

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 ALAT DAN BAHAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pendeteksi sinyal otot manusia menggunakan sensor elektromiografi (EMG) dengan judul penelitian "Monitoring Sinyal Otot Manusia Menggunakan Sensor Elektromiografi (EMG) Berbasis *Internet of Things*". Untuk mendukung penelitian ini, penulis menggunakan berbagai alat dan bahan yang sesuai dengan kebutuhan. Proses perancangan dan pembuatan alat ini melibatkan perangkat keras (*hardware*) tabel 3.1 dan perangkat lunak (*software*) tabel 3.2 yang tercantum dalam tabel berikut :

**Tabel 3.1 Daftar *Hardware***

No	<i>Hardware</i>	Jumlah
1	NodeMCU ESP8266	1 pcs
2	Sensor Elektromiografi (EMG)	1 pcs
3	Elektroda	1 set
4	Kabel Jumper <i>Male to Male</i>	3 pcs
5	Baterai 9 Volt	2 pcs
6	<i>Battery Holder Box Case</i>	2 pcs
7	Resistor 4,7 $\Omega$	1 pcs
8	Resistor 2,2 $\Omega$	1 pcs
9	<i>Base Board NodeMCU</i>	1 pcs
10	Kabel USB	1 pcs
11	Adaptor	1 pcs
12	Laptop	1 pcs

**Tabel 3.2 Daftar *Software***

No	<i>Software</i>	Jumlah
1	Arduino IDE	1

### **3.1.1 NodeMCU ESP8266**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, NodeMCU ESP8266 berperan sebagai mikrokontroler yang mengimplementasikan program untuk mengontrol rangkaian elektronik, sehingga mampu melakukan pembacaan *input*, pemrosesan *input*, dan menghasilkan *output* sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Selain itu NodeMCU ESP8266 digunakan agar hardware dapat terhubung dengan internet.

### **3.1.2 Sensor Elektromiografi (EMG)**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, digunakan sensor Elektromiografi (EMG) untuk mendeteksi potensial listrik yang timbul dari sel-sel otot ketika teraktivasi oleh sinyal neurologis atau impuls listrik. Proses ini memungkinkan sinyal tersebut dapat dianalisis dan tegangan yang dihasilkan dapat diukur.

### **3.1.3 Elektroda**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, digunakan elektroda untuk mengukur perubahan potensial yang terjadi dalam otot. Elektroda digunakan sebagai alat bantu dalam pengukuran besar tegangan sinyal listrik pada otot dengan mengukur denyut pada otot. Pada sistem ini, digunakan elektroda jenis gel. Gel tersebut berperan dalam mengurangi gangguan atau noise yang diakibatkan oleh adanya celah udara antara permukaan kulit dan elektroda. Dengan penggunaan gel, celah udara dapat diminimalkan karena gel mengisi ruang tersebut.

### **3.1.4 Kabel Jumper Male to Male**

Dalam merancang sistem penelitian ini, penghubung antara sensor dan mikrokontroler menggunakan 3 buah kabel *jumper male to male*.

### **3.1.5 Battery Holder Box Case**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, digunakan dua buah *Battery Holder Box Case* sebagai tempat untuk baterai 9 volt yang dimana baterai 9 volt sebagai sumber daya tambahan pada sistem.

### **3.1.6 Baterai 9 Volt**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, digunakan dua buah baterai 9 Volt sebagai sumber daya tambahan untuk perangkat keras yang terhubung secara langsung dengan sensor elektromiografi.

### **3.1.7 Resistor 4,7 $\Omega$ dan 22 $\Omega$**

Dalam merancang sistem penelitian ini, resistor digunakan sebagai pengatur yang berfungsi untuk mengendalikan jumlah arus yang mengalir dalam rangkaian.

### **3.1.8 Base Board NodeMCU**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, diperlukan penggunaan base board NodeMCU yang berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan NodeMCU ESP8266 dan juga sebagai penghubung antara mikrokontroler dengan sensor.

