

**RANCANG BANGUN KLASIFIKASI PENDETEKSIAN JENIS  
KLIK PADA *POINTING DEVICE* MENGGUNAKAN  
ELECTROMYOGRAPH**

**TUGAS AKHIR**



**DEVINA TRIxie**

**311510010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MA CHUNG  
MALANG  
2020**

# **Bab I**

## **Pendahuluan**

### **1.1 Latar Belakang**

Kecelakaan lalu lintas merupakan hal yang tidak dapat diperkirakan dan sangat dihindari oleh semua orang. Kejadian ini melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengemudi lain yang dapat mengakibatkan korban manusia dari hanya luka ringan, luka berat bahkan sampai kematian. Terdapat empat faktor utama terjadinya kecelakaan lalu lintas, yaitu faktor kelalaian pengguna jalan, faktor kendaraan yang bermasalah, faktor jalan seperti jalan berlubang yang membahayakan pengguna jalan terutama pengguna sepeda motor, dan faktor kondisi lingkungan, contohnya hujan deras yang menyebabkan jalan menjadi licin dan jarak pandang menjadi lebih dekat. Menurut berita dari Kompas, Kepolisian Negara Republik Indonesia mencatat jumlah kecelakaan lalu lintas pada 2019 meningkat sebesar 3% bila dibandingkan dengan tahun 2018 lalu. Beberapa korban kecelakaan ini memiliki pekerjaan yang tidak dapat mereka tinggalkan, salah satu contohnya adalah mereka yang harus mengoperasikan komputer. Korban kecelakaan yang mengalami luka berat seperti patah tulang permanen atau tidak dapat duduk dengan posisi normal kesulitan untuk mengoperasikan komputer secara maksimal. Selain korban kecelakaan lalu lintas, ada juga orang yang kesulitan dalam mengoperasikan komputer, yaitu penyandang disabilitas.

Penyandang disabilitas adalah setiap orang yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik yang dalam berinteraksi dengan lingkungan dapat mengalami hambatan dan kesulitan untuk berpartisipasi secara penuh dan efektif dengan orang lainnya berdasarkan kesamaan hak. Daripada bekerja secara fisik akan lebih baik apabila mereka bekerja di depan komputer karena tidak memerlukan tenaga fisik yang besar. Untuk mengoperasikan komputer, penggunaan kursor sangatlah penting untuk berbagai keperluan, contohnya menggerakkan kursor ke sebuah *icon/shortcut* tertentu, kemudian klik kiri untuk mengakses sebuah file, klik kanan untuk membuka menu tambahan dan

masih banyak yang lainnya. Namun, tidak semua penyandang disabilitas mampu mengoperasikan *mouse* dengan maksimal karena keterbatasannya.

Tidak kalah dengan berkembangnya *smartphone* yang sedang marak saat ini, teknologi komputer juga terus berkembang. Baik dalam hal pendidikan, pekerjaan maupun hanya untuk bersenang-senang mengisi waktu seperti main *game*, belanja secara daring, ataupun membaca berita. Pada perangkat komputer sudah mulai ada beberapa alat ataupun aplikasi untuk membantu para penyandang disabilitas seperti *speech recognition*, robot pengetik, tetikus yang berbentuk seperti sarung tangan yang dipasang untuk penggerak perangkat penunjuk, dan lain sebagainya.

Pada penelitian sebelumnya (Agustinus, 2018) telah diciptakan sebuah prototipe perangkat penunjuk menggunakan *Electromyography* atau biasa disebut dengan EMG (sensor otot) sebagai prototipe 1 dan *bend sensor* (sensor tekuk) sebagai prototipe 2, yang keduanya merupakan perangkat masukan untuk pendeteksi klik. Pendeteksi klik yang telah diselesaikan adalah untuk mendeteksi klik kiri saja. Berdasarkan saran dari peneliti sebelumnya, disarankan untuk mengembangkan prototipe 1 atau sensor EMG karena sensor EMG lebih nyaman dipakai dan mengeluarkan upaya yang lebih sedikit dibandingkan menggunakan sensor tekuk.

Oleh karena itu, pada tugas akhir ini akan dikembangkan pada fitur klik. Pada penelitian ini akan mencoba menggunakan satu sensor yaitu sensor *Electromyograph* (EMG) dengan alat khusus dari biosignalplux. Hasil dari sensor EMG tersebut akan diklasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu, klik kiri, klik kanan, serta *double* klik kiri.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan, maka identifikasi masalahnya adalah ketidakmampuan seseorang untuk mengoperasikan komputer pada posisi normal yang disebabkan karna berbagai hal.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. orang yang tidak dapat mengoperasikan komputer pada posisi normal atau duduk,
- b. tempat peletakan EMG adalah pada lengan,
- c. python merupakan bahasa pemrograman yang digunakan,
- d. *electromyograph* adalah alat yang digunakan untuk pengambilan data,
- e. biosignals explorer adalah perangkat keras dan open signals merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pengambilan data dari sensor EMG.

#### **1.4 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dapat dibuat rumusan masalah yaitu bagaimana mengembangkan metode klasifikasi yang dapat mengklasifikasikan jenis-jenis klik berdasarkan input dari EMG.

#### **1.5 Tujuan**

Tujuan yang ingin dicapai dalam tugas akhir ini adalah mengembangkan sebuah aplikasi pengujian yang membantu orang yang tidak dapat mengoperasikan komputer pada posisi normal misalnya dalam posisi tidur agar dapat mengoperasikan komputer dengan baik.

#### **1.6 Manfaat**

Manfaat yang didapatkan dari tugas akhir ini adalah memberikan media alternatif untuk orang yang tidak dapat mengoperasikan komputer pada posisi normal agar dapat mengoperasikan komputer dengan baik.

#### **1.7 Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini ditulis dengan sistematika penulisan sebagai berikut.

##### **1. Bab I Pendahuluan**

Berisi latar belakang, permasalahan, dan tujuan penelitian yang berkaitan dengan perancangan aplikasi kecerdasan buatan untuk mendeteksi jenis klik.

##### **2. Bab II Tinjauan Pustaka**

Berisi teori-teori mengenai alat yang akan digunakan dalam melakukan penelitian. Alat yang digunakan adalah sensor EMG beserta hub dan juga aplikasi OpenSignals (r)evolution untuk pengambilan data. Menggunakan metode K-NN dan SVM untuk proses klasifikasi, dan bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python.

### 3. Bab III Analisis dan Perancangan Sistem

Berisi analisis dan alur perancangan sistem yang menjelaskan tahapan-tahapan dalam perancangan dengan rinci.

#### 1.8 Rencana Penelitian

	Januari				Februari				Maret				April				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Konsultasi Bab I–III																				
Analisa dan Mengelola Data																				
Merancang dan Desain Sistem																				
Seminar Proposal																				
Mengembang kan Program																				
Evaluasi dan Pengujian Aplikasi																				
Konsultasi Bab IV-V																				
Seminar Hasil																				
Penulisan Laporan																				

## **Bab II**

### **Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Otot**

Tubuh manusia dapat digerakan karena adanya otot. Otot adalah kumpulan sel otot yang membentuk jaringan yang berfungsi menggerakkan organ tubuh (Sari, 2019). Sel-sel otot mempunyai kemampuan berkontraksi (bentuk sel otot memendek) dan melakukan relaksasi (kembali ke ukuran semula). Oleh karena itu jaringan otot disebut sebagai alat gerak aktif, sedangkan rangka tubuh merupakan alat gerak pasif. Fungsi otot pada manusia antara lain:

- a. Menghasilkan gerakan rangka, seperti kontraksi dan relaksasi otot yang menempel pada rangka dapat menggerakkan rangka
- b. Mempertahankan postur dan posisi tubuh, misalnya mempertahankan posisi kepala saat membaca buku, berjalan dengan posisi tegak dan lain sebagainya.
- c. Mengatur pintu masuk dan keluar saluran dalam sistem tubuh, misalnya menelan, buang air besar maupun kecil semua hal tersebut dipengaruhi oleh otot rangka yang menyelaputinya.
- d. Menyokong jaringan lunak, menggerakkan organ-organ dalam tubuh seperti usus, jantung dan sistem tubuh lainnya.
- e. Mempertahankan suhu tubuh, kontraksi rangka memerlukan energidan menghasilkan panas untuk mempertahankan suhu normal bagi tubuh

Struktur pada otot memiliki beberapa bagian dan fungsinya masing-masing.

Penjelasan struktur penyusun jaringan otot adalah sebagai berikut:

##### **a. Tendon**

Tendon adalah penghubung otot dengan tulang yang mempunyai serabut berwarna putih dan tidak elastis disebut aponeurosis. Aponeurosis berfungsi untuk melekatkan satu otot dengan yang lain. Setiap otot punya tendon di ujung-ujungnya. Tendon memiliki kemampuan meregang yang sangat kecil. Tugas tendon adalah untuk mengirimkan daya di antara tulang dan otot. Pada dasarnya tendonlah

yang memungkinkan kita bergerak karena tendon adalah perantara ketika otot menggerakkan tulang.

b. Fascia

Fascia adalah jaringan penghubung dan penyusun kolagen yang letaknya berada di bawah kulit. Bagian ini adalah salah satu bagian yang cukup penting dalam membentuk otot badan. Fungsi utama fascia adalah sebagai pembungkus, pelekat, serta pemisah antara otot-otot serta organ-organ internal. Untuk lebih mudah, banyak orang menyebutnya sebagai connective tissue (selaput otot). Fascia sendiri terletak di mana-mana, mulai dari tendon, ligament, dan organ. Fascia membantu tubuh untuk menyelimuti otot sehingga gerakan tubuh kita menjadi lebih luwes dan tidak patah-patah layaknya robot.

