

**SISTEM REKAM PERKEMBANGAN ANGGOTA GERAK PADA  
PASIEN KELUMPUHAN**

**LAPORAN TUGAS AKHIR SISTEM KOMPUTER**

**FARID AFRI MEDISYAM**

**1210452009**



**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**


Nama : Farid Afri Medisyam  
No.BP : 1210452009  
Judul Tugas Akhir : Sistem Rekam Perkembangan Anggota Gerak Pada Pasien Kelumpuhan

Tugas Akhir ini disetujui oleh Dosen Pembimbing dan disahkan oleh Ketua Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas.

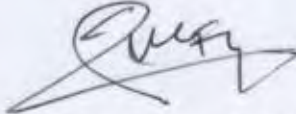
Demikianlah lembaran pengesahan ini dibuat untuk diketahui bersama.

Padang, 28 Juni 2019

Pembimbing 1

  
Rahmi Eka Putri, MT  
NIP.198407232008012001

Pembimbing 2

  
Nefy Puteri Novani, MT  
NIP. 199111192018032001

Mengetahui  
Ketua Jurusan Sistem Komputer  
Fakultas Teknologi Infromasi  
Universitas Andalas  
Padang, 28 Juni 2019



Dr. Eng. Rian Ferdian, MT  
NIP. 198609162014041001  
No. Surat Kuasa 107/UN16.15.3.1/TU/2019  
Terhitung tgl 2 Mei s/d 2 Agustus 2019

**LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR**

Tim Penguji Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Sistem Komputer, menyatakan bahwa :

Nama : Farid Afri Medisyam  
No.BP : 1210452009  
Judul Tugas Akhir : Sistem Rekam Perkembangan Anggota Gerak Pada Pasien Kelumpuhan

Telah diujikan dan telah disetujui Seminar Hasil Tugas Akhirnya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) melalui ujian komprehensif yang diadakan pada tanggal 28 juni 2019 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

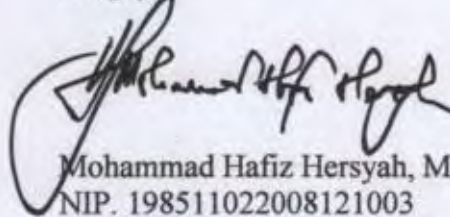
Padang, 28 Juni 2019

Penguji 1



Ir. Werman Kasoep, MT  
NIP.195709071992031001

Penguji 2



Mohammad Hafiz Hersyah, MT  
NIP. 198511022008121003

Mengetahui  
Ketua Jurusan Sistem Komputer  
Fakultas Teknologi Infomasi  
Universitas Andalas  
Padang, 28 Juni 2019



Dr.Eng. Rian Ferdian, MT  
NIP. 198609162014041001  
No. Surat Kuasa 107/UN16.15.3.1/TU/2019  
Terhitung tgl 2 Mei s/d 2 Agustus 2019

## LEMBARAN PENGESAHAN SEMINAR HASIL

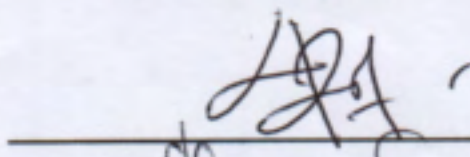
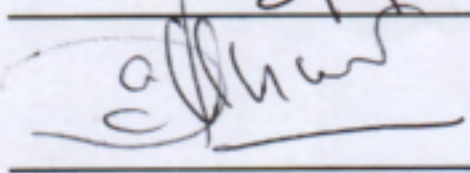
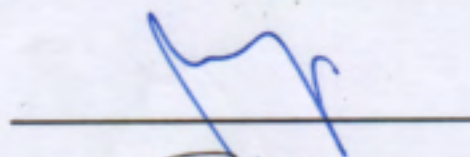
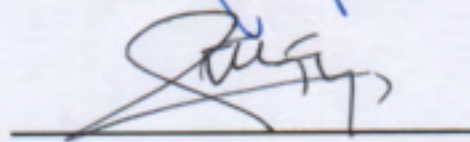
Tim Penguji Tugas Akhir Mahasiswa Jurusan Sistem Komputer, menyatakan bahwa :

Nama : Farid Afri Medisyam  
No.BP : 1210452009  
Judul Tugas Akhir : Sistem Rekam Perkembangan Anggota Gerak Pada Pasien  
Kelumpuhan

Telah diujikan dan telah disetujui Seminar Hasil Tugas Akhirnya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) melalui ujian komprehensif yang diadakan pada tanggal 28 juni 2019 berdasarkan ketentuan yang berlaku.

Demikianlah lembaran pengesahan ini dibuat untuk diketahui bersama.

**Padang, 26 Juni 2019**

	<b>Nama</b>	<b>Tanda Tangan</b>
<b>Penguji I</b>	<b>: Lathifah Arief, M.T</b>	
<b>Penguji II</b>	<b>: Dody Ichwana Putra, M.T</b>	
<b>Pembimbing I</b>	<b>: Rahmi Eka Putri, M.T</b>	
<b>Pembimbing II</b>	<b>: Nefy Puteri Novani, M.T</b>	

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>iv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Jenis dan Metodologi Penelitian .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>9</b>
2.1. Kelumpuhan .....	9
2.1.1. Defenisi Kelumpuhan .....	9
2.1.2. Penyebab Kelumpuhan .....	9
2.1.3. Fisioterapi.....	11
2.2. Sensor Flex .....	13
2.3. Sensor MPX .....	14
2.4. ESP8266 <i>WiFi Module</i> .....	15
2.5. Mikrokontroler .....	17
2.6. <i>Mobile Application</i> .....	18
2.7. <i>Web Server</i> .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1. Analisa Kebutuhan Sistem .....	22
3.1.1. Kebutuhan Fungsional Sistem .....	22

3.1.2.	Kebutuhan Non-Fungsional Sistem .....	22
3.1.3.	Kebutuhan Perangkat Lunak .....	23
3.1.4.	Kebutuhan Perangkat Keras .....	23
3.2.	Rancangan Umum Sistem .....	24
3.3.	Rancangan Proses .....	24
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras .....	28
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak .....	29
3.3.2.1	Perancangan Pemograman Perangkat Lunak.....	29
3.3.2.2	Perancangan Perangkat Lunak pada <i>Web Server</i> .....	34
3.3.2.3	Perancangan <i>User Interface</i> .....	34
3.3.2.4	Perancangan Penyimpanan Data .....	35
3.4	Rencana Pengujian .....	36
3.4.1	Rencana Pengujian Perangkat Keras .....	36
3.4.2	Rencana Pengujian Perangkat Lunak .....	37
3.4.3	Rencana Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....	38
3.5	Analisa Kebutuhan Penelitian .....	38
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN .....</b>		<b>40</b>
4.1	Implementasi .....	40
4.1.1	Implementasi Perangkat Keras.....	40
4.1.2	Implementasi Perangkat Lunak.....	42
4.1.2.1	Implementasi <i>User Interface</i> pada <i>Smartphone</i> .....	42
4.1.2.2	Implementasi Perangkat Lunak pada Mikrokontroler.....	45
4.1.3	Implementasi Sistem .....	46
4.2	Pengujian dan Analisa .....	46
4.2.1	Pengujian dan Analisa Perangkat Keras.....	46
4.2.1.1	Pengujian Sensor <i>Flex</i> .....	47
4.2.1.2	Pengujian Sensor MPX .....	49

