

# Implementasi *Myoware* Sensor Otot untuk Alat Bantu Terapi Penderita *Drop hand* dan Pasca *Stroke*

Tuti Angraini<sup>1</sup>, Anton<sup>2</sup>, Rahmatul Yoga Setyawan<sup>3</sup>, Yuhefizar<sup>4</sup>  
<sup>1234</sup> Jurusan Teknik elektro, Politeknik Negeri Padang  
Jl. Limau Manih Kampus Politeknik Negeri Padang – Sumatera Barat  
\*Corresponding Author : anton@pnp.ac.id

**Abstrak**— Telah dilakukan pembuatan alat bantu terapi penderita *drop hand* dan pasca stroke terkendali mikrokontroler. Sasaran penelitian ini, yaitu (a) menerapkan *myoware* sensor otot untuk membuat alat bantu terapi untuk pasien penderita *drop hand* dan pasca stroke terkendali mikrokontroler dan (b) mengukur kinerja alat. Metode penelitian dimulai dari pembuatan alat, dan pengukuran kinerja alat. Hasil pengukuran kinerja alat ditunjukkan dengan pembacaan *myoware* sensor otot, saat otot berkontraksi tegangan bernilai 4,8V dan ADC bernilai 984. Tingkat akurasi sensor MAX30100 untuk pembacaan oksigen 99% yang didasarkan kepada hasil pengukuran sensor yang dibandingkan dengan pulse oximeter medis. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD OLED. Secara keseluruhan alat dapat berfungsi dengan baik. Saran untuk penelitian lanjutan, dapat ditambahkan komunikasi data berbasis *Internet of Things* dan *machine learning* untuk metode gerak latihan.

**Kata Kunci:** *Drop hand* , *Myoware Muscle Sensor*, MAX30100 Sensor.

**Abstrack**— *The manufacture of therapeutic aids for patients with drop hand and post-stroke controlled by a microcontroller has been carried out. The objectives of this study are (a) applying muscle sensor myoware to make the therapeutic aids for patients with hand drop and post-stroke controlled by a microcontroller and (b) measuring the performance of the device. The research method starts from making tools, and measuring tool performance. The results of measuring the performance of the tool are shown by the myoware muscle sensor readings, when the muscle contracts the voltage is 4.8V and the ADC is 984. The sensor accuracy level is MAX30100 for 99% oxygen readings based on the sensor measurement results compared to a medical pulse oximeter. The measurement results are displayed on the OLED LCD. Overall the tool can function well. Suggestions for further research, can be added data communication based on Internet of Things and machine learning for training motion methods.*

**Keywords:** *Drop hand* , *Myoware Muscle Sensor*, MAX30100 Sensor.

© 2022 Elektron Jurnal Ilmiah

## I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari aktifitas kerja dilakukan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidup. Saat melakukan pekerjaan tentu ada resiko yang terjadi kecelakaan yang menyebabkan seseorang mengalami cedera pada anggota tubuh seperti pada tangan. Hal ini dapat menyebabkan cedera pada saraf *radialis* yang membuat seseorang tidak mampu mengangkat pergelangan tangan, menggerakkan jari-jari tangan atau mengalami kelemahan pada area tangan yang disebut juga dengan *drop hand*. *Drop hand* adalah kelumpuhan atau kerusakan pada saraf *radialis*, biasanya seseorang akan mengalami kesulitan gerakan dari grup otot ekstensor pada pergelangan tangan dan melakukan gerakan ekstensi jari-jari dan pergelangan tangan [1][2]. Gambaran klinis dari saraf radial berfungsi mengatur gerakan dari otot *triceps* saraf ini yang akan mengontrol gerakan ekstensi *wrist* dan gerakan pada jari-jari [3][4]. Namun seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini, khususnya perkembangan

bioteknologi tentu sangat membantu pada bidang kesehatan [5-8]. Bioteknologi adalah ilmu dan teknologi terapan yang mengubah bahan mentah melalui transformasi biologi sehingga menjadi produk yang berguna dibidang kesehatan [9].

Penelitian terkait dengan bioteknologi telah dilakukan sebelumnya Xiaoshi Chen, dkk membuat alat terapi untuk pasien stroke yang terdiri sarung tangan sensorik dan sarung tangan motor terapi menggunakan gerakan halus untuk melatih satu jari dan beberapa jari dalam koordinasi [10].

Penelitian serupa juga dilakukan oleh Yue Zhou, dkk merancang sarung tangan berkemampuan mekatronika untuk rehabilitasi pasien stroke dengan menerapkan sistem kontrol untuk kinerja pergelangan tangan yang *resistif*. Hasil penelitian menunjukkan sarung tangan dapat memberikan ketahanan yang konsisten pada jari dan pergelangan tangan untuk berbagai tugas rehabilitasi [11].

Alat bantu terapi pasca stroke dengan mode 4 (empat) pergerakan rehabilitasi juga dirancang oleh said ryan, dkk, Arduino uno digunakan sebagai kontrol dan motor DC sebagai penggerak untuk

menahan beban tangan pasien. Hasil penelitian alat ini dapat memberikan kemudahan dan mengurangi resiko disabilitas.