c. Sarkolema

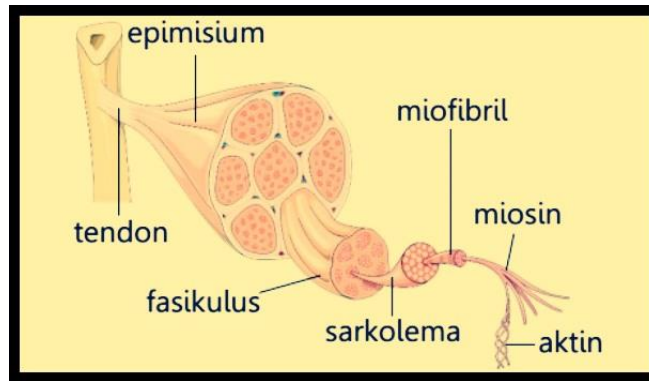
Sarkolema adalah membrane yang melapisi suatu sel otot yang fungsinya sebagai pelindung otot. Besar dan jumlah jaringan akan meningkat sejalan dengan penambahan usia.

d. Miofibril

Miofibril adalah suatu struktur berbentuk silindris pada serabut otot yang terdiri dari filamen-filamen (miofilamen). Ada 3 jenis miofilamen pada otot, yaitu : 1. Actin (filamen tipis), 2. miosin (filamen tebal) dan 3. titin (filamen elastis). Pada setiap ujung serat otot, miofibril berikatan dengan permukaan dalam sarkolemma. Bila miofibril memendek, maka otot akan memendek dan terjadi kontraksi.

e. Miofilamen

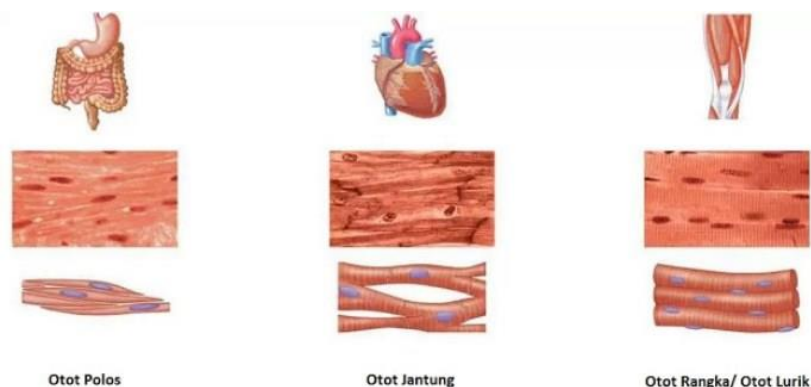
Miofilamen merupakan jaringan berbentuk benang-benang atau filament halus yang berasal dari myofibril. Jaringan ini terdapat dua macam yaitu miofilamen homogeny dan miofilamen heterogen yang terdapat pada otot jantung dan otot lurik.



Gambar 2.1 Struktur Jaringan Otot

(Sumber: <https://materibelajar.co.id/wp-content/uploads/2019/05/Struktur-jaringan-otot.jpg>)

Otot pada manusia terbagi menjadi tiga jenis, yaitu otot polos, otot jantung, dan otot rangka. Otot rangka atau otot lurik merupakan otot yang melekat pada tulang dan berperan sebagai sistem perototan yaitu menggerakkan tubuh (Madri, 2017). Otot ini bekerja secara sadar atas perintah manusia yang berasal dari otak. Ciri-ciri otot rangka adalah memiliki bentuk silindris dengan warna gelap dan terang, melekat pada rangka manusia, cepat dan mudah lelah, berbentuk panjang, dan memiliki banyak inti sel yang berada di tepi. Jaringan otot rangka bersifat volunter karena berkontraksi dan berelaksasi di bawah kontrol kesadaran.



Gambar 2.2 Jenis-jenis otot

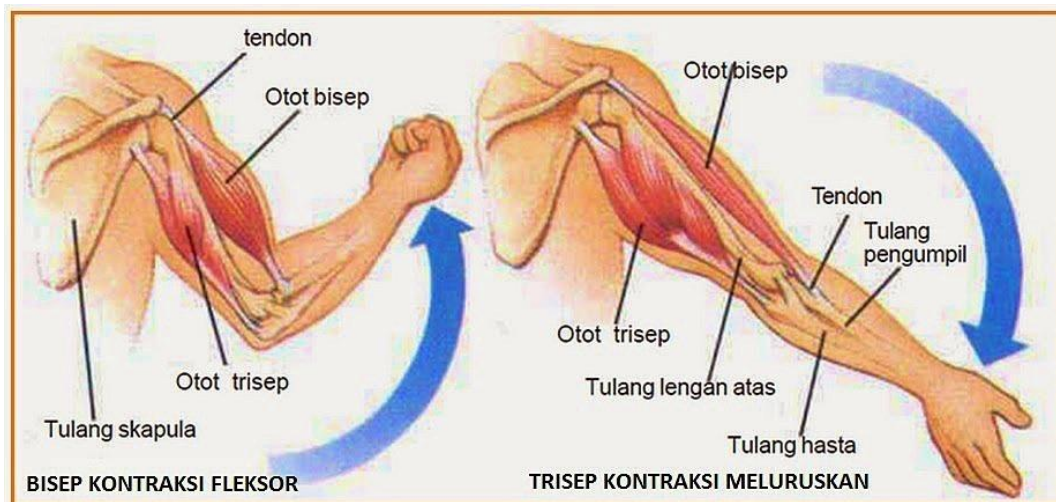
(Sumber: <https://seputarilmu.com/wp-content/uploads/2020/02/Jaringan-Otot.jpg> )

Mekanisme pembangkitan sinyal listrik di dalam otot sangat terkait dengan konsep motor unit atau unit motorik. Sistem saraf pusat tersusun dalam tingkatan-tingkatan. Bagian korteks mengirimkan sinyal ke *spinal cord* (medula spinalis). *Spinal cord* kemudian meneruskan sinyal tersebut ke motorneuron (sel saraf motorik) yang ada di otot. Perlu diketahui bahwa motorneuron bersama-sama dengan serat-serat otot membentuk unit motorik. Oleh karena itu, ketika



motorneuran diaktifkan oleh sinyal dari *spinal cord*, serat-serat otot akan diaktifkan pula untuk menghasilkan gerakan yang sesuai dengan perintah otak.

Otot pada bagian lengan atas manusia merupakan otot lurik. Ada dua jenis otot pada bagian lengan atas manusia, yaitu otot bicep dan otot trisep. Otot bicep terletak pada lengan atas bagian depan, sedangkan otot trisep terletak pada lengan atas bagian belakang. Posisi kedua otot tersebut tertera pada gambar 2.3. Kedua otot ini memiliki cara kerja yang saling berlawanan atau biasa disebut dengan cara kerja otot antagonis. Saat lengan bawah melakukan gerakan ke atas (mengangkat lengan bawah), otot bicep akan berkontraksi. Berlaku juga sebaliknya, saat lengan bawah dalam keadaan lurus, maka otot trisep akan berkontraksi.



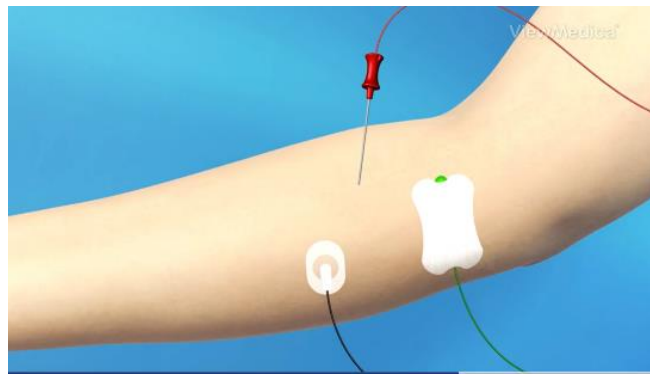
Gambar 2.3 Kontraksi Otot Bicep dan Trisep

(Gambar: <https://sel.co.id/wp-content/uploads/2018/03/Kontraksi-otot.jpg>)

## 2.2 Elektromiografi (EMG)

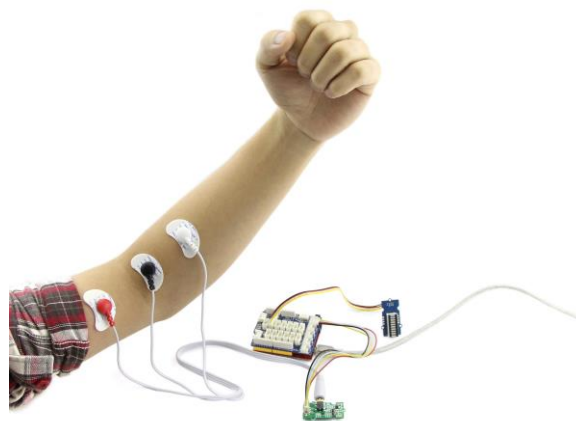
Elektromiografi atau biasa disebut dengan EMG adalah proses deteksi, analisis, dan pemanfaatan sinyal listrik yang berasal dari kontraksi otot (Anam, 2016 *cit.* C. De Luca, 2006). Alat yang digunakan dalam proses ini disebut dengan Elektromiograph, sedangkan sinyal yang dihasilkan disebut dengan elektromiogram atau sinyal mioelektrik. EMG banyak dimanfaatkan untuk proses rehabilitasi penyandang disabilitas, baik karena amputasi ataupun karena sebab lain seperti stroke (Anam, 2016). Sinyal EMG bisa diperoleh dengan dua cara, melalui penanaman elektroda (*Intramuscular EMG*) dan tanpa penanaman elektrode di dalam tubuh pasien (*Surface EMG*). *Intramuscular EMG* menggunakan jarum yang

berbentuk kawat halus yang diletakkan dalam otot seperti pada gambar 2.4. Elektrode yang ditanam memberikan sinyal yang lebih baik dan langsung dari sumber otot yang diinginkan. Namun, proses pemasangannya harus melalui operasi bedah sehingga kurang disukai dan dihindari. Elektrode yang tidak ditanam atau diletakkan di permukaan lebih banyak digunakan. Hanya saja, sinyal yang diperoleh tidak se bagus yang ditanam serta sering kali dipengaruhi oleh sinyal dari otot-otot yang di sekitarnya. Metode elektrode yang diletakkan dipermukaan biasa disebut dengan *Surface* EMG adalah sebuah teknik di mana elektroda ditempatkan pada kulit di atasnya otot untuk mendeteksi aktivitas listrik pada otot. Pemasangan *Surface* EMG dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.4 *Intramuscular* EMG