4.2.2	Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak.....	51
4.2.2.1	Pengujian Perangkat Lunak pada Mikrokontroler.....	51
4.2.2.2	Pengujian Aplikasi <i>Mobile</i> .....	53
4.2.3	Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan .....	55

**DAFTAR PUSTAKA .....**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Range of Motion (ROM)</i> .....	11
Tabel 2.2 <i>Manual Muscle Testing (MMT)</i> .....	12
Tabel 2.3 Deskripsi Arduino Uno .....	18
Tabel 3.1 Rencana Pengujian Perangkat Keras .....	36
Tabel 3.2 Rencana Pengujian Perangkat Lunak .....	37
Tabel 3.3 Rencana Pengujian Sistem Secara Keseluruhan .....	38
Tabel 3.4 Alat dan bahan .....	39
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor <i>Flex</i> 0 Derajat .....	47
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor <i>Flex</i> 20 Derajat.....	48
Tabel 4.3 Pengujian Sensor MPX .....	49
Tabel 4.4 Hasil Pengujian kesamaan data pada mikrokontroler dengan <i>Websserver</i> .....	52
Tabel 4.5 Hasil Pengujian kesamaan data pada <i>websserver</i> dengan aplikasi <i>mobile</i> .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Rancangan Penelitian .....	5
Gambar 2.1 Sensor Flex .....	13
Gambar 2.2 Sensor MPX .....	15
Gambar 2.3 Esp8266 <i>WiFi Module</i> .....	16
Gambar 2.4 <i>Board</i> Arduino Uno .....	17
Gambar 2.5 Logo Android .....	19
Gambar 3.1 Rancangan Umum Sistem .....	24
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Sistem .....	26
Gambar 3.3 Diagram Aktivitas Sistem .....	27
Gambar 3.4 Skema Perancangan Perangkat Keras Sistem .....	28
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> pemrograman perangkat lunak.....	29
Gambar 3.6 <i>Sub Procedure</i> pengisian angin untuk manset .....	30
Gambar 3.7 <i>Sub Procedure</i> proses pengolahan data <i>MMT</i> pada aplikasi <i>smartphone</i> .....	32
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> perancangan perangkat lunak pada <i>web server</i> .....	34
Gambar 3.9 <i>Flowchart User Interface</i> sistem .....	35
Gambar 3.10 Rancangan penyimpanan data .....	36
Gambar 4.1 Sistem Secara Keseluruhan.....	41
Gambar 4.2 Halaman Pilihan <i>Login</i> .....	42
Gambar 4.3 Halaman <i>Login</i> .....	43
Gambar 4.4 Halaman Data Pasien.....	44
Gambar 4.5 Halaman Data Untuk Dokter .....	44
Gambar 4.6 <i>Sourcecode</i> pembacaan data sensor.....	45
Gambar 4.7 <i>Sourcecode</i> pengiriman data ke <i>server</i> .....	46
Gambar 4.8 Program pengujian sensor <i>flex</i> .....	47
Gambar 4.9 Program pengujian sensor MPX.....	49

Gambar 4.10 Grafik Pengujian Tekanan dan Tegangan dari Sensor MPX.....	50
Gambar 4.11 Grafik Tekanan dan Tegangan dari Sensor MPX pada <i>Datasheet</i> .....	51
Gambar 4.12 Data pada mikrokontroler dan data pada <i>webserver</i> .....	52
Gambar 4.13 Data pada <i>webserver</i> dengan data pada aplikasi <i>mobile</i> .....	53
Gambar 4.14 Pemasangan sistem pada sendi anggota gerak <i>user</i> .....	55
Gambar 4.15 Status sendi tidak ada kekuatan .....	56
Gambar 4.16 Status sendi lemah .....	57
Gambar 4.17 Status sendi normal.....	57
Gambar 4.18 Status sendi baik .....	58
Gambar 4.19 Status sendi cukup .....	59
Gambar 4.20 Status sendi lemah .....	59
Gambar 4.21 Data yang ditampilkan pada aplikasi <i>Mobile</i> .....	60

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kelumpuhan merupakan suatu kondisi yang menyebabkan seseorang kehilangan kemampuan untuk menggerakkan sebagian atau seluruh tubuh yang diakibatkan oleh hilangnya fungsi otot atau hanya secara parsial, yang mana masih dapat bergerak namun sangat lemah dan terbatas. Kondisi medis yang menyebabkan kelumpuhan yang paling umum terbesar di Indonesia adalah Penyakit stroke. Berdasarkan data Departemen Kesehatan Tahun 2013, penyakit stroke merupakan penyebab kelumpuhan terbesar di Indonesia. Kelumpuhan juga dapat terjadi saat kecelakaan baik itu kecelakaan yang disengaja (*intentional injury*), maupun tidak disengaja (*unintentional injury*). Menurut Riskesdas tahun 2013, penyebab cedera terbanyak yaitu akibat terjatuh 40,9% dan kecelakaan transportasi darat 47,7% [1].

Saat ini tidak ada obat yang dapat menyembuhkan kelumpuhan, namun kelumpuhan dapat disembuhkan dengan cara merehabilitasi penderita lumpuh agar terhindar dari kelumpuhan permanen dengan tujuan untuk mengembalikan fungsi dan kekuatan otot pada sistem anggota gerak penderita [2]. Perawatan pasien penderita kelumpuhan membutuhkan waktu yang lama. Setelah perawatan pada rawat inap, maka pasien dianjurkan pulang untuk rawat jalan. Sehingga untuk mengecek perkembangan pasien, dokter yang menangani pasien tersebut harus tahu setiap perkembangan dari pasien dan untuk mengetahuinya dokter menganjurkan pasien untuk melakukan *check-up* secara berkala. Namun kebanyakan pasien tidak sepenuhnya mengikuti anjuran dokter tersebut untuk pengecekan, bisa karena jarak ataupun kendala lainnya seperti biaya yang cukup mahal.