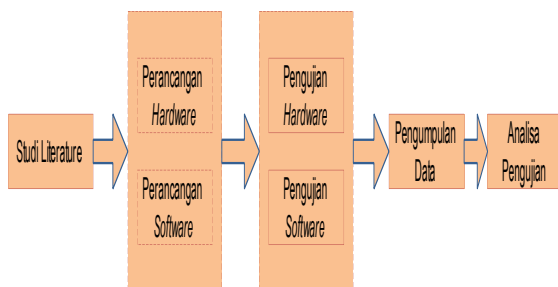
Menerapkan teknologi *virtual reality (VR-Bicycling)* untuk terapi cermin (Mirror Therapy-MT) dikembangkan oleh I Putu Dody Lesmana, dkk bagi penderita pasca stroke untuk meningkatkan gerak motorik otot pada *ekstremitas* bawah [12], sensor *Kinect* digunakan sebagai sensor gerak lengan yang sakit untuk melatih gerak motorik ekstremitas atas pada penderita pasca stroke.

Berdasarkan sejumlah hasil penelitian tersebut dibuat alat terapi untuk melatih kekuatan tangan dengan memanfaatkan sensor *myoware*. Alat ini memberikan terapi dan stimulus pada saraf sesuai dengan kebutuhan pasien dan dapat memonitoring kekuatan pada otot pasien. Alat ini memanfaatkan fungsi dari sensor *myoware* untuk mengukur aktifitas listrik otot yang timbul dari gerakan pasien penderita drop hand dan sensor MAX30100 untuk mengukur oksigen dalam darah dan detak jantung sehingga alat ini dapat mengetahui seberapa besarnya kekuatan.

Pengembangan dari penelitian sebelumnya adalah (1). Alat ini dapat memberikan terapi dan stimulus pada saraf. (2). Alat ini dapat mengukur oksigen dalam darah dan detak jantung. Tujuan penelitian ini membuat alat bantu terapi bagi pasien penderita drop hand dan dapat monitoring aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot secara realtime dengan tampilan pada LCD OLED.

## II. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembuatan *prototype* alat yang dimulai dari studi literature, perancangan system, perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), pengujian *hardware*, *software* dan analisa hasil pengujian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



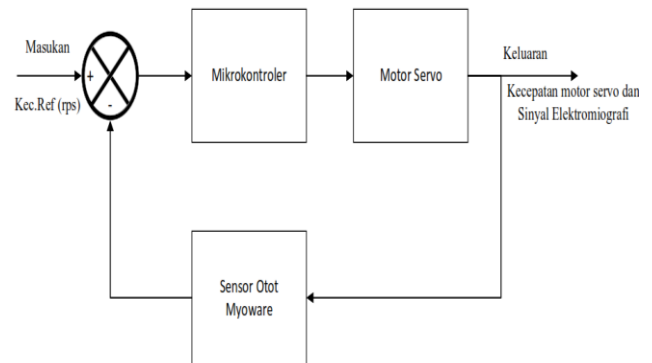
Gambar 1. Metode Penelitian

### 2.1 Perancangan Sistem

Perancangan alat dimulai dengan membuat blok diagram dari alat yang dibuat. Blok diagram pada alat terdiri dari beberapa bagian yaitu blok diagram alat terapi dan blok diagram alat pengukur kadar oksigen dalam darah.

#### 2.1.1 Blok Diagram Alat Terapi

Blok diagram alat terapi terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu (i)input,(ii)proses, (iii) output, (iv) catu daya. Bagian input, memberikan masukan untuk diproses oleh bagian pemroses yaitu Arduino nano, input yaitu aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot yang akan diproses oleh sensor otot Myoware yang berfungsi untuk merekam aktivitas listrik pada otot dan toggle switch sebagai input untuk mentrigger output putaran motor servo seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram alat terapi

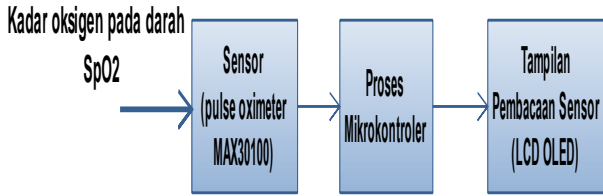
Bagian pemrosesan, melakukan pemrosesan terhadap input yang diterima. Hasil pemrosesan tersebut dikeluarkan dalam bentuk tampilan LCD OLED dan putaran motor servo. Pada bagian ini Arduino nano berfungsi sebagai mikrokontroler pemroses data dari sensor otot Myoware dan perintah dari toggle switch.

Bagian output menampilkan hasil pemrosesan sebagai akhir sistem, output yang digunakan yaitu LCD OLED untuk melihat hasil data output dari mikrokontroler yaitu menampilkan hasil pengukuran besaran aktivitas listrik otot dan pemilihan terapi range of motion untuk tangan.