### **3.1.9 Kabel USB**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, diperlukan penggunaan kabel USB yang berfungsi sebagai perantara dalam mengupload *script* Arduino IDE pada mikrokontroler agar dapat menjalankan sistem.

### **3.1.10 Adaptor**

Dalam merancang sistem penelitian ini, adaptor digunakan sebagai konverter yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC.

### **3.1.11 Laptop**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, laptop berperan sebagai perangkat utama yang digunakan untuk mengelola semua bahan dan data yang ada. Selain itu, laptop juga bertindak sebagai alat untuk melakukan pengkodean sistem dan sebagai sarana untuk mengakses dan mengolah hasil data dalam penelitian. Laptop yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi sebagai berikut: ASUS A455L Series, *Prosesor Intel Core i3-5005U, GPU Intel HD Graphics, RAM 4GB DDR3,*

*Storage 500GB, Windows 10 Home, layar 14' inci HD, Networking Integrated Wireless, Network Type Integrated Wireless, Network Protocol 802.11 B/G/N, Tipe A USB3.0 (USB3.1 GEN1), USB 2.0 port, RJ45 LAN Jack untuk LAN insert, HDMI, VGA port, COMBO audio jack.*

### **3.1.12 Arduino IDE**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, digunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai *platform* untuk membuat *source code* yang memberikan perintah pada setiap perangkat yang digunakan. Selain itu, Arduino IDE juga memiliki kemampuan untuk menampilkan grafik dari sinyal otot yang telah terdeteksi oleh sistem.

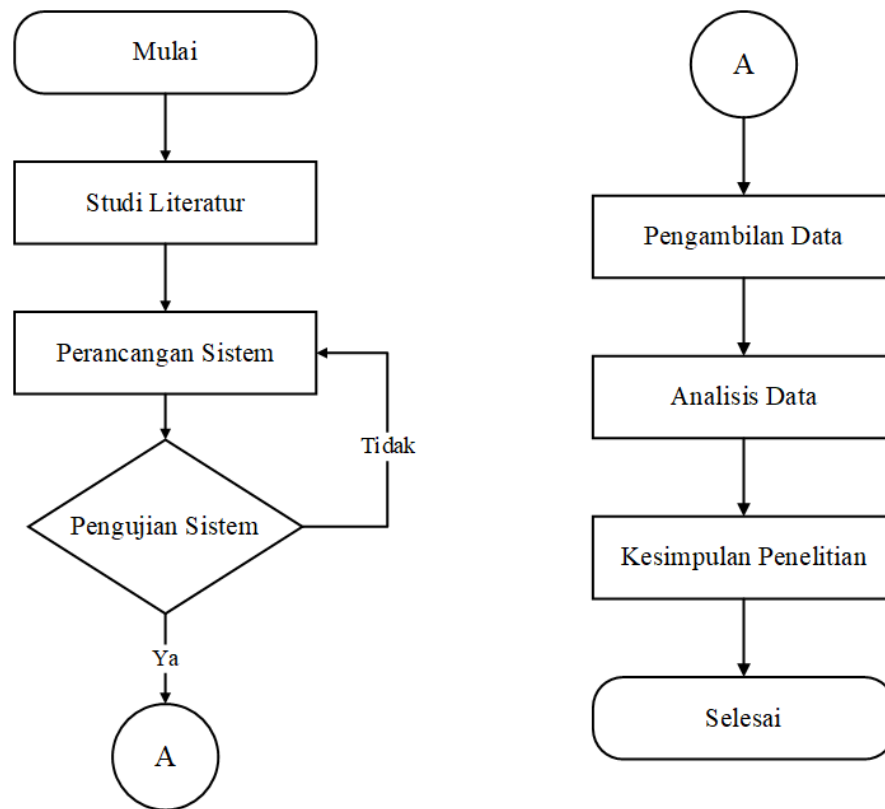
### **3.1.13 Website Blynk IoT**

Dalam perancangan sistem penelitian ini, digunakan *website Blynk IoT* sebagai alat untuk menampilkan hasil keluaran dari penelitian ini. *Website Blynk IoT* digunakan untuk menampilkan grafik sinyal *output* dan nilai tegangan otot saat kontraksi dan relaksasi, yang dapat diakses melalui laptop yang terhubung dengan internet.