Salah satu anjuran dokter untuk penderita kelumpuhan adalah melakukan fisioterapi. Banyak jenis parameter yang digunakan untuk rekam medis rehabilitasi pada fisioterapi. Beberapa contoh parameter yang digunakan adalah *ROM (Range of Motion)* dan *MMT (Manual Muscle Test)*. *ROM* digunakan untuk

mengukur besarnya luas lingkup gerak yang bisa dilakukan oleh suatu sendi, contohnya yaitu gerakan fleksi dan ekstensi pada sendi siku dan sendi lutut. *MMT* digunakan untuk mengukur suatu usaha untuk menentukan kemampuan dan kekuatan seseorang dalam mengkontraksikan otot-ototnya secara sadar baik dengan menggunakan bantuan pendamping pasien[3].

Pada penelitian terdahulu[4] telah dilakukan penelitian untuk membuat sistem alat bantu terapi pada penderita kelumpuhan. Sistem tersebut hanya dalam bentuk perancangan model alat saja yang berupa non farmakologi atau multimedia yang dapat membantu pasien kelumpuhan untuk melakukan gerakan terapi secara mandiri dirumah. Namun penelitian tersebut masih dalam bentuk suatu perancangan alat dan belum berupa alat sehingga fungsi dari perancangan tersebut belum terwujud sepenuhnya.

Dari permasalahan tersebut dirancanglah sebuah penelitian yang berjudul “**Sistem Rekam Perkembangan Anggota Gerak Pada Pasien Kelumpuhan**”. Sistem tersebut akan diterapkan pada pasien yang sedang melakukan terapi fisik dan nantinya akan ditampilkan output berupa besar luas lingkup gerak pada sendi (*ROM*) dan usaha untuk menentukan kemampuan dan kekuatan otot secara sadar (*MMT*). Lalu setelah dokter menerima data rekam perkembangan pasien berupa *ROM* dan *MMT* dari pasien, lalu dokter memberikan saran terhadap terapi fisik yang sedang dijalani pasien melalui aplikasi pada *smartphone*.

## **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah di jelaskan, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengukur besar luas lingkup gerak pada sendi siku dan sendi lutut pasien kelumpuhan untuk pengambilan data *ROM (Range of Motion)* dengan menggunakan sensor flex.
2. Bagaimana menentukan adanya kontraksi dari otot untuk pengambilan data *MMT (Manual Muscle Test)* dengan menggunakan sensor MPX.

3. Bagaimana membuat aplikasi rekam perkembangan terapi pasien pada *smartphone*.
4. Bagaimana melihat rekam perkembangan dari terapi yang sedang dijalani pasien.

### **1.3. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem ini berbentuk manset yang dipasangkan sensor flex dan sensor MPX pada siku tangan atau lutut kaki pasien.
2. Sistem ini hanya mengukur luas lingkup gerak sendi siku tangan atau sendi lutut kaki saja untuk *ROM (Range of Motion)* dan mengukur kekuatan otot yang di bantu oleh pendamping dan diberikan kekuatan tahanan untuk *MMT (Manual Muscle Test)*.
3. Sistem ini hanya untuk melihat perkembangan terapi pasien yang sedang dijalani.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

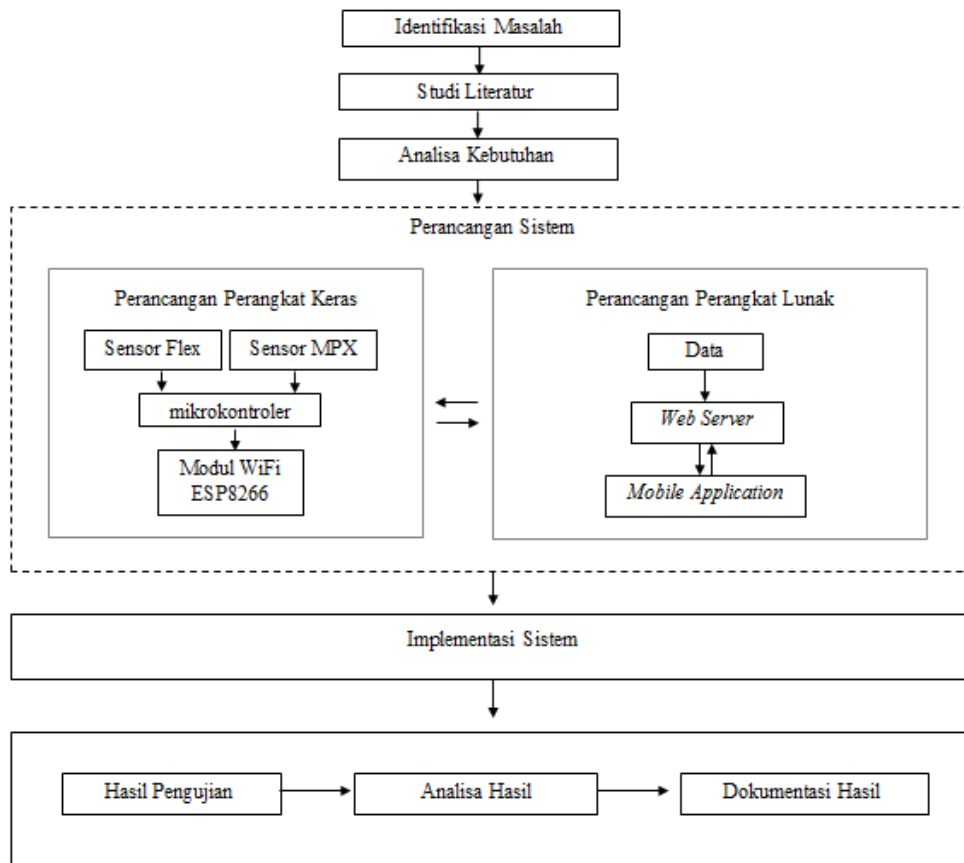
1. Dapat mengukur besar luas lingkup gerak pada sendi siku dan sendi lutut pasien kelumpuhan untuk pengambilan data *ROM (Range of Motion)* dengan menggunakan sensor flex.
2. Dapat menentukan adanya kontraksi dari otot untuk pengambilan data *MMT (Manual Muscle Test)* dengan menggunakan sensor MPX.
3. Dapat membuat aplikasi rekam perkembangan terapi pasien pada *smartphone*.
4. Dapat melihat rekam perkembangan terapi pasien yang sedang dijalani.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini untuk dapat mempermudah pasien dalam menjalani terapi fisiknya, walau dengan berdasarkan seberapa besar ruang lingkup gerak pada sendi siku tangan atau sendi lutut kaki dan indentifikasi adanya kontraksi otot yang di hasilkan pasien meskipun tanpa melakukan pengecekan kecil secara berkala di rumah sakit. Lalu dokter dapat menerima data rekam medis perkembangan penyembuhan anggota gerak dari pasien.