Bagian catu daya berfungsi sebagai sumber daya dari alat yang dibuat. Bagian ini terdiri dari modul charger BMS 3S yang berfungsi untuk mengisi ulang daya baterai 18650 dari adaptor dan juga sebagai tempat keluaran dari baterai yang digunakan dan baterai li-ion 18650 yang menjadi sumber energi dari alat yang dibuat.

#### 2.1.2 Blok Diagram Oximeter

Blok diagram *oximeter* yang dibuat digunakan untuk pemantauan sinyal detak jantung dan tingkat oksigen dalam darah. Bagian input, memberikan masukan untuk diproses oleh Arduino Pro Mini, input berupa tingkat oksigen dalam darah menggunakan sensor MAX30100 (Pulse oximeter and Heart-Rate Sensor). seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok diagram alat pengukuran kadar oksigen

Bagian pemrosesan, melakukan pemrosesan terhadap input yang diterima. Hasil pemrosesan tersebut dikeluarkan dalam bentuk tampilan LCD OLED. Pada bagian ini Arduino Pro Mini difungsikan sebagai mikrokontroler pemroses data dari sensor MAX30100.

Bagian Output, menampilkan hasil pemrosesan sebagai akhir sistem, output yang digunakan LCD OLED untuk menampilkan hasil pengukuran kadar oksigen dalam darah dan sinyal detak jantung.

### 2.1.3 Prinsip Kerja Alat

Alat yang dibuat digunakan untuk melatih gerak sendi pada pasien penderita *drop hand* dan mengukur atau mengetahui kekuatan otot serta kadar oksigen pada tubuh penderita *drop hand*. Alat ini berfungsi untuk melatih pergerakan sendi pada jari tangan penggunaannya memanfaatkan metode pelatihan pergerakan sendi *Range Of Motion (ROM)* secara pasif. Sendi jari tangan akan digerakkan secara ekstensi (meluruskan jari-jari) dan hiperekstensi (menarik jari-jari ke belakang) yang gerakannya akan diatur dengan motor servo. Saat motor servo berputar maka motor servo juga ikut menarik jari-jari tangan, dimana kecepatan putar motor tersebut dapat dipilih sesuai dengan kebutuhan pasien. Pada program telah diatur kecepatan putaran motor servo dengan memberikan *delay* yang berbeda-beda sesuai kebutuhan ROM. Untuk varian delaynya dapat dipilih dengan mengaktifkan *toggle switch* sebagai *input* untuk mentrigger perintah *delay* motor.

Alat ini juga berfungsi untuk memantau kondisi kesehatan otot tangan bagi penderita *drop hand* dengan membaca aktivitas listrik pada otot dan mengukur kadar oksigen dalam darah serta membaca detak jantung permenit. Pengukuran aktivitas listrik pada otot dilakukan dengan menggunakan sensor otot *Myoware*, sensor ini berfungsi mengukur aktivitas otot melalui potensial listrik otot, sensor otot *myoware* akan menganalisis aktivitas listrik dan menghasilkan sinyal keluaran analog yang dapat dengan mudah diproses oleh mikrokontroler. Posisi pemasangan elektroda sensor harus ditempatkan ditengah otot yang akan diukur dan harus sejajar dengan orientasi serat otot yaitu untuk elektroda bagian ujung dan tengah yang menempel langsung pada sensor. Sedangkan untuk penempelan *elektroda* referensi ditempelkan sejauh dari elektroda utama, idelanya pada tonjolan tulang

ini untuk mengurangi kebisingan sinyal antara dua elektr oda utama. Sedangkan untuk mengukur kadar oksigen dalam darah penderita *drop hand* dapat menjepitkan jari telunjuknya ke alat yang telah dibuat.

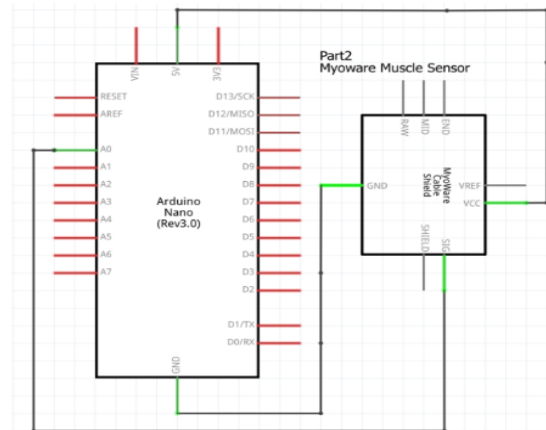
Penjepitan jari bertujuan untuk mempersempit arteri untuk mendapatkan nilai sempurna dari saturasi oksigen dan juga untuk memposisikan jari tepat satu baris dengan LED merah, LED infrared, dan fotodiode. Sensor ini berfungsi membaca kadar oksigen dalam darah.

## 2.2 Perancangan Rangkaian Elektronik

Perancangan rangkaian elektronika alat terapi untuk melatih kekuatan tangan bagi pasien *drop hand* dilakukan dengan tahapan-tahapan (i) rangkaian Sensor Otot *Myoware* dan Arduino Nano, (ii) Motor Servo MG996R dan Toggle, (iii) Sensor MAX30100, (iv) LCD OLED.