## **3.2 ALUR PENELITIAN**

Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem Monitoring Sinyal Otot Manusia dengan menggunakan Sensor Elektromiografi yang terhubung melalui *Internet of Things (IoT)*. Tahapan metodologi melibatkan studi literatur, perancangan sistem, pengujian sistem, pengambilan data pada subjek, analisis pola data, dan kesimpulan penelitian. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat tercapai tujuan pengembangan sistem yang terstruktur dan efektif sesuai rencana awal.

Setelah memahami latar belakang dan tujuan dari pengembangan perangkat, yaitu Monitoring Sinyal Otot Manusia Menggunakan Sensor Elektromiografi (EMG) Berbasis *Internet of Things*, telah dilakukan dan akan dilakukan beberapa tahap dalam penelitian ini. Gambar 3.1 merupakan diagram alur yang menggambarkan tahapan dan metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



**Gambar 3.1 Flowchart Penelitian**

### 3.2.1 Studi Literatur

Pada tahapan awal penulis melakukan tinjauan pustaka yang melibatkan pencarian dan pembelajaran terhadap referensi-referensi terkait mengenai alat Monitoring Sinyal Otot Manusia Menggunakan Sensor Elektromiografi (EMG) Berbasis *Internet of Things*. Studi literatur ini dilaksanakan sebelum memulai perancangan sistem, dikarenakan pentingnya memperoleh pemahaman yang baik secara teori maupun praktik yang relevan dengan implementasi perancangan dalam penelitian ini. Selain itu, studi literatur yang dijalankan berfokus pada tema yang akan diangkat, dengan mengambil sumber referensi dari buku, jurnal, artikel, dan informasi sejenis yang tersedia di *internet*. Dalam studi literatur, juga dilakukan perbandingan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilaksanakan dalam tema yang serupa, guna mengetahui perbedaan dan kemajuan yang dapat diterapkan pada perancangan sistem dalam penelitian ini.

### **3.2.2 Perancangan Sistem**

Langkah berikutnya adalah melakukan perancangan sistem, yang terdiri dari dua tahap, yakni perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada tahap perancangan perangkat keras, dilakukan proses perakitan rangkaian listrik sesuai dengan skematik yang telah dirancang sebelumnya. Sementara itu, pada tahap perancangan *software*, akan dibuat program yang mendukung operasional penelitian ini. Perancangan *software* melibatkan pembuatan *source code (coding)* yang diperlukan untuk menjalankan perangkat yang telah dirakit sebelumnya. Selain itu, perancangan *software* juga melibatkan penghubungan *hardware* dengan *platform blynk*, sehingga hasil keluaran dapat ditampilkan pada laptop.

### **3.2.3 Pengujian Sistem**

Setelah menyelesaikan perancangan sistem, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian sistem. Pada tahap ini, sistem akan diuji untuk memastikan apakah sesuai dengan hasil yang diharapkan atau tidak. Pada tahapan ini yang diujikan adalah kinerja dari sensor elektromiografi, apakah sensor tersebut dapat mendeteksi sinyal otot sesuai dengan peletakan elektroda pada masing-masing otot yang diujikan. Kemudian hasil dari pendeteksian sinyal otot tersebut akan ditransmisikan melalui *internet* agar nantinya hasil *output* yang telah diproses dapat ditampilkan di laptop melalui platform *Blynk*.