### **1.6. Jenis dan Metodologi Penelitian**

Pada penelitian ini digunakan jenis penelitian eksperimental. Dalam metode penelitian eksperimental ini dilakukan suatu pemberian *treatment* untuk dapat diketahui pengaruh terhadap kondisi subjek tersebut. Pada jenis penelitian ini didukung dengan studi literatur untuk memperoleh informasi yang relevan dalam perancangan penelitian yang dibutuhkan saat melakukan penelitian. Rancangan penelitian tersebut berisikan tahapan dari penelitian. Berikut merupakan metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini.



**Gambar 1.1 Diagram Rancangan Penelitian**

Penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahapan, berikut adalah penjelasan tahapan tersebut.

1. Identifikasi masalah

Pada tahapan ini, dilakukan identifikasi permasalahan yang diangkat menjadi penelitian tugas akhir. Proses identifikasi dilakukan melalui pengukuran luas lingkup gerak sendi dan mengetahui adanya kontraksi otot terhadap manset yang didapat dari gerakan sendi siku tangan atau sendi lutut kaki penderita kelumpuhan. Kemudian melihat rekam perkembangan fisioterapi serta saran dari dokter pada Smartphone pengguna, dan untuk memantau perkembangan pasien oleh dokter.

## 2. Studi literatur

Studi literatur merupakan tahap pencarian dan pemahaman teori dari referensi ilmiah. Teori yang didapat akan menjadi landasan dalam melakukan perancangan sistem. Pada penelitian ini, dibutuhkan teori mengenai fisioterapi, cara kerja pengiriman data menggunakan module WiFi, cara kerja web server, serta teori-teori dalam penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik yang dibahas.

## 3. Analisis kebutuhan

Untuk memenuhi kebutuhan sistem ini, maka sistem yang dirancang memenuhi tiga fungsionalitas sistem yaitu sistem dapat mengukur luas lingkup gerak sendi dari sendi siku tangan atau sendi lutut kaki dari pengguna, dapat mengidentifikasi adanya kontraksi dari otot menggunakan sensor tekanan udara, membangun aplikasi yang dapat menyajikan rekam perkembangan fisioterapi yang sedang dilakukan pengguna serta dokter bisa dapat memantau perkembangan dari pasiennya.

## 4. Perancangan Sistem

Perancangan sistem bertujuan menguraikan kebutuhan sistem yang akan dibuat. Perancangan sistem minimal mencakup uraian kebutuhan perangkat keras, dan perangkat lunak sistem.

## 5. Implementasi Sistem

Tahapan implementasi Sistem menggambarkan proses realisasi perancangan penelitian hingga berhasil mewujudkan sistem yang menjadi subjek penelitian ini.

## 6. Pengujian Sistem

Serangkaian pengujian terhadap sistem dilakukan untuk menguji kinerja dari masing-masing komponen yang membangun sistem guna mendapatkan data pengujian.



## 7. Analisis

Setelah pengujian sistem, dilakukan analisis kinerja sistem dan data-data yang didapat pada saat pengujian.

## 8. Dokumentasi Tugas Akhir

Tahap ini dilakukan sebagai pelaporan hasil penelitian Tugas Akhir.

### **1.7. Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan tugas akhir ini sistematika penulisan akan dibagi ke dalam beberapa bab, antara lain :

#### Bab I           Pendahuluan

Bab Pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

#### Bab II           Landasan Teori

Bab Landasan Teori berisi teori penunjang dan literatur yang berhubungan dengan permasalahan yang dibahas pada Tugas Akhir.

#### Bab III          Metodologi Penelitian

Bab Metodologi Penelitian memuat penjelasan tentang analisa dan desain sistem secara terstruktur. Selain itu akan dilakukan pembuatan aplikasi dan perangkat kerasnya yang dibangun sesuai dengan permasalahan dan batasannya yang telah dijabarkan pada bab pertama.

#### Bab IV          Analisa Dan Pembahasan

Bab Analisa dan Pembahasan menjelaskan tentang implementasi dari sebuah program yang telah dibuat dan sebagai gambaran

bagaimana cara mengoperasikannya serta membahas hasil dan analisa dari rangkaian dan sistem kerja alat.

## Bab V Penutup

Kesimpulan dan Saran berisi kesimpulan dari pembahasan, serta saran-saran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1. Kelumpuhan

##### 2.1.1. Definisi Kelumpuhan

Kelumpuhan merupakan suatu kondisi dimana seseorang kehilangan kemampuan untuk menggerakkan salah satu otot tubuh atau lebih untuk sementara waktu atau bahkan secara permanen. Kelumpuhan bisa total, di mana tidak ada gerakan sama sekali pada otot yang bermasalah, atau hanya secara parsial, yang mana otot tersebut masih dapat bergerak namun gerakannya terbatas atau lemah. Kelumpuhan bisa fokal pada salah satu bagian tubuh saja, atau menyeluruh, mengenai seluruh otot anggota gerak tubuh. Kelumpuhan juga bisa terjadi mendadak atau bertahap, dengan atau tanpa didahului gangguan sensorik seperti kesemutan dan mati rasa[2].

##### 2.1.2. Penyebab Kelumpuhan

Kelumpuhan dapat terjadi karena faktor bawaan lahir atau kondisi medis tertentu. Cedera juga dapat menjadi salah satu alasan seseorang menjadi lumpuh, misalnya karena kecelakaan atau tindakan operasi[4]. Jenis kelumpuhan yang umumnya terjadi yaitu :

#### 2. *Cerebral palsy*

Salah satu kelainan yang dapat menyebabkan kelumpuhan adalah *cerebral palsy*. *Cerebral palsy* adalah kelainan pada otak, bisa karena gangguan dalam proses perkembangannya saat dalam kandungan, atau karena terjadi cedera pada otak saat proses kelahiran atau setelahnya. Kelainan ini menyebabkan gangguan dalam pergerakan dan sistem koordinasi anak. *Cerebral palsy* dapat disebabkan oleh beberapa hal, seperti infeksi saat kehamilan, kelainan pada pertumbuhan otak janin, perdarahan otak, kelahiran prematur, atau proses melahirkan yang sulit.

### 3. Stroke

Kondisi medis lain yang dapat menyebabkan kelumpuhan adalah stroke. Pada stroke terdapat gangguan aliran darah pada otak. Bagian otak yang aliran darahnya terganggu akan kekurangan oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk bekerja, sehingga terjadi kerusakan sel-sel di area tersebut, yang kemudian menyebabkan kelumpuhan.