(Sumber: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/electromyography-emg>)



Gambar 2.5 *Surface* EMG

(Sumber: [https://raw.githubusercontent.com/SeedDocument/Grove-EMG\\_Detector/master/img/Emg\\_connect.jpg](https://raw.githubusercontent.com/SeedDocument/Grove-EMG_Detector/master/img/Emg_connect.jpg))

Untuk mendapatkan sinyal EMG, perlu dilakukan desain sistem yang tepat yang mempertimbangkan *noise* yang mungkin terjadi. *Noise* bisa terjadi pada semua tahapan dari proses akuisisi. Padahal, proses akuisisi data diupayakan semaksimal mungkin untuk mendapatkan sinyal EMG yang mengandung sebanyak mungkin informasi dengan seminimal mungkin *noise*. Satu hal yang bisa dilakukan untuk mengatasi *noise*, khususnya dari radiasi listrik pada frekuensi 50 atau 60 Hz, adalah menggunakan penguat beda (differential amplifier). Hal ini dilakukan dengan menggunakan dua elektrode dari dua lokasi yang berbeda. Ide dari penguat beda ini adalah membuang sinyal yang sama dari dua elektrode dan menguatkan beda sinyal dari keduanya. Sinyal yang sama mewakili sinyal yang berasal dari lokasi yang jauh dari pendeteksian sinyal, sedangkan beda sinyal mewakili area langsung dari permukaan yang dideteksi. Jadi, sinyal EMG lokal akan dikuatkan dan *noise* karena daya listrik yang jauh akan dibuang.

### 2.2.1 Biosignalplux

Menurut Ilham (2019), biosignal adalah sinyal pada makhluk hidup yang dapat diukur dan dimonitor secara konstan. Istilah biosignal sering digunakan untuk merujuk pada sinyal bioelektrik, tetapi dapat juga merujuk pada sinyal listrik dan non-listrik. Sinyal bioelektrik adalah sinyal yang dihasilkan oleh sel-sel saraf dan sel-sel otot. Berdasarkan bentuk fisik dari klasifikasi biosignal, otot digolongkan dalam bentuk listrik karena adanya perubahan tegangan pada otot yang dapat dilihat pada *Electroencephalogram* (EGG), *Electrocardiography* (ECG), dan *Electromyograph* (EMG).

Biosignalsplux merupakan salah satu produk dari perusahaan yang bernama Plux. Sejak tahun 2007, Perusahaan Plux membuat berbagai produk yang inovatif untuk fisioterapi dan penelitian contohnya EMG, ECG, *respiration*, dan *accelerometers*. Biosignalsplux adalah set sensor yang dapat mengukur data biosignal berupa kontraksi otot yang mampu digunakan secara nirkabel (*wireless*) yang didesain untuk memudahkan peneliti mendapatkan data biosignal yang memiliki reliabilitas tinggi pada berbagai macam aplikasi dan kasus penggunaan. Terdapat sembilan *research kits* pada biosignalsplux, salah satunya adalah Biosignals Explorer. Biosignal Explorer meliputi:

- a. 1 x Wireless 4-channel hub, dengan spesifikasi:

Tabel 2.1 Spesifikasi *Wireless* 4-channel Hub

Komponen	Keterangan
<i>Analog Ports</i>	<i>4 generic inputs</i>
<i>Auxiliary Ports</i>	<i>1 ground</i>
<i>Resolution</i>	<i>up to 16-bit (per channel)</i>
<i>Sampling Rate</i>	<i>up to 4000 Hz (per channel)</i>
<i>Communications</i>	<i>Bluetooth Class II</i>
<i>Range</i>	<i>up to ~10 m (extendable)</i>
<i>Internal Memory</i>	<i>(optional extra)</i>
<i>Battery Life</i>	<i>~10 h streaming</i>
<i>Size</i>	<i>85 x 54 x 10 mm</i>

- b. 4 x Professional sensors. Dapat memilih dari pilihan berikut ini:

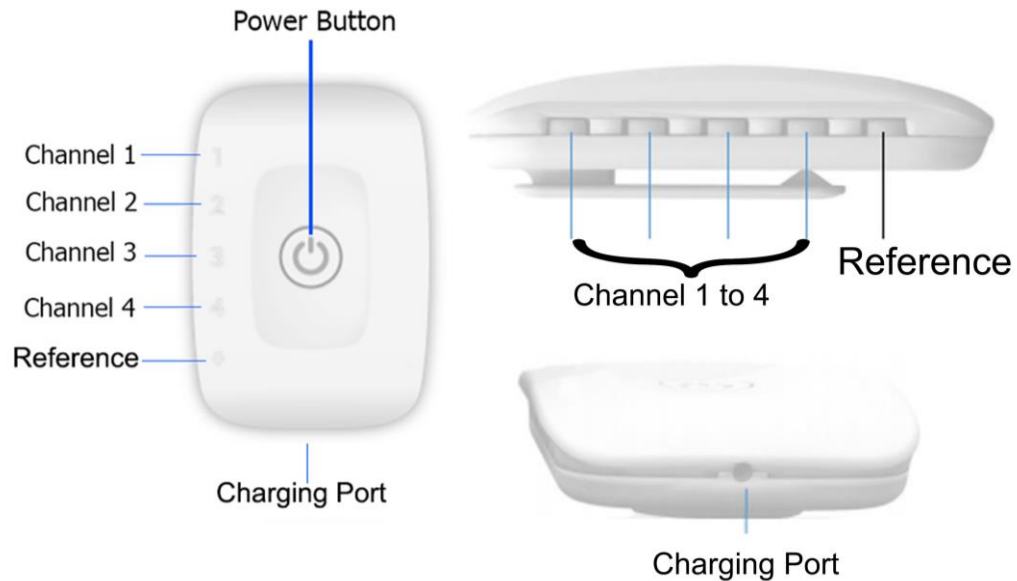
- 1) EMG
- 2) *Electrodermal Activity* (EDA)
- 3) ECG
- 4) EEG
- 5) *Accelerometer* (ACC)
- 6) *Temperature* (TMP)
- 7) *Respiration* (PZT)
- 8) *Force* (FSR)
- 9) *Light* (LUX)
- 10) *Synchronization Kit*
- 11) *Foot Switch*
- 12) *Push Button*

- c. 24 x *Pre-gelled Electrodes*

- d. 1 x *Bluetooth dongle*

- e. 1 x *Medical-grade charger*

- f. 1x *Portable and rugged storage case with foam cushioning to house all the parts*



Gambar 2.6 4-Channel Biosignalsplux Hub

(Sumber: Biosignalsplux Explorer User Manual v.1.0)

Pada Biosignalsplux Hub 4-channel terdapat *power button* yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan perangkat dan menampilkan status perangkat dengan LED seperti pada gambar 2.6. Jika LED menyala maka perangkat tersebut sedang aktif, dan jika LED mati maka perangkat tersebut sedang tidak aktif. Empat *channel* dalam Hub ini yang dapat menghubungkan sampai dengan empat sensor secara bersamaan tanpa menginterupsi sensor yang lain. Referensi berguna untuk menghubungkan kabel ground agar sensor dapat berjalan dengan baik. *Charging Port* berfungsi untuk pengisian daya ketika baterai pada Hub habis. Letak *Charging Port* berada pada bagian bawah Hub. Baterai pada Hub dapat bertahan sampai dengan dua belas jam dengan penggunaan secara terus menerus. LED pada Hub akan berwarna merah jika baterai sudah mulai habis. Untuk pengisian daya, dapat dilakukan dengan cara seperti pengisian daya pada umumnya yaitu dengan menghubungkan *charger* ke Hub dan ke stopkontak. Proses pengisian daya akan memakan waktu sekitar dua jam setengah agar baterai dapat terisi dengan penuh. LED pada tombol *power* akan berwarna merah ketika sedang pengisian daya dan akan mati ketika baterai sudah penuh. Pada saat pengisian daya disarankan agar Hub tidak dipakai terlebih dahulu.

Ada dua cara untuk Hub ini dapat terhubung dengan perangkat Biosignalsplux lainnya, yaitu dengan menggunakan Bluetooth dan USB.

Penggunaan USB biasa digunakan hanya untuk mengunduh data secara luring, sedangkan untuk Bluetooth digunakan untuk mengkonfigurasi perangkat, mendapatkan, serta mengirimkan sinyal sensor secara *real-time* ke komputer, dan juga untuk mengunduh data secara luring yang terdapat pada *internal memory* perangkat Biosignalsplux. Biosignalsplux menggunakan Bluetooth *Class II* untuk berkomunikasi dengan komputer serta mengirimkan data sensor yang ada. Karena sebagian besar modul Bluetooth internal tidak dirancang untuk mendukung *transfer rate* yang tinggi seperti yang diperlukan ketika memperoleh dan *streaming* sinyal menggunakan biosignalsplux, Plux menyediakan Bluetooth *dongle*. *Dongle* adalah suatu perangkat kecil yang dapat dihubungkan dan digunakan dengan komputer, terutama untuk mengakses perangkat lunak nirkabel.

Cara mengaktifkan Hub adalah dengan cara menekan tombol *power* pada tengah hub. Setelah dinyalakan, lampu status LED akan berkedip sekali per detik. Sensor yang ingin digunakan dapat dihubungkan ke *channel* satu sampai empat agar dapat bekerja dengan baik. Tidak disarankan untuk menghubungkan sensor ke *port reference* atau *ground*. *Port reference* atau *ground* dihubungkan hanya untuk *ground* itu sendiri.



Gambar 2.7 Biosignalsplux EMG

Sensor EMG pada Biosignalsplux berbentuk seperti pada gambar 2.7. Sensor EMG dapat dihubungkan ke salah satu masukan analog yang tersedia (*channel* satu sampai empat). Sensor EMG milik Biosignalsplux tidak memiliki *reference* yang menyatu dengan sensor EMG. Untuk hasil yang lebih baik, disarankan untuk menggunakan *reference* sebagai *ground* yang dipasang pada bagian tubuh yang memiliki aktivitas otot yang rendah.