### **3.2.4 Pengambilan Data**

Apabila hasil pengujian sistem sudah sesuai dengan harapan, langkah selanjutnya adalah tahap pengambilan data dari hasil pengujian. Pada tahap ini, data yang diambil berupa nilai tegangan otot dalam berbagai kondisi dan juga bentuk dari sinyal otot yang telah diuji pada sampel penelitian.

### **3.2.5 Analisis Data**

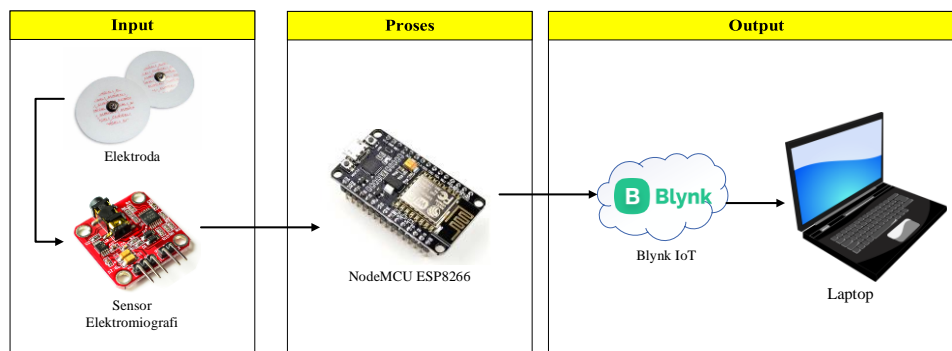
Setelah mendapatkan data pada tahap pengumpulan data, selanjutnya data akan diolah dan dianalisis pada tahapan ini. Proses pengolahan melibatkan data

besar tegangan otot dalam berbagai kondisi yang telah diuji, dan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai rata-rata (*mean*) dari besar tegangan otot tersebut.

### 3.2.6 Kesimpulan Penelitian

Penyusunan kesimpulan hasil dari penelitian yang telah dilakukan merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini.

## 3.3 PERANCANGAN SISTEM



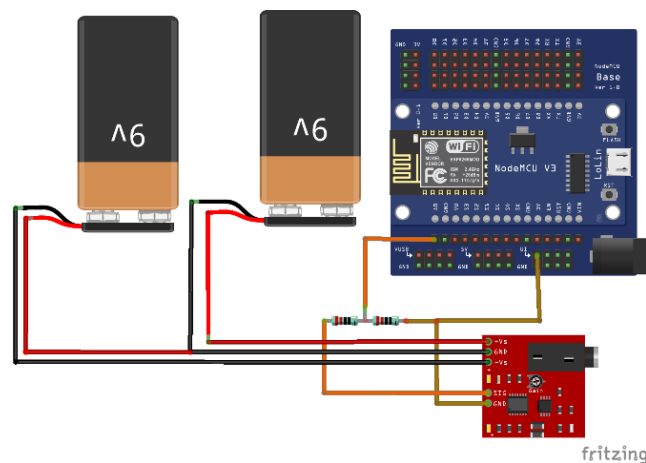
**Gambar 3.2 Blok Diagram Perancangan Sistem**

Blok diagram yang terlampir pada gambar 3.2 diatas menunjukkan struktur sistem untuk Monitoring Sinyal Otot Manusia Menggunakan Sensor Elektromiografi (EMG) Berbasis *Internet of Things*. Blok diagram tersebut menggambarkan perangkat yang digunakan dalam menerima *input* dan menghasilkan *output* dalam penelitian ini. Pada tahap awal, elektroda akan dipasang pada otot yang telah ditentukan dalam penelitian ini untuk membaca perubahan tegangan otot. Kemudian, sensor elektromiografi akan mendeteksi aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot saat berkontraksi dan berelaksasi. Data *input* ini akan diproses oleh NodeMCU ESP8266, dan hasil keluarannya akan ditampilkan melalui aplikasi *blynk* IoT yang terhubung dengan *internet*.