### 4. Kecelakaan

Kelumpuhan dapat perlahan, atau mendadak. Salah satu penyebab kelumpuhan yang bersifat mendadak adalah kecelakaan. Kita tidak mengetahui apakah seseorang yang mengalami kecelakaan bisa terkena kelumpuhan atau tidak. Bila seseorang yang mengalami kecelakaan yang parah dan mengenai anggota gerakannya, maka besar kemungkinan akan mengalami cedera hingga kelumpuhan. Bila sebelum kecelakaan kondisi korban sehat, maka kemungkinan kelumpuhan terjadi akibat trauma / kecelakaan tersebut.

Pada saat kecelakaan, perlu kronologis kejadian untuk mengetahui ada tidaknya trauma pada tulang belakang, sehingga menyebabkan gangguan saraf dan menyebabkan kelumpuhan. Namun pada prinsipnya saat terjadi kecelakaan, korban tidak dapat langsung dipindahkan begitu saja, perlu dinilai ada tidaknya trauma vertebrae / trauma tulang belakang, trauma cervical, perdarahan aktif, parah tulang, dan sebagainya, karena pada saat melakukan pemindahan bila tidak dengan cara yang tepat, dapat saja menimbulkan kerusakan jaringan yang lebih buruk[4]. Namun semua ini perlu dipastikan kembali dengan kondisi korban saat kejadian dan teknik penolong saat mengevakuasi, serta pemeriksaan secara langsung terhadap kondisi korban, baik secara pemeriksaan fisik maupun pemeriksaan lanjutan seperti foto rontge, MRI, CT scan, dan sebagainya. Karena banyak kemungkinan lain yang dapat menyebabkan kelumpuhan tersebut.

### 2.1.3. Fisioterapi

Fisioterapi adalah bentuk pelayanan kesehatan yang ditujukan kepada individu atau kelompok untuk mengembangkan, memelihara, serta memulihkan gerak dan fungsi tubuh sepanjang daur kehidupan dengan menggunakan penanganan secara manual, peningkatan gerak, peralatan. Latihan pada anggota gerak atas (*upper extremity*) diantaranya adalah fleksi dan ekstensi bahu, abduksi bahu, fleksi dan ekstensi siku, fleksi dan ekstensi pergelangan tangan serta jari tangan, serta latihan pada anggota gerak bawah (*lower extremity*). Tujuan utama rehabilitasi adalah untuk mencegah komplikasi, meminimalkan gangguan, dan memaksimalkan fungsi organ terutama anggota gerak. Rehabilitasi tersebut meliputi terapi berbicara, terapi fisik, dan terapi okupasional.

Dalam fisioterapi, parameter pengukuran merupakan unsur yang penting untuk menetapkan sebuah diagnosis fisioterapi. Parameter ini sering diterjemahkan sebagai suatu pengkajian. Untuk mendapatkan efektivitas yang tinggi dan pelayanan fisioterapi, kesesuaian intervensi fisioterapi dengan problematik fisioterapi menjadi unsur yang sangat menentukan. Pengambilan data melalui *ROM (Range of Motion)* dan *MMT (Manual Muscle Test)* merupakan beberapa parameter untuk pengambilan data untuk terapi fisik pasien kelumpuhan.

#### 1. *ROM (Range of Motion)*

Merupakan ruang gerak/batas-batas gerakan dari suatu kontraksi otot dalam melakukan gerakan, apakah otot tersebut dapat memendek atau memanjang secara penuh atau tidak.

**Tabel 2.1 *Range of Motion (ROM)* [5].**

Jenis sendi	Gerakan	Rentang
Sendi siku tangan	extensi (meluruskan)	0°
	flexi (mengangkat)	Min 0° – Max ≥140°
Sendi lutut kaki	extensi (meluruskan)	0°
	flexi (mengangkat)	Min 0° – Max ≥140°

Sistem notasi yang digunakan dalam mengukur *ROM* pada siku adalah pada ekstensi (meluruskan) siku dengan lengan lurus kebawah adalah  $0^{\circ}$ , dan pada flexi (menganngkat) adalah  $0^{\circ} - (\geq 140^{\circ})$ . Lalu lutut adalah pada ekstensi (meluruskan) siku dengan kaki lurus kebawah adalah  $0^{\circ}$ , dan pada flexi (menganngkat) adalah  $0^{\circ} - (\geq 140^{\circ})$  [5].

## 2. *MMT (Manual Muscle Test)*

Merupakan nilai dari mengukur suatu usaha untuk menentukan kemampuan dan kekuatan seseorang dalam mengkontraksikan otot-ototnya secara sadar baik dengan usaha diri sendiri dan dengan menggunakan bantuan pendamping pasien. Untuk mendapatkan status dari *MMT* maka digunakan kombinasi dari *ROM* dan beberapa keterangan berupa tahanan melawan gravitasi atau dengan diberi tahanan berupa tarikan oleh pendamping pasien, berikut merupakan notasi dari tabel *MMT (Manual Muscle Testing)*.

**Tabel 2.2 *Manual Muscle Testing (MMT)* [6].**

Status	Keterangan
Normal	<i>Full ROM</i> (maksimal pergerakan sendi) dan dapat melawan gravitasi sambil melawan tahanan penuh.
Baik	<i>Full ROM</i> (maksimal pergerakan sendi) dan dapat melawan gravitasi sambil melawan tahanan yang lemah sampai sedang.
Cukup	<i>Full ROM</i> (maksimal pergerakan sendi) dan dapat melawan gravitasi.
Lemah	<i>Full ROM</i> (maksimal pergerakan sendi) dan tidak dapat melawan gravitasi.
Sangat lemah	Terdapat sedikit kontraksi tanpa gerakan sendi.
Tidak ada kekuatan	Tidak ada kontraksi.

Pada status tidak ada kekuatan, sendi tidak bisa digerakkan sama sekali dan tidak ada kontraksi dari otot. Pada status sangat lemah, hanya terdapat sedikit kontraksi pada otot, namun sendi tidak dapat digerakkan. Pada status lemah,

sendi bisa digerakkan dengan penuh (*full ROM*), namun tidak dapat digerakkan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas. Pada status cukup, sendi bisa digerakkan dengan penuh (*full ROM*), dan dapat digerakkan dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas. Pada status baik, sendi bisa digerakkan dengan penuh (*full ROM*), dan dapat digerakkan dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas lalu ditambah dengan tahanan seperti ditarik oleh pendamping pasien dengan tenaga lemah hingga sedang. Pada status normal, , sendi bisa digerakkan dengan penuh (*full ROM*), dan dapat digerakkan dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas lalu ditambah dengan tahanan seperti ditarik oleh pendamping pasien dengan tenaga penuh.