### 2.2.2 OpenSignals (r)evolution

OpenSignals (r)evolution merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk akuisisi, visualisasi, dan memproses data dari perangkat keras Biosignalsplux. OpenSignals (r)evolution memungkinkan pengguna untuk memperoleh data dari satu atau lebih perangkat, mengatur parameter yang diinginkan seperti frekuensi sampling dan resolusi, menyimpan format teks ASCII atau dalam bentuk *Hierarchical Data Format* (HDF) untuk diproses lebih lanjut seperti pada Python atau MatLab dan memvisualisasikan data yang diperoleh melalui sejumlah *channels*. OpenSignals dapat menyimpan data ke dalam tiga format, yaitu .txt, .h5, dan .edf.



Gambar 2.8 Tampilan awal Opensignals (r)evolution

## 2.3 Perangkat Penunjuk

Menurut Lexico (n.d), perangkat penunjuk merupakan istilah umum untuk perangkat keras apa pun, seperti tablet grafis, *mouse*, *stylus*, atau *trackball* yang berfungsi untuk mengontrol pergerakan kursor pada layar komputer. Perangkat penunjuk merupakan perangkat keras yang berfungsi untuk memberi masukan pada komputer. Beberapa tipe perangkat penunjuk adalah sebagai berikut:

### a. *Mouse* / Tetikus.

*Mouse* atau tetikus dalam Bahasa Indonesia merupakan suatu perangkat penunjuk yang biasa digunakan pada komputer atau laptop. Terdapat dua macam tetikus, yaitu tetikus mekanik dan tetikus optikal. Tetikus mekanik memiliki sebuah bola di dalamnya yang menyentuh permukaan dan berputar bersama dengan gerakannya tetikus. Sedangkan tetikus optikal menggunakan tembakan laser dan chip khusus untuk

menghasilkan data yang sesuai untuk pergerakan mouse dan pointer pada computer.

b. *Touchpad*

*Touchpad* hampir sama cara kerjanya dengan touchscreen, namun *touchpad* hanya bisa digunakan di tempat yang sudah disediakan. Pada umumnya *touchpad* berbentuk persegi atau persegi panjang. Cara kerjanya dengan menggesekkan jari pada permukaan touchpad dan menekan pada permukaannya untuk mengakses fungsi klik. *Touchpad* kebanyakan digunakan pada laptop.

## 2.4 Penyandang Disabilitas

Istilah disabilitas berasal dari kata bahasa Inggris yaitu *disability* yang memiliki arti cacat atau ketidakmampuan. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), “disabilitas adalah keadaan yang merusak atau membatasi kemampuan mental dan fisik seseorang, atau dapat diartikan juga keadaan seseorang yang tidak mampu melakukan hal-hal dengan cara yang biasa”. Menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1997 tentang Penyandang Cacat, Penyandang Disabilitas dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu penyandang disabilitas fisik, penyandang disabilitas mental, dan penyandang disabilitas ganda atau penyandang disabilitas fisik dan mental.

Penyandang disabilitas fisik adalah kelainan yang mengakibatkan gangguan pada fungsi tubuh, antara lain gerak tubuh, penglihatan, pendengaran, dan kemampuan berbicara. Disabilitas fisik terdapat empat jenis, yaitu kelainan pada tubuh (tuna daksa), kelainan pada indera penglihatan (tuna netra), kelainan pada pendengaran (tuna rungu), dan kelainan pada bicara (tuna wicara).

Tuna daksa adalah individu yang memiliki gangguan gerak yang disebabkan oleh kelainan neuro-muskular dan struktur tulang yang bersifat bawaan, sakit atau akibat kecelakaan (kehilangan organ tubuh), polio dan lumpuh. Tuna daksa berasal dari kata tuna yang berarti rusak atau cacat, sedangkan daksa berarti tubuh. Jadi tuna daksa ditujukan bagi mereka yang memiliki anggota tubuh tidak sempurna. Tuna daksa dapat digolongkan menjadi dua, yaitu pertama, menurut sebab kelainan yang berarti kelainan sejak lahir, disebabkan oleh penyakit, disebabkan kecelakaan, dan



disebabkan oleh perang. Kedua, menurut jenis kelainannya, contohnya putus (amputasi) tungkai dan lengan; cacat tulang, sendi, dan otot pada tungkai dan lengan. Dalam Pasal 12 Undang-undang nomor 8 Tahun 2016 tentang Hak kesehatan untuk Penyandang Disabilitas meliputi hak:

- a. memperoleh informasi dan komunikasi yang mudah diakses dalam pelayanan kesehatan,
- b. memperoleh kesamaan dan kesempatan akses atas sumber daya di bidang kesehatan,
- c. memperoleh kesamaan dan kesempatan pelayanan kesehatan yang aman, bermutu, dan terjangkau,
- d. memperoleh kesamaan dan kesempatan secara mandiri dan bertanggung jawab menentukan sendiri pelayanan kesehatan yang diperlukan bagi dirinya,
- e. memperoleh alat bantu kesehatan berdasarkan kebutuhannya,
- f. memperoleh obat yang bermutu dengan efek samping yang rendah,
- g. memperoleh perlindungan dari upaya percobaan medis, dan
- h. memperoleh perlindungan dalam penelitian dan pengembangan kesehatan yang mengikutsertakan manusia sebagai subjek.

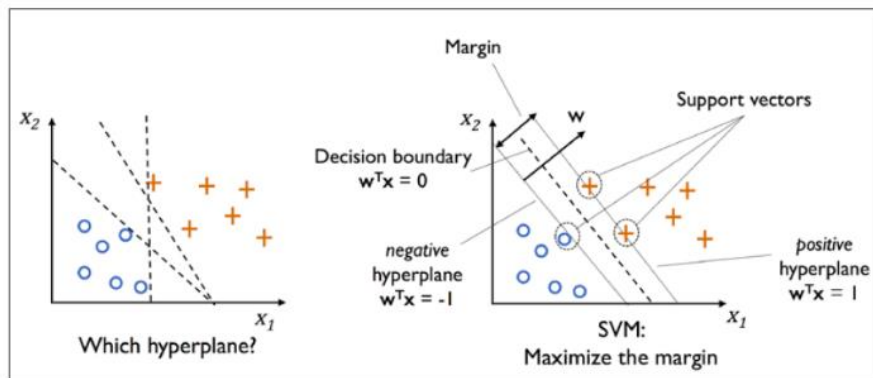
## **2.5 Python**

Python adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dikembangkan oleh Guido van Rossum (Muahardian, 2018). Sampai saat ini Python masih dikembangkan oleh Python Software Foundation. Python banyak digunakan untuk membuat berbagai macam program seperti program CLI, program GUI (*desktop*), aplikasi *mobile*, *website*, IoT, untuk membuat permainan, dan lain sebagainya. Python merupakan bahasa pemrograman yang *freeware* atau perangkat bebas dalam arti sebenarnya, tidak ada batasan data, penyalinannya atau mendistribusikannya.

## **2.6 Support Vector Machine (SVM)**

*Support Vector Machine* (SVM) dikembangkan oleh Boser, Guyon, Vapnik, dan pertama kali dipresentasikan pada tahun 1992 di Annual Workshop on Computational Learning Theory. SVM adalah metode *machine learning* yang bekerja

atas prinsip *Structural Risk Minimization* (SRM) dengan tujuan menemukan *hyperplane* terbaik yang memisahkan dua buah class pada *input space* (Nugroho dkk., 2003). Menurut Vapnik dan Cortes (1995), *Support Vector* merupakan metode klasifikasi *machine learning* untuk dua kelompok. *Hyperplane* adalah sebuah fungsi yang dapat digunakan untuk pemisah antar kelas. *Hyperplane* terbaik dapat ditemukan dengan mengukur margin dan mencari titik maksimalnya. Margin adalah jarak antara *hyperplane* dengan *pattern* atau objek terluar terdekat dari masing-masing *class*. Dalam SVM objek data terluar yang paling dekat dengan *hyperplane* disebut *support vector*. Objek yang disebut *support vector* yang paling sulit diklasifikasikan dikarenakan posisi yang hampir tumpang tindih (*overlap*) dengan kelas lain. Mengingat sifatnya yang kritis, hanya *support vector* inilah yang diperhitungkan untuk menemukan *hyperplane* yang paling optimal oleh SVM.



Gambar 2.9 Contoh *Hyperplane* pada SVM

(Sumber: [https://miro.medium.com/max/731/1\\*ikAtK9PHxDH1xDvaXEUKTw.png](https://miro.medium.com/max/731/1*ikAtK9PHxDH1xDvaXEUKTw.png))

Data yang ada dinotasikan sebagai  $\vec{x}_i \in \mathfrak{R}$ , artinya data yang ada merupakan elemen dari angka riil. Berdasarkan jurnal milik Vapnik dan Cortes, satu data latih diberi label  $(y_i, x_i), \dots, (y_l, x_l)$ , dimana  $y_i$  adalah *class* yang beranggotakan -1 dan 1, sedangkan  $x_i$  merupakan *input vector*. Diasumsikan bahwa kedua *class* -1 dan 1 terpisah secara sempurna oleh *hyperplane* berdimensi  $d$  yang didefinisikan pada persamaan (2-1).

$$w_0 \cdot x + b_0 = 0 \quad (2-1)$$

*Pattern*  $x_i$  yang termasuk *class* -1 dapat dirumuskan sebagai *pattern* yang memenuhi pertidaksamaan (2-2).

$$w \cdot x_i + b \leq -1 \quad (2-2)$$

Sedangkan *pattern*  $x_i$  yang termasuk *class* 1 dapat dirumuskan sebagai *pattern* yang memenuhi pertidaksamaan (2-3).

$$w \cdot x_i + b \geq 1 \quad (2-3)$$

Margin terbesar dapat ditemukan dengan memaksimalkan nilai jarak antara hyperplane dan titik terdekatnya, yaitu dengan  $\frac{1}{\|w\|}$ . Hal ini dapat juga disebut *Quadratic Programming (QP) problem*, yaitu mencari titik minimal persamaan (2-4), dengan memperhatikan constrain persamaan (2-5). QP adalah masalah mengoptimalkan fungsi objektif kuadrat dan merupakan salah satu bentuk paling sederhana dari pemrograman non-linear. *Problem* ini dapat dipecahkan dengan berbagai Teknik komputasi, di antaranya Lagrange Multiplier seperti pada persamaan (2-6).

$$\min_{\vec{w}} \tau(w) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2 \quad (2-4)$$

$$y_i(x_i \cdot w + b) - 1 \geq 0, \quad \forall i \quad (2-5)$$

$$L(\vec{w}, b, \alpha) = \frac{1}{2} \|\vec{w}\|^2 - \sum_{i=1}^l \alpha_i (y_i (\vec{x}_i \cdot \vec{w} + b) - 1) \quad (i = 1, 2, \dots, l) \quad (2-6)$$

$\alpha_i$  adalah Lagrange Multipliers, yang bernilai nol atau positif ( $\alpha_i \geq 0$ ). Nilai optimal dari persamaan (2-6) dapat dihitung dengan meminimalkan  $L$  terhadap  $\vec{w}$  dan  $b$ , dan memaksimalkan  $L$  terhadap  $\alpha_i$ . Dengan memperhatikan sifat bahwa pada titik optimal gradient  $L = 0$ , persamaan (2-6) dapat dimodifikasi sebagai maksimalisasi *problem* yang hanya mengandung  $\alpha_i$  saja, sebagai mana persamaan (2-7) di bawah ini.