### 3.3.1 Perancangan *Hardware*

Dalam perancangan sistem Monitoring Sinyal Otot Manusia Menggunakan Sensor Elektromiografi (EMG) Berbasis *Internet of Things*, terdapat sebuah skematik yang digunakan sebagai representasi visual tentang cara kerja sistem

tersebut. Pemodelan sistem ini berguna bagi penulis untuk menganalisis potensi masalah yang mungkin timbul sehingga dapat melakukan perbaikan jika terdapat kendala dalam perancangan sistem tersebut. Skematik ini memberikan gambaran yang jelas mengenai komponen-komponen yang terlibat dalam sistem dan hubungan antara satu komponen dengan komponen lainnya. Pada gambar 3.3 dibawah ini merupakan skematik dari perancangan perangkat keras dalam penelitian ini.



**Gambar 3.3 Skematik Hardware**

Dalam perangkat deteksi sinyal otot yang telah dirancang, Sensor EMG berfungsi sebagai komponen analog dalam rangkaian. Rangkaian ini terdiri dari tiga komponen Op-Amp. Op-Amp pertama yang digunakan adalah IC AD620, yang berperan sebagai penguat instrumentasi untuk meningkatkan sinyal otot dari sensor EMG. Kemudian, terdapat dual Op-Amp kedua yang beroperasi dalam mode *Inverting* dan *Buffer*, serta dilengkapi dengan penyearah setengah gelombang. TL062 dipasang dalam mode *inverting* untuk memudahkan pengaturan *amplitudo* sinyal keluaran setelah penguatan. Terakhir, Op-Amp ketiga berfungsi sebagai *Buffer Amplifier* dengan diode dan *Envelope Detector* pada keluarannya. Proses penyearahan dan pemfilteran bertujuan untuk meratakan sinyal otot yang sudah diperkuat menjadi sinyal DC agar dapat terbaca oleh ADC NodeMCU ESP8266.

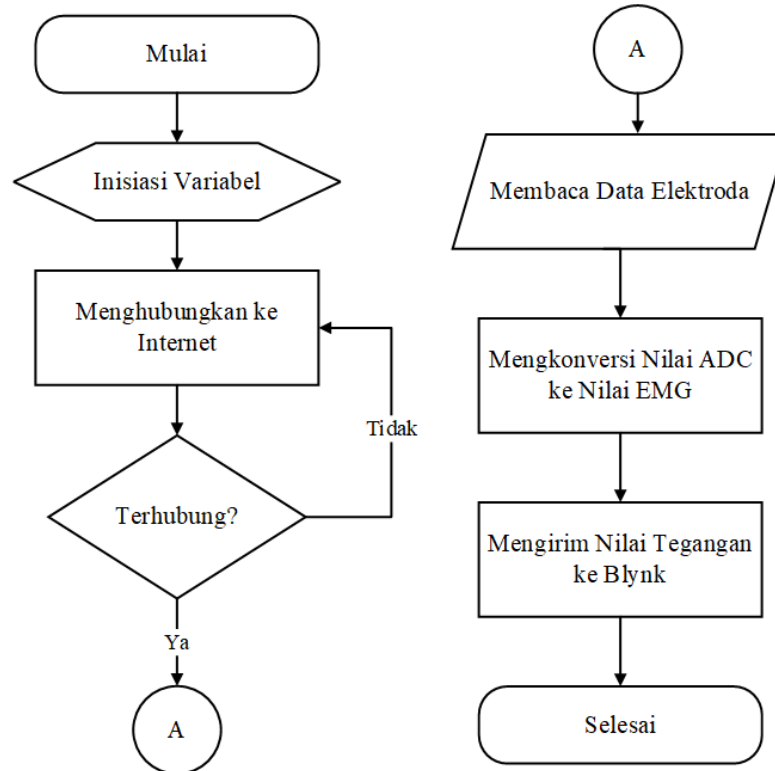
Sinyal elektromiografi yang mengalir melalui elektroda pada permukaan kulit dan otot akan diproses menggunakan penguatan instrumentasi. Penguatan ini berfungsi untuk memperkuat perbedaan tegangan yang ada dalam sinyal.



