-3456)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -33{,}89\ \mathrm{m/s^2}$$

$$A \quad D \quad (k \quad -2) = (-4288)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -42{,}05\ \mathrm{m/s^2}$$

$A \quad D \quad (k \ -3) = (-3840)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -37{,}66\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -4) = (-4224)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -41{,}42\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -5) = (-3776)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -37{,}03\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -6) = (-3648)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -35{,}77\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -7) = (-3840)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -37{,}66\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -8) = (-4800)x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -47{,}07\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -9) = (-3520)x\ 0{,}001\ x\ 9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -34{,}52\ \mathrm{m/s^2}$

$Al \quad D \quad (k \ -10) = (-4416)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -43{,}31\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad a(k \ -11) = (-4160)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -40{,}80\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -12) = (-4928)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -48{,}33\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -13) = (-3968)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -38{,}91\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -14) = (-4608)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -45{,}19\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -15) = (-4736)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -46{,}45\ \mathrm{m/s^2}$

$Al \quad D \quad (k \ -16) = (-4416)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -43{,}31\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -17) = (-5120)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -50{,}21\ \mathrm{m/s^2}$

$A \quad D \quad (k \ -18) = (-4480)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -43{,}93\ \mathrm{m/s^2}$

$Al \quad D \quad (k \ -19) = (-4864)x0{,}001x9{,}807\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -47{,}70\ \mathrm{m/s^2}$

$$A \qquad D \qquad (k \quad - 20) = (-4672)x0{,}001x9{,}807\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -45{,}82\ \mathrm{m/s}^2$$

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa hasil pengujian sesuai dengan data yang diambil ketika kondisi menekuk lutut ke belakang yaitu nilai *raw* <= -2000 kondisi tangan ke belakang dan kaki berada pada posisi kaki menekuk lutut ke belakang.