### 2.2.1 Sensor Otot *Myoware* dan Arduino Nano

Sensor otot *Myoware* difungsikan sebagai input dari pembacaan aktivitas listrik otot. Sinyal listrik akan direkam melalui 3 *lead elektroda*, dua *elektroda* dipasang pada papan sensor, dan satu *elektroda* dipasang pada kabel referensi. Pin yang digunakan yaitu Vcc, output sinyal dan GND dihubungkan pada arduino nano. Skematik rangkaian Sensor Otot *Myoware* dan Arduino Nano dan keterhubungan pin ditunjukkan pada Gambar 4 dan tabel 1.



Gambar 4. Skematik Arduino Nano Ke Sensor Otot *Myoware*

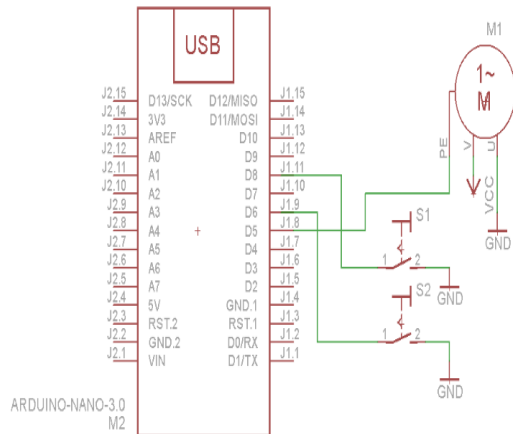
Tabel 1. Penempatan Pin Arduino pada Sensor otot *Myoware*

Pin pada Arduino Nano	Pin pada Myoware
A0	Signal
5V	Vcc (+)
GND	GND (-)

### 2.2.2 Motor Servo MG996R dan *Toggle*

Motor servo digunakan untuk menggerakkan dan menarik jari-jari tangan. Untuk menggerakkan motor servo dengan variasi kecepatan diatur dengan *toggle*. *Toggle* 1 difungsikan mengatur kecepatan

putaran motor lambat untuk terapi 1, sedangkan toggle 2 difungsikan mengatur kecepatan putaran motor cepat untuk terapi 2. Kecepatan putaran motor servo diatur dengan delay yang diberikan tiap pergerakan sudut. Servo dengan putaran lambat untuk terapi 1 menggunakan delay 45 milidetik dan untuk servo dengan putaran cepat untuk terapi 2 menggunakan delay 20 milidetik. Kecepatan motor servo diatur agar otot pada tangan tidak mengalami kelelahan dan memiliki efektivitas terapi ROM yang diharapkan. Motor servo memiliki 3 buah pin yaitu GND, VCC dan Sinyal. Skematik rangkaian Sensor Otot *Myoware* dan Arduino Nano dan keterhubungan pin ditunjukkan pada Gambar 5 dan tabel 2.



Gambar 4. Skematik Motor Servo dan Toggle dengan Arduino Nano

Tabel 2. Penempatan Motor Servo dengan Arduino Nano

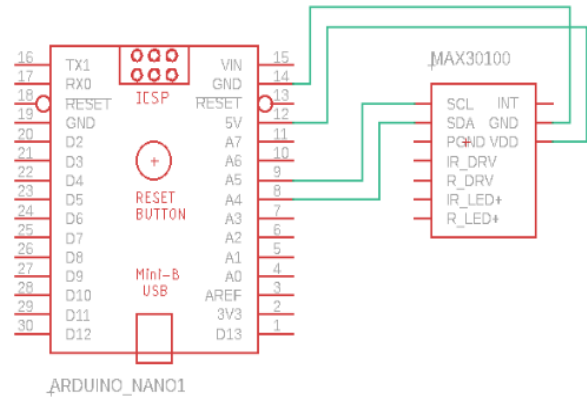
	Pin Modul	Pin Arduino Nano
Motor Servo 996R	Sinyal / PWM	D5
	Vcc	5V
	GND	GND
Toggle switch 1	Common	D6
	Terminal	
	Terminal A	GND
Toggle switch 2	Common	D8
	Terminal	
	Terminal B	GND

2.2.3 Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 digunakan untuk mendeteksi kadar oksigen dan detak jantung didalam darah yang diaplikasikan pada ujung jari tangan. Sensor *oximeter* MAX30100 bekerja mendeteksi aliran darah dengan menggunakan cahaya dari LED merah dan cahaya infrared. Dengan memanfaatkan sifat dari hemoglobin yang dapat menyerap sinar inframerah. Sumber cahaya infrared dan cahaya LED merah ditembakkan melalui jari dan ditangkap oleh sensor cahaya.