*Maximize:*

$$\sum_{i=1}^l \alpha_i - \frac{1}{2} \sum_{i,j=1}^l \alpha_i \alpha_j y_i y_j \vec{x}_i \cdot \vec{x}_j \quad (2-7)$$

*Subject to:*

$$\alpha_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, l) \quad \sum_{i=1}^l \alpha_i y_i = 0$$

Dari hasil perhitungan di atas akan diperoleh  $\alpha_i$  yang kebanyakan bernilai positif. Data inilah yang disebut sebagai *support vector*.

## 2.7 *K-Nearest Neighbor (K-NN)*

*K-Nearest Neighbor* atau biasa disebut K-NN adalah metode klasifikasi terhadap sekumpulan data berdasarkan pembelajaran data yang sudah terklasifikasi sebelumnya (Informatikalogi, 2017). K-NN termasuk dalam *supervised learning*, dimana hasil *query instance* yang baru diklasifikasikan berdasarkan mayoritas kedekatan jarak k-tetangga terdekat dari kategori yang ada dalam K-NN. *Supervised learning* adalah sebuah pendekatan yang sudah terdapat data yang dilatih, dan terdapat variabel yang ditargetkan sehingga tujuan dari pendekatan ini adalah mengelompokkan suatu data ke data yang sudah ada. Untuk menggunakan algoritma K-NN perlu ditentukan banyaknya k tetangga terdekat yang digunakan untuk melakukan klasifikasi data baru. Banyaknya k, sebaiknya merupakan angka ganjil, misalnya k = 1, 3, 5, dan seterusnya. Penentuan nilai k dipertimbangkan berdasarkan banyaknya data yang ada dan ukuran dimensi yang dibentuk oleh data. Semakin banyak data, angka k yang dipilih sebaiknya semakin rendah. Namun, jika semakin besar ukuran dimensi data, angka k yang dipilih sebaiknya lebih tinggi. Secara sederhana, K-NN bekerja berdasarkan jarak minimum dari data baru ke data latih untuk menentukan K-tetangga terdekat. Langkah-langkah dari algoritma K-NN, yaitu

1. menentukan parameter k (jumlah banyak tetangga terdekat),
2. menghitung jarak *Euclidean* objek terhadap data training yang diberikan,
3. mengurutkan hasil dari langkah ke 2 secara *ascending* (pengurutan dari nilai terkecil ke nilai terbesar)
4. mengumpulkan kategori Y (klasifikasi nearest neighbor berdasarkan nilai k),
5. dengan menggunakan kategori nearest neighbor yang paling mayoritas maka akan dapat diprediksi kategori objek dari data uji.

Cara menghitung jarak tetangga biasanya dihitung berdasarkan jarak Euclidean atau *Euclidean Distance*. Rumus dari *Euclidean Distance* adalah sebagai berikut.

$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (2-1)$$

keterangan:

$d(x, y)$  : jarak skalar dari dua buah vektor data x dan y yang berupa matrix berukuran d dimensi

x : data uji / data *train*

$y$  : data latih / data test  
 $n$  : jumlah data latih

## 2.8 Confussion Matrix

Pada umumnya banyak algoritma yang digunakan pada *machine learning* menggunakan *confusion matrix* untuk perhitungan akurasi. *Confussion matrix* adalah tabel yang sering digunakan untuk menggambarkan kinerja model klasifikasi pada satu set data pengujian yang nilai sebenarnya diketahui (Sharma, n.d.). Tabel dari *confusion matrix* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tabel *Confusion Matrix*

	<i>Class 1</i> <i>Predicted</i>	<i>Class 2</i> <i>Predicted</i>
<i>Class 1</i> <i>Actual</i>	<i>True Positive</i> (TP)	<i>False Negative</i> (FN)
<i>Class 2</i> <i>Actual</i>	<i>False Positive</i> (FP)	<i>True Negative</i> (TN)

Berdasarkan tabel 2.2, *Class 1* adalah kelas positif dan *Class 2* adalah kelas negatif. *True Positive* atau disingkat TP merupakan suatu nilai yang menunjukkan bahwa berdasarkan pengamatan, suatu data menunjukkan kelas positif, dan prediksi menunjukkan kelas positif juga. *False Negative* atau disingkat FN merupakan suatu nilai yang menunjukkan bahwa berdasarkan pengamatan, suatu data menunjukkan kelas positif, namun prediksi menunjukkan kelas negatif. *False Positive* atau disingkat FP merupakan suatu nilai yang menunjukkan bahwa berdasarkan pengamatan, suatu data termasuk dalam kelas negatif, namun prediksi menunjukkan kelas positif. *True Negative* atau yang disingkat menjadi TN merupakan suatu nilai yang menunjukkan bahwa berdasarkan pengamatan, suatu data termasuk dalam kelas negatif, dan juga prediksi menunjukkan kelas negatif. Cara menghitung akurasi atau *Classification Rate* dengan metode *Confusion Matrix* berdasarkan tabel 2.2 adalah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (2-2)$$

Namun, dengan menghitung akurasi ini belum bisa mendapatkan nilai kinerja dari algoritma tersebut. Sebuah akurasi tidak hanya untuk akurasi keberhasilan, bisa juga akurasi kegagalan suatu program. Maka dari itu, perlu dilakukan perhitungan lebih lanjut yaitu dengan menghitung *recall* dan *precision*. *Recall* dapat didefinisikan sebagai rasio dari jumlah total yang benar terklasifikasikan dalam *class* positif dibagi dengan jumlah seluruh *class* positif, baik yang terprediksi dengan benar maupun tidak benar. Jika nilai *recall* tinggi maka menunjukkan bahwa suatu *class* diidentifikasi dengan benar. Sedangkan untuk mendapatkan nilai *precision* adalah dengan cara membagi jumlah total yang benar terklasifikasikan dalam *class* positif dengan jumlah total prediksi pada *class* positif. Semakin tinggi hasil dari *precision* menunjukkan data yang terklasifikasikan dalam *class* positif adalah benar terklasifikasikan dalam *class* positif. Berikut merupakan persamaan dari *recall* dan *precision*.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (2-3)$$

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2-4)$$

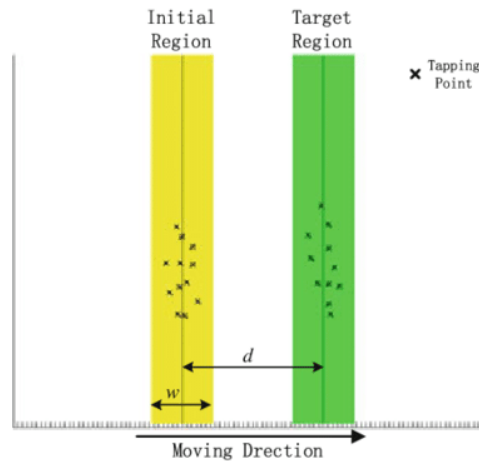
Jika nilai *recall* tinggi dan nilai *precision* rendah menunjukkan bahwa contoh data yang terklasifikasi dalam *class* positif dikenali dengan benar. Sebaliknya, jika nilai *recall* rendah dan nilai *precision* tinggi menunjukkan bahwa nilai *False Negative* tinggi juga yang artinya banyak data yang seharusnya masuk *class* positif terprediksi masuk dalam *class* negatif, namun banyak juga data yang terprediksi masuk *class* positif benar seharusnya masuk dalam *class* positif. Karena ada dua perhitungan yaitu *recall* dan *precision*, maka ada perhitungan *F-measure* yang mewakili keduanya. *F-measure* dihitung menggunakan *Harmonic Mean*. Nilai dari *F-measure* akan selalu mendekati nilai terkecil dari *recall* atau *precision*. Persamaan *F-measure* dapat dilihat pada persamaan (2-5).

$$F - measure = \frac{2 * Recall * Precision}{Recall+Precision} \quad (2-5)$$

## 2.9 ISO 9241-411

ISO 9241-411 merupakan suatu pengujian untuk mengevaluasi efisiensi dan efektivitas dari suatu perangkat masukan. Terdapat empat macam jenis pengujian

terdiri dari *One-directional tapping test*, *Multi-directional tapping test*, *Dragging test*, dan *Tracing test*. *One-directional tapping test* merupakan tes yang digunakan untuk mengevaluasi pergerakan penunjuk dalam satu sudut gerak pada layar komputer. Pola *One-directional tapping test* dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Pola *One-directional tapping test*

(Sumber:

[https://www.researchgate.net/profile/Guoli\\_Wang3/publication/286557005/figure/fig5/AS:613858926403601@1523366781504/The-GUIs-of-ISO-standard-tests-a-One-direction-tapping-test-b-Multi-direction-tapping.png](https://www.researchgate.net/profile/Guoli_Wang3/publication/286557005/figure/fig5/AS:613858926403601@1523366781504/The-GUIs-of-ISO-standard-tests-a-One-direction-tapping-test-b-Multi-direction-tapping.png))

Pengujian dilakukan dengan cara program akan menampilkan seperti pada gambar 2.9 kepada pengguna. Setiap persegi panjang memiliki lebar sebesar  $w$  dan jarak antar kedua persegi panjang sebesar  $d$ . Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menggerakkan, mengarahkan dan juga klik berdasarkan satu sudut pada setiap persegi panjang sebanyak 25 kali klik. Setiap sesi dimulai ketika pengguna menggerakkan penunjuk ke persegi panjang dan melakukan klik. Pengujian ini memiliki beberapa tingkat kesulitan, contohnya jarak antar persegi panjang ( $d$ ), dan lebar dari dua persegi panjang.