## 2.2. Sensor *Flex*

Sensor *Flex* merupakan sebuah sensor yang memiliki perubahan resistansi akibat adanya perubahan lekukan pada bagian sensor yang memiliki panjang 2,2 inch dan 4,5 inch. Hambatan sensor fleksibel ini berubah ketika bantalan logam berada diluar tekukan. Sensor ini memiliki output berupa resistansi. Hambatan sensor fleksibel ini berubah ketika bantalan logam berada diluar tekukan.



**Gambar 2.1 Sensor Flex [7]**

Spesifikasi :

1. Cakupan suhu :  $-35^{\circ}\text{C}$  sampai  $+80^{\circ}\text{C}$
2. Hambatan datar : 10K Ohm
3. Toleransi hambatan :  $\pm 30\%$
4. Cakupan hambatan tekukan : 60K Ohm
5. Nilai *power* : 0,5 Watt dst. 1 Watt sampai batas maksimal.

*Output* resistansi ini akan diberikan tegangan yang nantinya akan dibaca oleh mikrokontroler. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi pergerakan lari tangan pada manusia / bagian lekukan lainnya. Mikrokontroler mengkonversi data menggunakan ADC (*analog to digital converter*), dimana data masukannya didapat dari tegangan yang sudah terkena resistansi[7].

### **2.3. Sensor MPX**

Sensor MPX adalah sensor tekanan terintegrasi yang merupakan seri *Manifold Absolute Pressure* (MAP), yaitu sensor tekanan yang membaca tekanan udara dalam suatu *Manifold*. Sensor MPX ini merupakan suatu rangkaian yang *piezoelectric transducer* yang dibuat dari monolithic silicon yang berfungsi mengukur tekanan udara. Alat ini dirancang agar dapat digunakan untuk aplikasi yang memanfaatkan mikrokontroler atau mikroprosesor dengan masukan *Analog/Digital*. Sensor ini dikenal akurat karena pengolahan berketup duanya, dan memberikan isyarat keluaran tingkat tinggi yang sebanding terhadap tekanan yang diberikan. Sensor ini menggunakan metode diferensial yang diukur dengan perubahan nilai yang dialami sensor. Untuk mengukur tekanan, digunakan sensor tekanan tipe piezo-elektrik untuk mengubah tekanan udara menjadi sinyal listrik.

Spesifikasi :

1. *Pressure range* : 0 – 500 kPa
2. *Supply voltage* : 4,75 V – 5,25 V
3. *Input voltage* tekanan Min : 0,088 V – 0,313 V
4. *Input voltage* tekanan Max : 4,587 V – 4,813 V
5. *Response time* : 1,0 ms





**Keterangan**

- Pin 1 : Vout
- Pin 2 : Ground
- Pin 3 : Vcc
- Pin 4 : V<sub>1</sub>
- Pin 5 : V<sub>2</sub>
- Pin 6 : Vref

**Gambar 2.2 Sensor MPX [8]**

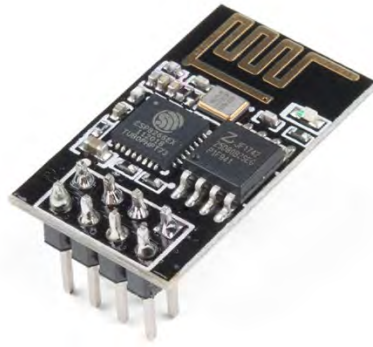
Konfigurasi Pin pada sensor MPX :

1. Pin 1 (*Vout*) berfungsi sebagai pin keluaran dari sensor MPX
2. Pin 2 (*Ground*) berfungsi sebagai pin *ground*.
3. Pin 3 (*Vcc*) berfungsi sebagai pin masukan mikrokontroler.
4. Pin 4 (*V1*) berfungsi sebagai pin masukan adc 1 mikrokontroler.
5. Pin 5 (*V2*) berfungsi sebagai pin masukan adc 2 mikrokontroler.
6. Pin 6 (*Vref*) berfungsi sebagai masukan tegangan referensi.

Vout dari sensor tekanan MPX ini akan masuk ke pin Adc mikrokontroler dan diproses[8].

#### **2.4. ESP8266 WiFi Module**

Modul ESP8266 adalah sebuah komponen chip terintegrasi yang didesain untuk keperluan dunia masa kini yang serba tersambung. Chip ini menawarkan solusi networking Wi-Fi yang lengkap dan menyatu, yang dapat digunakan sebagai penyedia aplikasi atau untuk memisahkan semua fungsi networking Wi-Fi ke pemroses aplikasi lainnya. ESP8266 memiliki kemampuan on-board proseding dan storage yang memungkinkan chip tersebut untuk diintegrasikan dengan sensor-sensor atau dengan aplikasi alat tertentu melalui pin input output hanya dengan pemrograman singkat. ESP8266 merupakan modul wifi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler seperti Arduino agar dapat terhubung langsung dengan wifi dan membuat koneksi TCP/IP.



**Gambar 2.3 Esp8266 WiFi Module [9]**

Fitur SoC ESP8266EX:

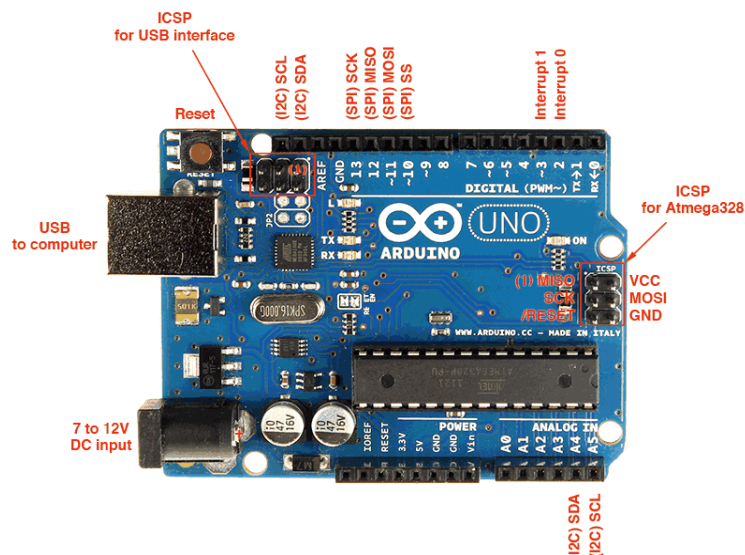
1. Mendukung protokol 802.11 b/g/n
2. WiFi Direct (P2P / Point-to-Point), Soft-AP / Access Point
3. TCP/IP Protocol Stackterpadu
4. Mendukung WEP, TKIP, AES, dan WAPI
5. Pengalih T/R, balun, LNA (penguat derau rendah) terpadu
6. Power Amplifier / penguat daya 24 dBm terpadu
7. Sirkuit PLL, pengatur tegangan, dan pengelola daya terpadu
8. Daya keluaran mencapai +19,5 dBm pada moda 802.11b
9. Sensor suhu internal terpadu
10. Mendukung berbagai macam antena
11. Kebocoran arus pada saat non-aktif kurang dari 10 $\mu$ A
12. CPU mikro 32-bit terpadu yang dapat digunakan sebagai pemroses aplikasi lewat antarmuka iBus, dBus, AHB (untuk akses register), dan JTAG (untuk debugging)
13. Antarmuka SDIO 2.0, SPI, UART
14. STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
15. Agregasi A-MPDU dan A-MSDU dengan guard interval 0,4  $\mu$ s
16. Waktu tunda dari moda tidur hingga transmisi data kurang dari 2 ms.