Pada saat melewati jari, cahaya infrared akan diserap oleh hemoglobin yang tentunya tidak semua gelombang cahaya diserap oleh hemoglobin. Sisa dari gelombang cahaya infrared akan menembus dan

terdeteksi oleh sensor cahaya yang mana hasilnya akan dikurangi oleh gelombang cahaya merah. Perbedaan penyerapan ini menjadi acuan untuk menentukan saturasi oksigen. Selanjutnya nilai *output* dari sensir cahaya akan diproses oleh Arduino untuk dirubah dalam %SpO2. Skematik rangkaian Sensor MAX30100 dan Arduino Nano dan keterhubungan pin ditunjukkan pada Gambar 6 dan tabel 3.



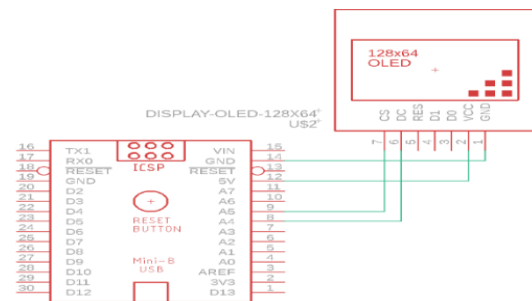
Gambar 5. Skematik Sensor MAX30100 dan Arduino Nano

Tabel 3. Penempatan Pin Arduino pada Sensor otot *Myoware*

Pin pada Arduino Nano	Pin Sensor Max30100
GND	GND
Vcc	V in
A4	SDA
A5	SCL

2.2.3 LCD OLED

LCD OLED digunakan untuk menampilkan nilai dari pembacaan sensor otot *Myoware*, pilihan menu terapi dan nilai pembacaan oksigen dalam darah oleh sensor MAX30100. OLED menggunakan I2C dengan pin SDA dan SCL yang dihubungkan ke Arduino. Skematik rangkaian LCD OLED dengan Arduino Nano dan keterhubungan pin ditunjukkan pada Gambar 6 dan tabel 4.

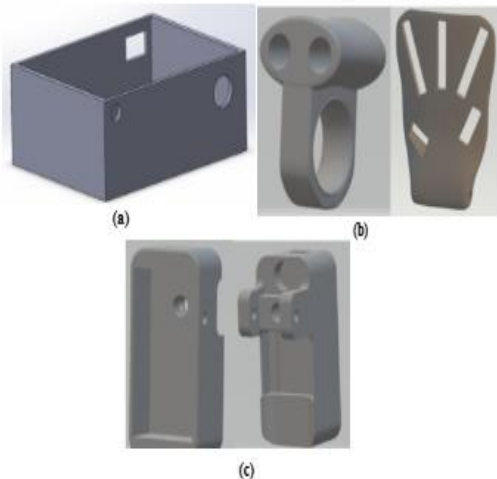


Gambar 6. Skematik LCD OLED dengan Arduino Nano  
Tabel 4. Penempatan Pin LCD OLED dengan Arduino Nano

Pin pada Arduino Nano	Pin LCD OLED
5V	Vcc
GND	GND
A4	SDA
A5	SCL

### 2.3 Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik alat terapi bagi pasien *drop hand* terdiri dari perancangan mekanik *power supply*, perancangan mekanik pada sarung tangan, dan perancangan mekanik pada *oximeter* seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perancangan mekanik alat terapi bagi pasien drop hand (a) perancangan mekanik power supply; (b) perancangan mekanik pada sarung tangan; (c) perancangan mekanik pada oximeter

Alat terapi bagi penyandang drop hand didesain menggunakan software SolidWorks 2018. Mekanik pada alat dicetak dengan menggunakan mesin 3D printing dengan bahan dasar filamen untuk melindungi bagian komponen sehingga tidak rusak saat terbentur dan mudah dalam penggunaannya. Bentuk dari alat ditunjukkan pada gambar Gambar 8.



Gambar 8. Alat terapi bagi pasien drop hand

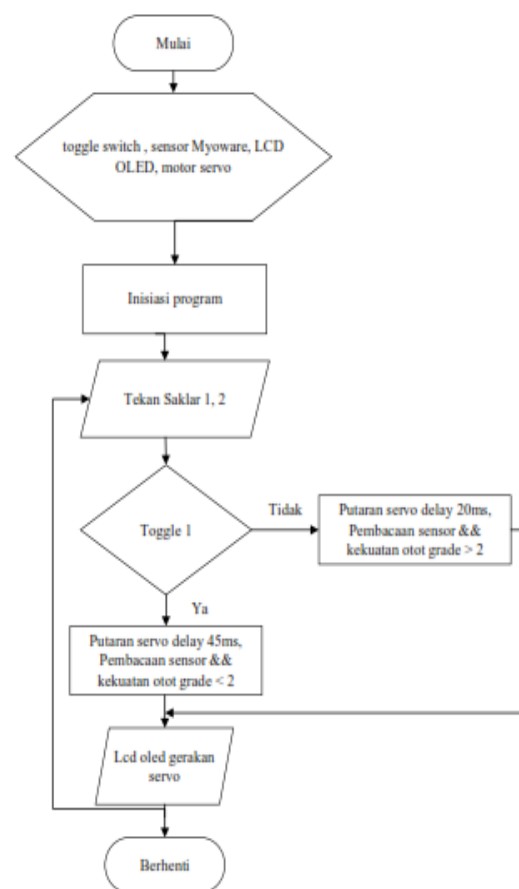
### 2.4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Perancangan *software* pada alat terapi bagi pasien *drop hand* terdiri dari bagian terapi tangan dan bagian *oximeter*.