## 2.10 Analisis Statistika

Analisis statistika digunakan untuk mengukur tingkat keberhasilan prototipe yang terdiri dari analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Data yang akan dianalisis didapatkan dari pengumpulan data melalui kuesioner kepada sejumlah responden yang telah mencoba prototipe. Terdapat dua kuesioner yaitu penilaian upaya dan penilaian kenyamanan. Data yang telah diambil dari setiap responden akan

dikumpulkan dan diolah untuk perbandingan performa prototipe dan alat penunjuk konvensional yang digunakan pada umumnya. Hasil dari kuesioner analisis kuantitatif akan diolah menggunakan perhitungan Shapiro-Wilk *Test* untuk pengujian distribusi normal, untuk pengujian data *parametric* menggunakan ANOVA atau Welch ANOVA dan Post-Hoc, dan untuk uji *non-parametric* menggunakan Kruskal-Wallis *Test* dan Mann Whitney U *Test*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak bernama SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) dari perusahaan IBM (*International Business Machine*).

### 2.10.1 Analisis Kualitatif

Analisis Kualitatif adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui tingkat kenyamanan serta tingkat usaha dalam mengoperasikan prototipe yang dibuat menggunakan instrumentasi kuesioner standar ISO 9241-411 yang disebut *Borg Scale*. *Borg Scale* didesain untuk mengumpulkan data dari pengguna mengenai kinerja seluruh tubuh dan juga kinerja dari beberapa kelompok otot, seperti lengan, pundak, dan leher. Format instrumentasi kuesioner dari *Borg Scale* seperti pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Format Instrumentasi kuesioner *Borg Scale* ISO 9241-411

Effort			Effort
Arm	Shoulder	Neck	
() 10	() 10	() 10	Very, very strong (almost max.)
() 9	() 9	() 9	
() 8	() 8	() 8	
() 7	() 7	() 7	Very strong
() 6	() 6	() 6	
() 5	() 5	() 5	Strong (heavy)
() 4	() 4	() 4	Somewhat strong
() 3	() 3	() 3	Moderate
() 2	() 2	() 2	Weak (light)
() 1	() 1	() 1	Very weak
() 0.5	() 0.5	() 0.5	Very, very weak (just noticeable)
() 0	() 0	() 0	Nothing at all



### 2.10.2 Analisis Kuantitatif

Analisis Kuantitatif adalah analisis yang dilakukan untuk mengetahui performa prototipe yang dibuat menggunakan instrumentasi kuesioner standar ISO 9241-411 yang disebut *Rating Scale* atau penilaian bebas dan skala ketergantungan. Instrumentasi penilaian bebas mengarah pada performa, akurasi, hingga tingkat kelelahan bagian tubuh yang digunakan dalam pengoperasian prototipe. Format instrumentasi penilaian bebas dapat dilihat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Format Instrumentasi Penilaian Bebas ISO 9241-411

1. Force required for actuation:						
1	2	3	4	5	6	7
Very uncomfortable				Very comfortable		
2. Smoothness during operation:						
1	2	3	4	5	6	7
Very rough				Very smooth		
3. Effort required for operation:						
1	2	3	4	5	6	7
Very high				Very low		
4. Accuracy						
1	2	3	4	5	6	7
Very inaccurate				Very accurate		
5. Operation speed:						
1	2	3	4	5	6	7
Unacceptable				Acceptable		
6. General Comfort:						
1	2	3	4	5	6	7
Very uncomfortable				Very comfortable		
7. Overall operation of input device:						
1	2	3	4	5	6	7
Very difficult (to use)				Very easy (to use)		
8. Finger fatigue:						
1	2	3	4	5	6	7
Very high				None		
9. Wrist Fatigue:						

1	2	3	4	5	6	7
Very high				None		
10. Arm fatigue:						
1	2	3	4	5	6	7
Very high				None		
11. Shoulder Fatigue						
1	2	3	4	5	6	7
Very high				None		
12. Neck Fatigue:						
1	2	3	4	5	6	7
Very high				None		

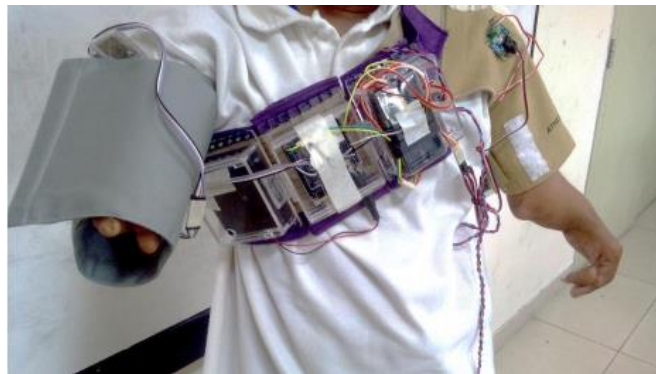
## 2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai prototipe perangkat penunjuk menggunakan *Electromyography* sebelumnya dilakukan oleh Agustinus Bohaswara Hayrasena. Pada penelitian ini terdapat dua prototipe, prototipe 1 merupakan kombinasi sensor EMG dan sensor inersia, sedangkan prototipe 2 merupakan kombinasi sensor tekuk (*bend sensor*) dan sensor inersia. Sensor inersia digunakan untuk menggerakkan kursor dari perangkat penunjuk, sedangkan sensor tekuk dan sensor EMG berfungsi sebagai operasi klik kiri. Alat yang digunakan dalam prototipe ini antara lain, pertama adalah GY-591 yang merupakan sensor inersia dengan Sembilan derajat kebebasan. Kedua, InertiaCube4, yang merupakan sensor inersia berstandar industry yang berguna sebagai perhitungan galat pada perangkat GY-591. Ketiga, Myoware yang merupakan sensor otot atau EMG Myoware mampu mendeteksi kontraksi otot melalui *pad electrode* yang terpasang pada bisep. Keempat, sensor tekuk atau *bend sensor* merupakan sensor yang mengukur besaran yang dihasilkan oleh tekukan. Kelima, HC-05 merupakan perangkat keras yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima sinyal Bluetooth. Keenam, Arduino Uno merupakan perangkat berupa papan mikrokontroler yang bersifat *open source* yang berdasarkan cara kerja *chip* IC ATmega328P yang berguna untuk menyatukan seluruh perangkat dan manajemen data yang terkirim melalui sinyal Bluetooth.

Pada penelitian ini menggunakan ISO 9241-411 sebagai tolak ukur efisiensi kinerja dan *Fitts' Law* sebagai tolak ukur efektifitas kinerja prototipe. Pengujian

membutuhkan responden lebih dari 10 orang, yaitu pada penelitian ini berjumlah 12 orang. Setiap responden menjalankan tugas pengujian sebanyak 50 kali dengan masing-masing 25 kali *tapping* secara horizontal dan 25 kali *tapping* secara vertikal. Tugas tersebut antara lain terdapat 4 tingkat kesulitan, yaitu tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah yang ditentukan berdasarkan ketentuan ISO 9241-411. Masing-masing tingkat kesulitan dilakukan 3 kali.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, pengembangan prototipe menggunakan sensor EMG lebih dianjurkan sehingga penelitian ini menggunakan sensor EMG yang berbeda yaitu sensor EMG yang diproduksi oleh Biosignalsplux.



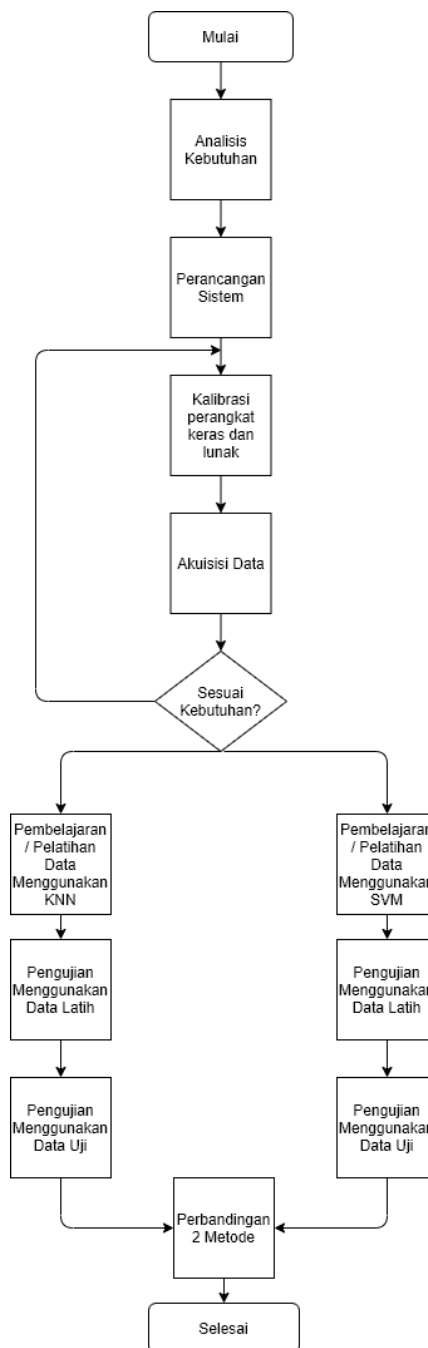
Gambar 2.11 Prototipe Perangkat Penunjuk Terdahulu