Penempatan elektroda secara tepat memiliki dampak signifikan pada sinyal otot yang diinginkan. Dalam gerakan lengan dan kaki, terdapat dua otot yang memainkan peran penting, yaitu otot *biceps* dan *gastrocnemius*. Gerakan dasar pada lengan dan kaki terdiri dari gerakan ekstensi dan fleksi. Gerakan ekstensi terjadi ketika lengan atau kaki berada dalam posisi lurus, sementara gerakan fleksi terjadi ketika lengan atau kaki ditekuk.

Pada gerakan ekstensi, terjadi relaksasi pada otot *biceps* sementara otot trisep berkontraksi. Sebaliknya, pada gerakan fleksi otot *biceps* berkontraksi dan otot trisep mengalami relaksasi. Keduanya bekerja secara berlawanan. Dalam penelitian ini, pengukuran sinyal otot dilakukan pada otot *biceps* dan otot *gastrocnemius*. Oleh karena itu, sinyal kontraksi akan diperoleh saat gerakan fleksi pada otot *biceps*, sedangkan sinyal relaksasi akan diperoleh saat gerakan ekstensi. Demikian pula, pada otot *gastrocnemius*, sinyal relaksasi akan terdeteksi saat gerakan fleksi dan sinyal kontraksi saat gerakan ekstensi.

### 3.3.2 Perancangan Software



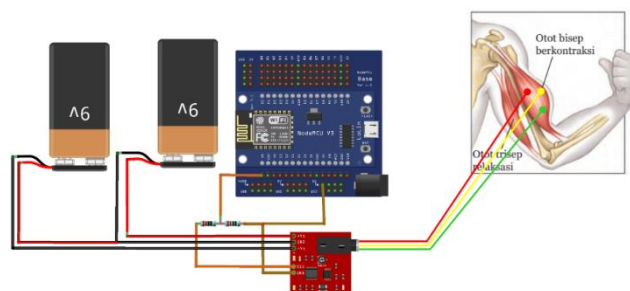
**Gambar 3.4** *Flowchart Perancangan Software*

Gambar 3.4 diatas merupakan diagram alur dalam perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini. Dalam perancangan *software* ini, disusun sebuah *flowchart* yang menggambarkan alur program dalam penelitian. *Flowchart* ini menjelaskan rangkaian langkah-langkah dari program yang digunakan dalam monitoring sinyal otot manusia menggunakan sensor elektromiografi (EMG) berbasis IoT. Program ini akan dijalankan pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

Setelah alat dihidupkan proses yang pertama kali dilakukan adalah inisiasi variabel, lalu mengecek apakah program telah terhubung dengan internet, kemudian disaat elektroda diletakan pada bagian otot yang akan dideteksi maka sensor elektromiografi akan membaca sinyal masukan dari elektroda tersebut. Setelah hasil pengukuran didapatkan data akan dikirimkan melalui internet dan akan ditampilkan pada laptop yang telah terhubung melalui *blynk* IoT untuk mendapatkan kondisi terkini dari objek yang sedang dimonitoring