Modul WiFi ini bekerja dengan catu daya 3,3 volt. Salah satu kelebihan modul ini adalah kekuatan transmisinya yang dapat mencapai 100 meter, dengan begitu modul ini memerlukan koneksi arus yang cukup besar (rata-rata 80 mA, mencapai 215 mA pada CCK 1 MBps, moda transmisi 802.11b dengan daya pancar +19,5

dBm belum termasuk 100 mA untuk sirkuit pengatur tegangan internal).Perhatian bagi pengguna Arduino: jangan ambil catu daya dari pin 3v3 Arduino karena pin tersebut tidak dirancang untuk memasok arus dalam jumlah besar, harap gunakan catu daya terpisah. Anda dapat menggunakan DC Buck Converter semacam AMS1117-3.3 untuk mengkonversi tegangan dari catu daya 5 Volt. Untuk berkomunikasi dengan MCU 5V, gunakan level converter 5V  $\Leftrightarrow$  3v3.Untuk komunikasi, model ini menggunakan koneksi 115200,8,N,1 (115.200 bps, 8 data-bit, no parity, 1stop bit)[10].

## 2.5. Mikrokontroler

Arduino Uno merupakan salah satu varian *board* Arduino yang menggunakan mikrokontroler berbasis ATmega328P. Memiliki 14 pin *input* dan *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input* analog, kristal osilator 16 MHz, koneksi *Universal Serial Bus* (USB), *jackpower*, *In Circuit Serial Programming* (ICSP) *header*, dan tombol *reset*. Untuk menggunakan *board* Arduino, kita harus menghubungkan *board* tersebut ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan catu daya DC[11]. Gambar arduino uno dapat dilihat pada **gambar 2.5** berikut.



**Gambar 2.4** *Board* Arduino Uno[11].

Deskripsi Arduino uno:

**Tabel 2.3 Deskripsi Arduino Uno[12].**

Mikrokontroler	Atmega328
Operasi Voltage	5V
Input Voltage	7-12 V (Rekomendasi)
Input Voltage	6-20 V ( <i>limits</i> )
I/O	14 pin (6 pin untuk PWM)
Arus	50 mA
Flash Memory	32KB
Bootloader	SRAM 2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan	16 Mhz

Arduino Uno dapat diprogram dengan arduino *Integrated Development Environment* (IDE) yang dibuat dengan bahasa pemrograman Java. Sebuah kode program pada arduino IDE umumnya disebut dengan istilah *sketch*.. IDE Arduino terdiri dari:

1. *Editor Program*, sebuah *windows* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program yang akan di *download* ke dalam arduino.
2. *Uploader*, merupakan sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer dalam memory di dalam papan Arduino itu sendiri.
3. *Compiler*, merupakan sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa *Processing*. Yang bisa dipahami oleh microcontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.

## **2.6. Mobile Application**

*Mobile application* adalah proses pengembangan aplikasi untuk perangkat genggam seperti PDA (*Personal Digital Assistant*), asisten digital perusahaan atau telepon genggam. Aplikasi ini sudah ada pada telepon selama manufaktur, atau di-*download* oleh pelanggan dari toko aplikasi dan dari distribusi perangkat lunak

mobile platform yang lain. Sistem *mobile application* merupakan aplikasi yang dapat digunakan walaupun pengguna berpindah dengan mudah dari satu tempat ketempat lain tanpa terjadipemutusan atau terputusnya komunikasi.

Dewasa ini sudah banyak sistem operasi yang mendukung *mobile application*, seperti *Windows phone*, dan Android. Android adalah sistem operasi untuk *mobile device* yang awalnya dikembangkan oleh Android Inc. Perusahaan ini kemudian dibeli oleh Google pada tahun 2005[13]. Android dibuat berdasarkan kernel Linux yang dimodifikasi.



**Gambar 2.5 Logo Android[13]**

Android sendiri menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi mereka sendiri untuk digunakan oleh bermacam piranti bergerak. Android menyediakan android SDK yang dapat dengan mudah dipadukan dengan *Integrated Development Environment*. Banyak *platform* untuk perangkat selular, termasuk didalamnya Symbian, iPhone, Windows Mobile, BlackBerry, Java Mobile Edition, Linux Mobile (LiM0), dan banyak lagi. Namun ada beberapa yang menjadi kelebihan Android. Walaupun beberapa fitur yang ada telah muncul sebelumnya pada platform lain, Android adalah yang pertama menggabungkan hal seperti berikut :

1. *Open Source* , Bebas pengembangan tanpa dikenakan biaya terhadap sistem karena berbasiskan Linux dan *open source*. Pembuat perangkat menyukai hal ini karena dapat membangun *platform* yang sesuai keinginan tanpa harus memikirkan biaya royalti. Sementara pengembang *software* menyukai karena Android dapat digunakan diperangkat manapun dan tanpa terikat oleh segala *vendor*.

2. Banyak dukungan *service*, kemudahan dalam menggunakan berbagai macam layanan pada aplikasi seperti penggunaan layanan pencarian lokasi, *database SQL*, *browser* dan penggunaan peta. Semuanya sudah tertanam pada Android sehingga memudahkan dalam mengembangkan aplikasi.
3. Dukungan grafis terbaik, dengan adanya dukungan 2D grafis dan animasi yang diilhami oleh Flash menyatu dalam 3D menggunakan OpenGL memungkinkan membuat aplikasi maupun game yang berbeda.
4. Portabilitas aplikasi, aplikasi dapat digunakan pada perangkat yang ada saat ini maupun yang akan datang. Semua program dibangun menggunakan bahasa pemrograman Java dan dieksekusi oleh mesin virtual Dalvik, sehingga kode program portabel antara ARM, X86, dan arsitektur lainnya. Sama halnya dengan dukungan masukan seperti penggunaan Keyboard, layar sentuh, trackball dan resolusi layar semua dapat disesuaikan dengan program[14].