## Bab III

### Analisis dan Perancangan Sistem

#### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam perancangan sistem kecerdasan buatan untuk mendeteksi klik tercantum pada gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Tahapan Perancangan Kecerdasan Buatan

Tahapan awal penelitian dimulai dengan menemukan permasalahan yang ada. Dilanjutkan dengan analisis kebutuhan yang diperlukan dalam menentukan alat, bahan, serta hal-hal lainnya yang berkaitan dengan proses perancangan identifikasi ini. Berikutnya adalah tahapan perancangan sistem yang berguna untuk membuat sistem yang efektif serta efisien. Kemudian, setelah sistem berhasil dirancang, dilakukan kalibrasi perangkat keras serta perangkat lunak untuk menentukan titik awal kursor dan agar klik dapat berjalan dengan standar yang ada. Setelah proses kalibrasi, dilakukan proses akuisisi data untuk mendapatkan data hasil pembacaan sensor EMG sebagai masukan untuk mendeteksi klik kiri dan klik kanan. Kemudian dilakukan pengecekan apakah sudah sesuai dengan kebutuhan, jika belum maka akan kembali pada proses kalibrasi perangkat keras dan perangkat lunak serta akuisisi data. Jika sudah sesuai kebutuhan, maka dilakukan pembelajaran data latih. Pembelajaran data latih pada penelitian ini terbagi menjadi 2 pembelajaran, yaitu pembelajaran menggunakan metode K-NN dan pembelajaran menggunakan metode SVM. Setelah masing-masing pembelajaran tersebut, akan dilakukan pengujian menggunakan data latih dan data uji untuk memperoleh akurasi dari hasil pembelajaran masing-masing metode. Kemudian hasil dari masing-masing metode akan dibandingkan untuk mendapatkan hasil metode pembelajaran mana yang lebih baik.

### **3.2 Analisis Kebutuhan**

Seperti yang telah dijelaskan pada pemaparan sebelumnya, penderita tuna daksa, orang yang mengalami kecelakaan, atau kondisi lainnya yang memungkinkan seseorang tidak dapat mengoperasikan komputer terutama mengoperasikan perangkat penunjuk dalam posisi normal membutuhkan suatu alat yang dapat membantu agar dapat mengoperasikan perangkat penunjuk dengan normal. Namun, pada penelitian ini dikhususkan hanya untuk mengembangkan pada bagian klik kiri dan klik kanan saja, tidak untuk menggerakkan kursor menggunakan perangkat penunjuk.

Perangkat yang digunakan untuk mampu mendeteksi kontraksi otot adalah sensor EMG milik Biosignalsplux. Akan ada tiga elektroda yang dipasang pada bagian lengan atas pengguna. Satu elektroda berperan sebagai *reference* atau *ground*

yang akan dipasang pada bagian bahu sebelah kiri dan dua elektroda lainnya diletakkan pada bagian otot bicep pada lengan sebelah kiri. Data akan dibaca menggunakan aplikasi dari Biosignalsplux yang bernama OpenSignals (r)evolution. Data yang dibaca secara langsung (*real-time*) pada aplikasi ini berbentuk sinyal sesuai dengan kontraksi otot, kemudian disimpan dalam bentuk .txt yang dapat diubah menjadi bentuk .csv. Data .csv itu nantinya akan dijadikan masukan pada dua metode, yaitu K-NN dan SVM yang memiliki keluaran terdeteksi klik kiri atau klik kanan. Setelah dilakukan pembelajaran dengan masing-masing metode akan dibandingkan metode mana yang lebih baik. Keluaran akan ditampilkan dalam layar komputer dalam bentuk klik.

### 3.3 Desain Sistem

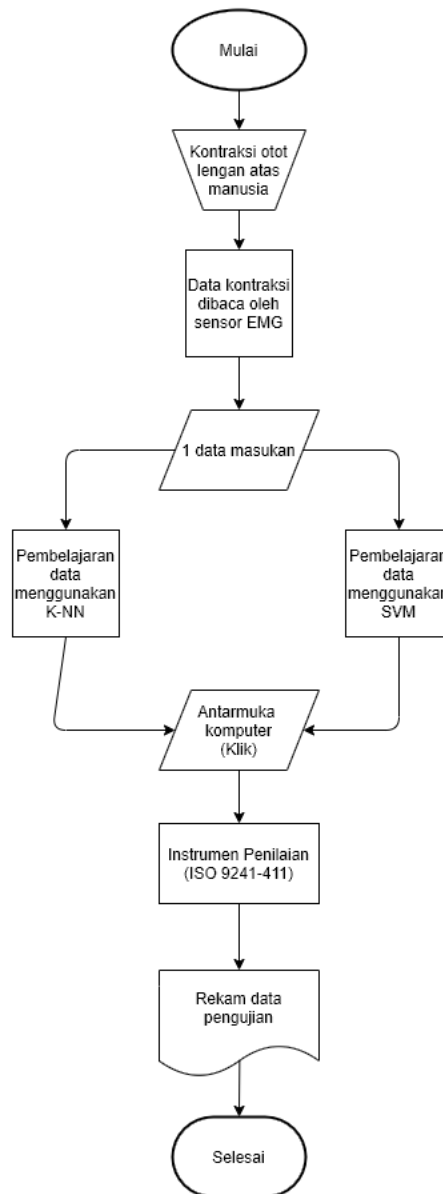
Desain kinerja sistem dapat dijabarkan pada alur yang akan dimuat pada gambar 3.2. Spesifikasi komputer yang digunakan dalam perancangan dan penggunaan perangkat dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Komputer

Komponen	Keterangan
Sistem operasi	Windows 10 Home 64-bit
Prosesor	Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @3.50GHz 2.71GHz
Memori	8.00 GB
Resolusi layar	1366x768

Seperti yang ada pada diagram alur pada gambar 3.2, alur sistem dimulai dari kontraksi otot pada lengan atas manusia untuk menunjukkan klik kiri atau klik kanan. Kemudian tiga elektroda akan membaca data dan mengirim data ke sensor EMG yang data itu akan diterima oleh Hub dan dikirimkan ke komputer menggunakan Bluetooth. Sensor akan membaca data secara *real-time*. Data yang didapat akan diproses oleh K-NN dan SVM untuk diidentifikasi dan diklasifikasikan ke dalam klik kiri dan klik kanan. Setelah itu akan ditampilkan dalam layar dalam bentuk klik. Ketika sudah dapat melakukan klik, komputer akan menampilkan posisi penunjuk di layar yang dapat digunakan untuk menjalankan

pengujian prototipe dengan instrument penilaian ISO 9241-411. Pengujian yang dilakukan akan menghasilkan rekam data yang berisi data akurasi, galat, dan lain sebagainya yang akan digunakan untuk pengolahan data statistic sebagai tolak ukur tingkat keberhasilan prototipe.



Gambar 3.2 Alur Desain Kinerja Sistem Perangkat

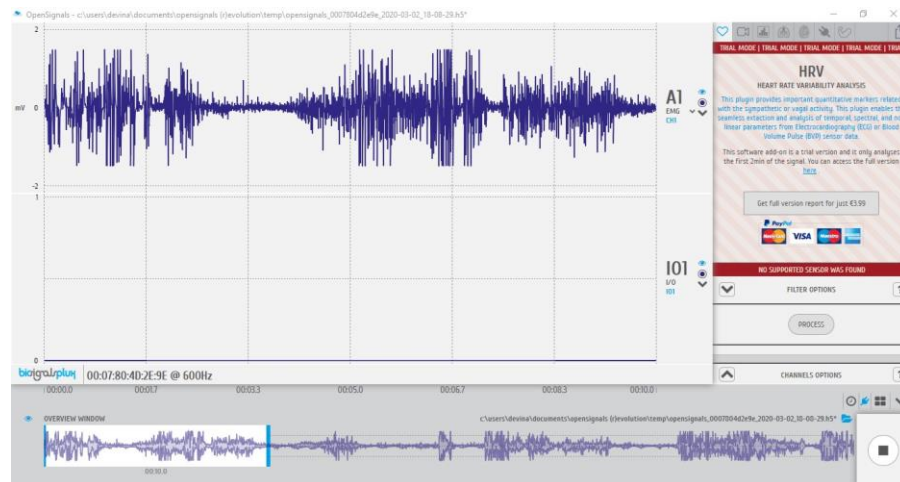
### 3.3.1 Kontraksi Otot Lengan Atas Manusia

Seperti yang sudah dipaparkan dalam bab 2, kontraksi otot pada lengan atas dibutuhkan untuk pembacaan sensor EMG agar dapat melakukan klik. Pengguna dapat melakukan klik pada saat otot bicep berkontraksi. Klik kiri dapat dilakukan

ketika otot bisep berkontraksi sekali, dan klik kanan ketika otot bisep berkontraksi dua kali dalam waktu yang singkat. Pada penelitian ini lengan yang digunakan adalah lengan kiri atas saja karena keterbatasan alat, dan juga masih terbatas pada melakukan klik kiri serta klik kanan.

### 3.3.2 Pembacaan Data Oleh Sensor

Pembacaan data oleh sensor EMG dibantu dengan aplikasi OpenSignals (r)evolution. Hasil yang ditangkap oleh aplikasi OpenSignals (r)evolution berbentuk sinyal atau grafik seperti pada gambar 3.3. Seperti yang sudah dipaparkan dalam bab 2, aplikasi ini dapat menyimpan ke data dalam tiga format. Namun yang digunakan pada penelitian ini hanya format .h5 dan .txt saja. Untuk format .h5 dapat dibaca melalui aplikasi Opensignals (r)evolution seperti pada gambar 3.3.