#### 2.4.1. Bagian Terapi Tangan

Perancangan *software* pada bagian ini dimulai dari Inisialisasi sensor otot *Myoware*, *toggle*, OLED, dan motor *servo*. Pada layar OLED akan tampil pemilihan mode terapi yaitu terapi 1 dan

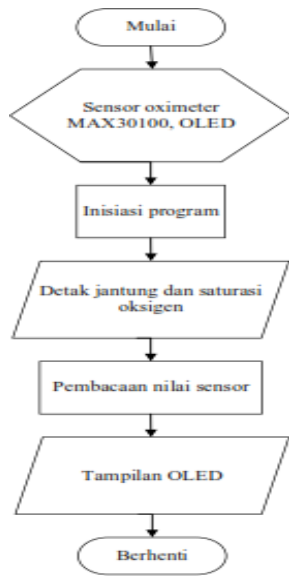
terapi 2, pengguna dapat memilih mode terapi yang diinginkan sesuai kebutuhan. Jika *toggle 1* diaktifkan maka motor akan berputar dengan delay pergerakan 45 dan sensor otot *Myoware* akan mengukur kekuatan otot. Jika kekuatan otot kurang dari derajat 2 maka motor akan berhenti sesuai instruksi yang diberikan, jika tidak maka kembali ke proses awal untuk memilih *toggle* yang lainnya. Jika *toggle 2* diaktifkan maka motor berputar dengan delay pergerakan 20ms dan sensor otot *Myoware* mengukur kekuatan otot. Jika kekuatan otot lebih dari derajat 2 maka motor berhenti sesuai instruksi yang diberikan, jika tidak maka kembali ke proses awal untuk memilih *toggle* yang lain. Flowchart pada bagian terapi tangan keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Flowchart alat terapi tangan

#### 2.4.2. Bagian Alat Oximeter

Algoritma proses pembacaan, pengumpulan dan pengolahan data dari sensor pada alat pengukuran kadar oksigen secara portable, dilakukan dengan proses inisialisasi sensor oximeter MAX30100 dan OLED selanjutnya nilai pembacaan dari sensor ditampilkan pada OLED. Flowchart pada bagian alat oximeter keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Flowchart Alat Oximeter

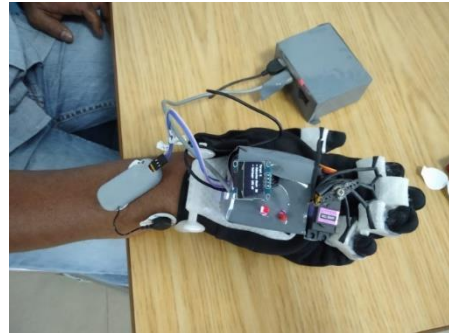
#### 2.4. Perlakuan pada Objek

Alat dipasang pada tangan kanan pasien *drop hand*, pemilihan mode terapi ditentukan oleh penggunaanya. Dimana untuk kekuatan otot dengan grade kurang dari 2 maka mode terapi 1 digunakan dengan kecepatan lambat hal ini dilakukan agar tidak terjadinya kelelahan otot. Sedangkan untuk kekuatan otot dengan grade lebih dari 2 maka mode terapi 2 digunakan hal ini dilakukan agar terjadinya dorongan gerak aktif untuk jari-jari tangan. Masing-masing gerakan terapi dilakukan selama 15 menit agar tidak terjadinya kelelahan otot yang tidak diinginkan dan hal ini juga sesuai dengan SOP dalam melakukan terapi di fisioterapi.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan setelah program selesai dibuat dan disimulasikan bersama *hardware*. Pengukuran aktifitas listrik pada otot dilakukan dengan teknik pengukuran *surface electromyography* yaitu menilai fungsi otot dengan merekam aktivitas otot pada kulit. Adapun Tindakan pengukuran dengan cara tindakan *non-invasive* yaitu tindakan tanpa alat dimasukkan ke dalam tubuh dan tidak menyebabkan kerusakan pada kulit atau rongga tubuh untuk merekam sinyal mioelektrik saat otot melakukan kontraksi atau relaksasi. Langkah awal pengukuran dimulai dari menempelkan 2 elektroda pada bagian otot *extensor digitorum* dan satu elektroda pada bagian tulang pergelangan tangan, hal ini dilakukan untuk mendapatkan sinyal elektroda pada bagian tulang pergelangan tangan, hal ini dilakukan untuk mendapatkan sinyal referensi. Bagian otot ini berfungsi sebagai ekstensi pada pergelangan tangan dan jari-jari. pengujian alat

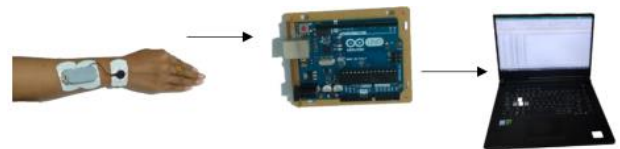
pada pasien penderita *drop hand* ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Pemasangan alat terapi pada pasien *drop hand*.