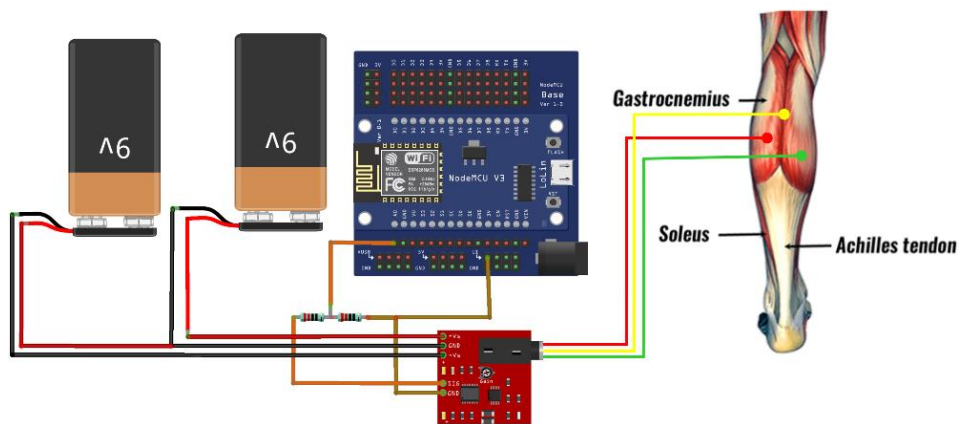
### 3.4 PENGUJIAN SISTEM

Setelah menyelesaikan perancangan sistem, dilakukan pengujian sistem untuk memastikan kebenaran dan implementasi sistem serta mendapatkan *output* yang sesuai dengan harapan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian menggunakan 5 orang/sampel sebagai subjek. Setiap sampel akan menjalani pengujian dengan menggunakan elektromiograf pada otot *biceps* dan otot *gastrocnemius* untuk mendapatkan sinyal elektromiograf sebagai hasil pengukuran. Setiap sampel akan melakukan gerakan ekstensi dan fleksi pada lengan dan kaki, yang akan mempengaruhi kontraksi dan relaksasi otot *biceps* dan otot *gastrocnemius*.



**Gambar 3.5 Ilustrasi Pengujian Sistem pada Otot *Biceps***

Pengujian dalam penelitian ini dilakukan dalam dua kondisi otot, yaitu kondisi otot normal dan kondisi otot setelah beraktivitas. Pengambilan data sinyal elektromiografi dimulai dengan menguji otot *biceps*, diikuti oleh pengujian pada otot *gastrocnemius* dalam kondisi otot normal tanpa adanya *treatment* dengan beban. Langkah selanjutnya adalah menguji otot dalam kondisi otot setelah beraktivitas dalam hal ini setelah subjek melakukan *treatment* angkat beban yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam pengujian ini, sampel melakukan aktivitas mengangkat dan menurunkan *dumbbell* dengan berat 3 kilogram untuk mengukur otot *biceps*, dan membawa tas dengan beban seberat 3 kilogram untuk mengukur otot *gastrocnemius*. Pengujian dilakukan pada otot *biceps* terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan pada otot *gastrocnemius* dalam kondisi otot setelah beraktivitas. Pengambilan data sinyal elektromiografi dilakukan sebanyak 5 kali permenit secara berurutan pada setiap otot *biceps* dan otot *gastrocnemius*, baik dalam kondisi otot normal maupun kondisi otot setelah beraktivitas. Pada gambar 3.5 dan 3.6 merupakan ilustrasi dari skema pengujian system dalam penelitian ini.



**Gambar 3.6 Ilustrasi Pengujian Sistem pada Otot *Gastrocnemius***

Data hasil pengukuran tegangan otot menggunakan sensor elektromiografi (EMG) akan ditampilkan melalui laptop yang terhubung dengan *blynk IoT*. Data yang ditampilkan pada laptop berupa nilai tegangan otot yang mencakup nilai tegangan rendah dan tinggi yang diambil selama penelitian, serta gambar grafik dari sinyal otot tersebut. Nilai-nilai tersebut akan diolah dengan mengambil nilai rata-ratanya, yang kemudian dimasukkan ke dalam tabel pengujian data. Selain itu,

untuk mendukung hasil pengukuran tegangan otot, data tersebut juga disimpan dalam bentuk gambar yang menampilkan grafik perbandingan tegangan antar subjek. Dalam gambar tersebut akan terlihat tegangan rata-rata sinyal (*mean*) pada setiap otot *biceps* dan otot *gastrocnemius* saat melakukan relaksasi-kontraksi dalam kondisi otot normal dan kondisi otot setelah beraktivitas.