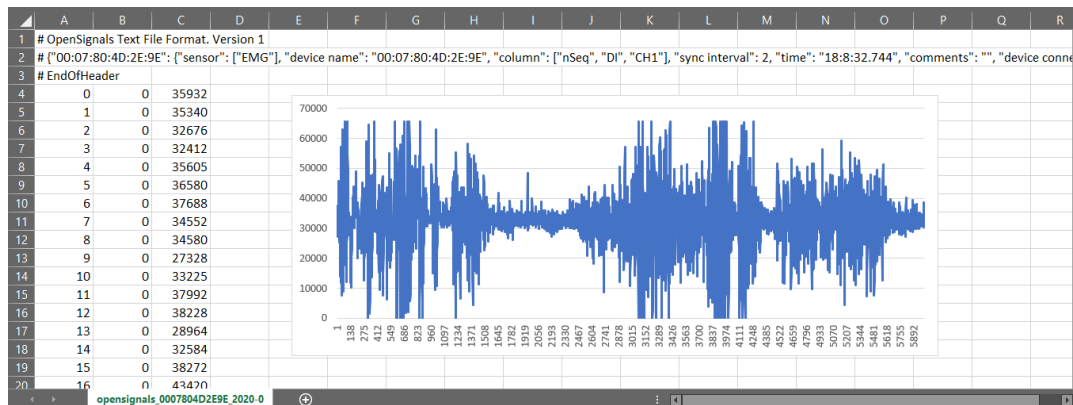


Gambar 3.3 Grafik tampilan hasil pembacaan data oleh sensor EMG pada aplikasi OpenSignals(r)evolution

Sedangkan untuk format .txt jika dibaca dalam Microsoft Excel maka akan seperti pada gambar 3.4. Terdapat 3 kolom tabel, dari sebelah kiri yaitu pertama, nSeq yang menunjukkan berapa lama data tersebut terekam dikali oleh *sampling rate*. Kedua, *Digital IO* menunjukkan apakah dalam rekaman data ini menggunakan alat lain seperti *handheld switch* atau *foot switch* dalam merekam data. Jika memakai alat lain dan saat alat itu aktif maka *Digital IO* akan bernilai 1, namun jika tidak ada maka *Digital IO* akan bernilai 0. Ketiga, CH1 menunjukkan data yang diterima dari *channel 1*, yang pada penelitian menggunakan sensor EMG. Jika data pada CH1 dijadikan dalam bentuk grafik maka akan memiliki bentuk yang sama seperti pada



aplikasi OpenSignals (r)evolution. Data inilah yang nantinya akan diolah untuk pendeteksi klik.

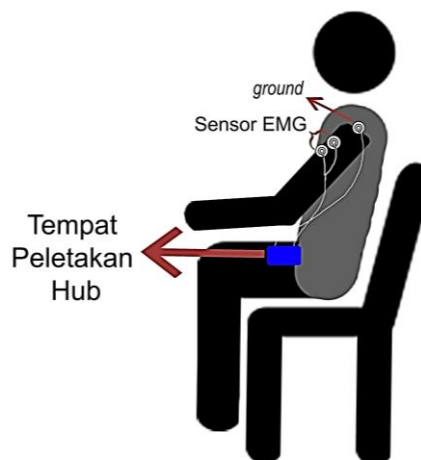


Gambar 3.4 Grafik hasil pembacaan sensor pada excel

### 3.3.3 Sensor EMG Biosignalsplux

Sensor EMG Biosignalsplux terdiri dari sensor EMG dan Hub yang berfungsi sebagai penghubung ke aplikasi Opensignals (r)evolution. Pada sensor EMG terdapat dua masukan yaitu positif dan negatif yang nantinya akan dihubungkan dengan elektroda. Sedangkan untuk *ground* tidak terpasang pada sensor EMG secara langsung. Secara *default*, resolusi yang biasa digunakan adalah 16 bit, dan dengan sampling rate 600 Hz.

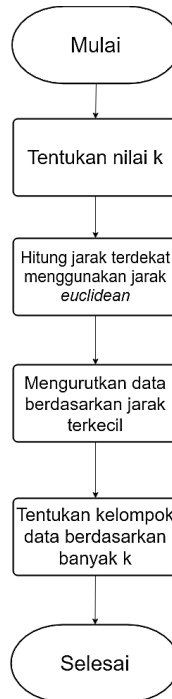
Sensor EMG pada penelitian ini akan diletakkan pada otot bisep lengan kiri bagian atas. Hub yang menghubungkan sensor EMG dengan aplikasi akan diletakkan pada kantong yang nantinya kantong tersebut dapat dipasang pada celana pengguna. Ilustrasi pemasangan perangkat dapat dilihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5 Ilustrasi pemasangan sensor EMG dan Hub

### 3.3.4 Pembelajaran pada K-NN

Diagram alur pembelajaran K-NN pada penelitian ini dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini.

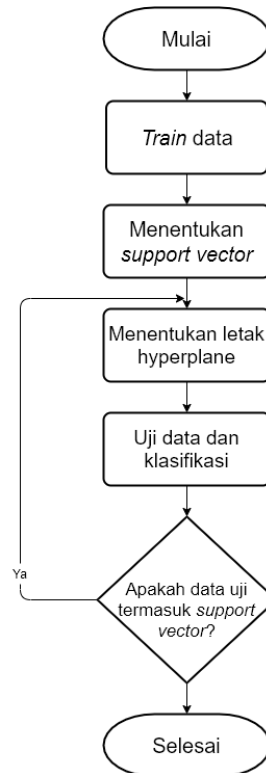


Gambar 3.6 Diagram alur K-NN

Proses pembelajaran K-NN yang digunakan pada penelitian ini dilakukan dengan pertama menentukan nilai k. Seperti yang sudah dijelaskan pada bab 2, nilai k harus bernilai ganjil. Biasanya penentuan nilai k di mulai dengan nilai 3, 5, 7, dan seterusnya. Kemudian, menghitung jarak terdekat data baru dengan data yang sudah ada menggunakan jarak *Euclidean*. Hasil dari setiap jarak tersebut diurutkan berdasarkan jarak terdekat. Setelah mengurutkan, maka akan menentukan kelompok data berdasarkan banyaknya k. Contohnya, jika  $k = 3$ , maka akan memilih 3 jarak terdekat. Dari ketiga jarak tersebut nantinya akan mendapatkan kesimpulan data baru tersebut masuk dalam kelompok mana. Setiap selesai mendapatkan hasil, maka dilakukan proses penghitungan akurasi menggunakan *confusion matrix* seperti yang sudah dipaparkan dalam bab 2.8. Untuk perhitungan *confusion matrix* tidak dilakukan manual, namun menggunakan fungsi dari library Python sklearn yaitu *classification\_report*. Proses ini terus diulang dengan mengganti k hingga mendapatkan akurasi yang maksimal.

### 3.3.5 Pembelajaran pada SVM

Diagram alur pembelajaran SVM pada penelitian ini dilihat pada gambar 3.7 dibawah ini.



Gambar 3.7 Diagram Alur SVM

Langkah awal yang digunakan dalam proses SVM adalah *train data*. *Train data* dilakukan dengan data yang ada yaitu seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya. Akan ada 10 responden dengan melakukan tes 5 sebanyak lima kali. Pengenalan dilakukan dengan cara jika terjadi kontraksi sekali maka akan dikelompokkan dalam klik kiri, dan jika kontraksi terjadi dua kali maka akan dikelompokkan dalam klik kanan. Setelah *train data*, maka dilakukan menentukan *support vector*. Setelah mendapatkan *support vector*, maka akan dilakukan penentuan letak *hyperplane*. Kemudian akan dilakukan pengujian data dengan data baru yang tidak dijadikan data latih hingga mendapatkan hasil klasifikasi data uji. Hasil klasifikasi akan dicek apakah hasil tersebut termasuk dalam *support vector*. Jika ya, maka akan dilakukan penentuan *hyperplane* ulang, dan jika tidak, maka proses pembelajaran SVM akan selesai.

### 3.4 Implementasi Sistem

Tahap implementasi sistem merupakan tahap lanjutan dari diagram alur K-NN dan SVM. Implementasi yang dilakukan adalah membuat sistem pembelajaran dengan data latih berjumlah 2 jenis klik yaitu klik kiri dan klik kanan dengan masing-masing memiliki 50 sampel. Sampel tersebut didapatkan dari 10 responden yang akan dites untuk melakukan kontraksi otot untuk klik kiri dan klik kanan. Tiap-tiap tes akan dilakukan sebanyak 5 kali. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Python untuk mengklasifikasikan jenis klik. Setelah dilakukan pembelajaran dengan masing-masing metode, akan dilakukan proses pengenalan dengan menggunakan data uji yang telah disiapkan yaitu 10 responden dengan masing-masing tes dilakukan 5 kali yang tidak digunakan pada data latih pembelajaran. Sehingga total data yang digunakan sebanyak 100 data.

Pengambilan data akan dilakukan cara memasang sensor EMG pada lengan kiri bagian atas, lebih tepatnya pada otot bisep pengguna. Jika pengguna melakukan kontraksi sekali, maka akan terjadi klik kiri, dan jika pengguna melakukan kontraksi dua kali, maka akan terjadi klik kanan. Nilai-nilai yang didapat dari sensor EMG melalui aplikasi OpenSignals (r)evolution akan menjadi masukkan dalam pembelajaran metode K-NN dan SVM. Hasil dari pembelajaran dan pengujian akan ditampilkan dalam Tkinter. Dalam aplikasi ini akan terdapat sebuah kotak yang berwarna oranye yang jika pengguna mengarahkan penunjuk ke kotak tersebut dan melakukan kontraksi sekali yang diklasifikasikan klik kiri, maka kotak tersebut akan berubah warna menjadi merah. Sedangkan jika pengguna melakukan kontraksi sebanyak dua kali, maka kotak tersebut akan berubah warna menjadi warna biru yang artinya klik kanan. Aplikasi ini juga menampilkan hasil klasifikasi, akurasi, serta *error* yang ada. Tampilan antar muka aplikasi dapat dilihat dalam *mockup* pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 *Mockup* tampilan aplikasi pengujian

### 3.5 Rancangan Pengujian

Pengujian hasil pembelajaran metode K-NN dan SVM ini dilakukan dengan cara melakukan pengujian menggunakan *confusion matrix*. Dilihat dari hasil akurasi tiap-tiap metode. Kedua metode ini juga akan dibandingkan mana yang lebih memiliki akurasi yang tinggi dan error yang kecil serta lebih baik dalam melakukan klasifikasi. Kemudian hasil dari penelitian ini akan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang memiliki alat yang berbeda, namun dengan metode penghitungan akurasi yang sama.