#### 3.1 Pengukuran Sensor Otot Myoware

Pengujian Sensor Otot *Myoware* dilakukan dengan kondisi tangan pasien yang berbeda-beda untuk perbandingan. Proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 12.



Gambar 12. Proses pengujian sensor otot *Myoware*

Data dari sensor otot *Myoware* merupakan data analog dengan range 0 – 1023 dan tegangan sekitar 0 – 5 V. Data perbandingan hasil pengujian dilakukan terhadap pasien *drop hand* dari saraf radialis yang terputus akibat kecelakaan kerja dan pasien normal (tanpa *drop hand*) ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Pembacaan Sensor Otot *Myoware* pada pasien *drop hand* saraf radialis yang terputus akibat kecelakaan kerja dengan pasien normal

Penderita drop hand	Nilai ADC	Tanpa drop hand	Nilai ADC
	684		984
	674		983
	541		870
Pasien drop hand	365	Normal	748
	246		673
	75		577
	138		499

149	409
468	612

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat saat otot berkontraksi nilai ADC sensor terbesar 984. Dari data tersebut dapat diketahui tegangan yang dihasilkan senilai 4,8V oleh otot berkontraksi dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Bit} = \frac{\text{tegangan input}}{5V} \times 1023$$

$$\text{Tegangan input} = \frac{984}{1023} \times 5V$$

$$\text{Tegangan input} = 4,8V$$

### 3.2 Pengukuran Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 merupakan integrasi dari pulse oximeter, dapat melakukan pemantauan sinyal tingkat oksigen dalam darah (SpO2) dan detak jantung. MAX30100 terdiri dari 2 buah LED dan photodetector. Koneksi antarmuka antara sensor MAX30100 dan arduino menggunakan komunikasi I2C dengan pin SDA dan SCL. Hasil pengujian pembacaan sensor MAX30100 dan pulse oximeter medis ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor MAX30100 dengan Pulse oximeter Medis

Pengujian	Sensor MAX30100		Pulse oximeter Medis	
	Data Jantung (BPM)	Kadar Oksigen (%)	Data Jantung (BPM)	Kadar Oksigen (%)
1	78.27	96	88	97
2	71.32	97	78	97
3	79.73	96	72	96

Berdasarkan tabel 2 perbandingan pengukuran dilakukan untuk mendapatkan nilai tolak ukur keakuratan pembacaan sensor MAX30100. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kadar oksigen untuk setiap subjek tidak berbeda jauh dengan pembacaan pulse oximeter medis. Rata-rata persentase error percobaan sebesar 1%. Gambar hasil pengujian sensor MAX30100 dan pulse oximeter medis ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Hasil pengujian sensor MAX30100 dan pulse oximeter medis

### 3.3 Pengujian dan Analisa Motor Servo MG996R

Pengujian motor servo dengan mengatur lebar pulsa modulasi (PWM) untuk mengendalikan kecepatan motor dan sudut putaran motor. Modulasi lebar pulsa diperoleh dengan bantuan sebuah gelombang kotak siklus kerja (*duty cycle*) gelombang dapat diubah-ubah untuk mendapatkan sebuah tegangan keluaran yang bervariasi yang merupakan nilai rata-rata dari gelombang tersebut. Pada penelitian ini ditentukan sudut awal dan sudut akhirnya. Untuk pengukuran sudut maksimal yaitu 0°, lebar pulsa yang dihasilkan sebesar Ton 0,5 ms dan Toff 19,3 ms. dapat dicari persamaan sebagai berikut:

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

Siklus kerja atau *duty cycle* sebuah gelombang dengan persamaan,

$$\text{DutyCycle} = \frac{T_{on}}{(T_{on} + T_{off})} \times 100\%$$

$$\text{DutyCycle} = \frac{0,5 \text{ ms}}{19,8 \text{ ms}} \times 100\%$$

$$\text{DutyCycle} = 2,52 \%$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty cycle* yang didapatkan, dengan persamaan:

$$V_{out} = \text{Duty Cycle} \times V_{in}$$

$$V_{out} = 2,52\% \times 5V$$

$$V_{out} = 0,12 \text{ V}$$

Tabel 3. Hasil Pengujian Motor Servo MG996R

Data Masukan	Hasil yang diharapkan	Hasil yang diinginkan
Perintah dari program	Motor servo akan berputar dengan kecepatan sesuai perintah yang ada pada program	Motor servo bekerja dengan baik sesuai dengan perintah yang diinginkan

Berdasarkan tabel 3 motor servo MG996R bekerja dengan baik. Motor servo dapat melakukan putaran sesuai perintah yang diberikan dari program dan tetap diam jika belum mendapatkan perintah apapun. Untuk putaran motor servo ini diaplikasikan sebagai gerak latihan *range of motion* pasif untuk jari-jari tangan, dimana kecepatan masing-masing pilihan berbeda-beda. Pilihan pertama dengan delay 45 ms dan pilihan kedua dengan delay 20 ms, delay tersebut akan mempengaruhi gerakan tiap 1° sudutnya. Perbedaan kecepatan putar motor servo untuk menjaga agar tidak terjadinya kelelahan saat terapi *range of motion* pasif dilakukan pada tangan yang memiliki grade dibawah 2.

## IV. KESIMPULAN

Alat terapi untuk pasien penderita *drop hand* berhasil melakukan gerak latihan *range of motion pasif* dengan baik yang mana untuk gerak latihan memanfaatkan putaran motor servo 180° untuk mendorong terjadinya gerakan *ektension* aktif pada jari-jari tangan. Sensor otot Myoware dapat membaca data otot ADC dengan rintang pembacaan 125 hingga 984 saat melakukan pembacaan aktivitas listrik pada otot dan mengubahnya dalam bentuk data digital. Sensor MAX30100 dapat membaca kadar oksigen dalam darah dengan tingkat keakurasian pembacaan dibandingkan sensor *oximeter* medis 1% nilai error.dengan baik. Pembacaan aktivitas listrik pada otot dan kadar oksigen dalam darah dilakukan dengan teknik *non-invasive* yang mana untuk tampilan pembacaan sensor dapat dilihat pada OLED.

## REFERENSI

- DeCastro A, Keefe P. Wrist Drop. [Updated 2021 Jul 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532993/>
- S. Högg, M. Holzgraefe, I. Wingendorf, J. Mehrholz, C. Herrmann, and M. Obermann, "Upper limb strength training in subacute stroke patients: Study protocol of a randomised controlled trial," *Trials*, vol. 20, no. 1, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1186/s13063-019-3261-3.
- A. A. Amin, S. Amanati, D. Purnomo, and A. P. Putra, "Pengaruh Infra Red, Electrical Stimulation Dan Terapi Latihan Pada Drop Hand Et Causa Post Operasi Fraktur Humerus," *J. Fisioter. dan Rehabil.*, vol. 2, no. 1, pp. 69–76, 2018, doi: 10.33660/jfrwhs.v2i1.49.
- Goel, K., Singh, S. K., Agarwal, H., Mukherji, J. D., & Kumar, M. (2018). Isolated Wrist Drop Presenting as Acute Stroke: Rare Case Report with Review of Literature. *Journal of neurosciences in rural practice*, 9(4), 647–649. [https://doi.org/10.4103/jnpr.jnpr\\_115\\_18](https://doi.org/10.4103/jnpr.jnpr_115_18)
- D. A. Widyastuti, "Terapi Gen: Dari Bioteknologi Untuk Kesehatan," *Al-Kaunyah J. Biol.*, vol. 10, no. 1, pp. 49–62, 2017, doi: 10.15408/kaunyah.v10i1.4864.
- B. He, K. Shu, and H. Zhang, "Diabetes diagnosis and treatment research based on machine learning," Proc. - 2019 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intell. Comput. Adv. Trust. Comput. Scalable Comput. Commun. Internet People Smart City Innov. SmartWorld/UIC/ATC/SCALCOM/IOP/SCI 2019, pp. 675–679, 2019, doi: 10.1109/SmartWorld-UIC-ATC-SCALCOM-IOP-SCL2019.00151..
- Muhammad Irmansyah, Era Madona, Anggara Nasution. Design And Application Of Portable Heart Rate And Weight Measuring Tool For Premature Baby With Microcontroller Base. International Journal of GEOMATE, Sept., 2019 Vol.17, Issue 61, pp. 195 -201
- Yulastri, E. Madona, M. Irmansyah, and A. Nasution, "Alat Deteksi Jatuh Berbiaya Murah Dengan Tracking Position Untuk Pasien Vertigo dan Sinkop," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 4, no. 6, pp. 9–11, 2020, doi: 10.29207/resti.v4i6.2608.
- U. Wasilah, S. Rohimah, and M. Su'udi, "Perkembangan Bioteknologi di Indonesia," *Rekayasa*, vol. 12, no. 2, pp. 85–90, 2019, doi: 10.21107/rekayasa.v12i2.5469.
- Chen *et al.*, "A Wearable Hand Rehabilitation System with Soft Gloves," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 17, no. 2, pp. 943–952, 2021, doi: 10.1109/TII.2020.3010369.
- Madona, "Alat Bantu Terapi Pasca Stroke untuk Tangan," *J. Elektro dan Mesin Terap.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–36, 2018, doi: 10.35143/elementer.v4i1.1422.
- I. P. D. Lesmana, B. Widiawan, D. R. Hartadi, and M. F. Al Haris, "Pengembangan Terapi Cermin Pada Latihan Bersepeda Berbasis Virtual Reality Untuk Meningkatkan Gerak Motorik Ekstremitas Atas Pasca Stroke," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 4, p. 503, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201854914.