## **2.7. Web Server**

*Server* adalah sebuah sistem komputer yang menyediakan jenis layanan (*service*) tertentu dalam sebuah jaringan komputer. *Server* didukung dengan prosesor yang bersifat *scalable* dan RAM yang besar, juga dilengkapi dengan sistem operasi khusus, yang disebut sebagai sistem operasi jaringan (*network operating system*). *Server* juga menjalankan perangkat lunak administratif yang mengontrol akses terhadap jaringan dan sumber daya yang terdapat di dalamnya, seperti halnya berkas atau alat pencetak (*printer*), dan memberikan akses kepada *work station* anggota jaringan.

*Web server* adalah *software* yang menjadi tulang belakang dari *world wide web* (www) yang pertama kali tercipta sekitar tahun 1980an. *Web server* menunggu permintaan dari *client* yang menggunakan browser seperti Netscape Navigator, Internet Explorer, Mozilla Firefox, dan program *browser* lainnya. Jika ada permintaan dari *browser*, maka *web server* akan memproses permintaan itu kemudian memberikan hasil prosesnya berupa data yang

diinginkan kembali ke *browser*. *Web server*, untuk berkomunikasi dengan *client*-nya (*web browser*) mempunyai protokol sendiri, yaitu HTTP (*hypertext transfer protocol*). Dengan protokol ini, komunikasi antar *web server* dengan *client*-nya dapat saling dimengerti dan lebih mudah[15].

## **BAB III**

### **RANCANGAN SISTEM**

#### **3.1. Analisa Kebutuhan Sistem**

Untuk memenuhi tujuan penelitian ini, maka sistem yang dibangun perlu memenuhi kebutuhan sistem secara keseluruhan, yaitu mencakup kebutuhan fungsional, non-fungsional, perangkat lunak, perangkat keras.

##### **3.1.1. Kebutuhan Fungsional Sistem**

Kebutuhan fungsional merupakan kebutuhan yang berisi proses-proses apa saja yang nantinya dilakukan oleh sistem dalam penelitian ini, yaitu :

1. Sistem mampu mengukur luas lingkup gerak sendi siku tangan atau sendi lutut kaki dan mengidentifikasi adanya kontraksi dari otot pasien.
2. Sistem mampu mengolah data input dari sensor flex berupa nilai derajat gerakan sendi, serta tekanan dari MPX untuk identifikasi adanya kontraksi dari otot dan memproses data tersebut menjadi nilai rekam medis yang dapat dimengerti dokter.
3. Sistem mampu menunjukkan hasil rekam perkembangan pasien yang dapat dimengerti dokter, lalu dokter dapat memberikan masukkan target terapi dari pasien.
4. Sistem mampu mengirim dan menampilkan data dari pasien ke smartphone dokter, sehingga dokter dapat tetap mengawasi perkembangan kesembuhan pasiennya dan juga dokter dapat memberikan masukkan serta saran kepada pasiennya.

##### **3.1.2. Kebutuhan Non-Fungsional Sistem**

Kebutuhan non-fungsional merupakan kebutuhan yang tertuju kepada properti perilaku yang dimiliki oleh sistem yang menentukan kualitas proses dan hasil yang dicapai oleh sistem dalam menjalankan fungsi-fungsinya. Dalam penelitian ini, kebutuhan non-fungsional yang perlu dipenuhi oleh sistem adalah :



1. Alat harus dapat digunakan dengan cukup nyaman oleh pengguna, dan tidak memberatkan pengguna.
2. Sistem dapat menyimpan data rekam dalam rentang waktu tertentu.

### **3.1.3. Kebutuhan Perangkat Lunak**

Kebutuhan perangkat lunak merupakan kebutuhan yang berisikan rincian dari perangkat lunak yang akan digunakan dalam penelitian ini. Secara umumnya, perangkat lunak yang dibutuhkan meliputi perancangan program pada mikrokontroler dari sistem ini, perancangan sistem pada *server* untuk penyimpanan data nantinya, lalu perancangan program pada *smartphone* yang nantinya akan menerima data dari *server* dan akan ditampilkan pada *user interface*.

1. Kebutuhan perangkat lunak pada Sistem Tertanam

Perangkat lunak pada sistem tertanam pada mikrokontroler *Arduino* dibuat dengan menggunakan *Arduino IDE*.

2. Kebutuhan *Web Server*

*Web programming* yang digunakan yaitu PHP dan MySQL. Untuk membuat *database* yang nantinya dapat menyimpan data, maka dibutuhkanlah PHP dan MySQL. Data yang tersimpan pada *database* nantinya dapat dilihat oleh pengguna melalui *Mobile Application* pada *smartphone*.

3. Kebutuhan *Mobile Application*

Untuk *User Interface* pada sistem ini menggunakan *mobile app* yang terdapat pada *smartphone* pengguna. Untuk pembuatan *mobile app* pada sistem ini, digunakan *Android Studio* sebagai *software* untuk pengembangan aplikasi *android*.

### **3.1.4. Kebutuhan Perangkat Keras**

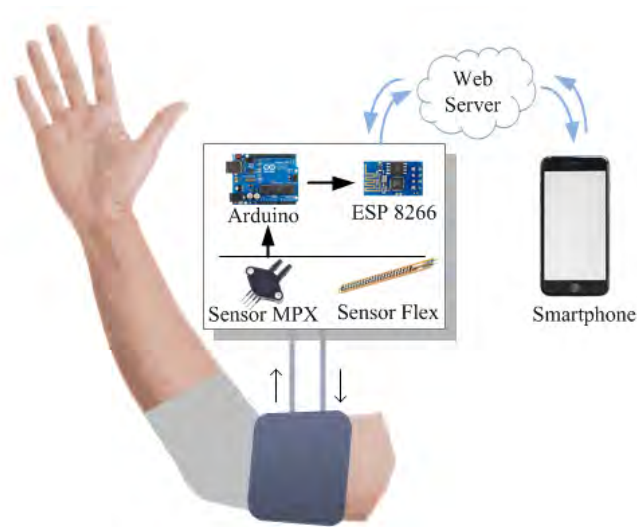
Hardware yang dipergunakan dalam pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Sensor *Flex*
2. Sensor MPX

3. ESP8266
4. *Arduino*
5. *Android Smartphone*

### 3.2. Rancangan Umum Sistem

Rancangan umum sistem memuat gambaran secara keseluruhan dari sistem. Rancangan umum dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.3.



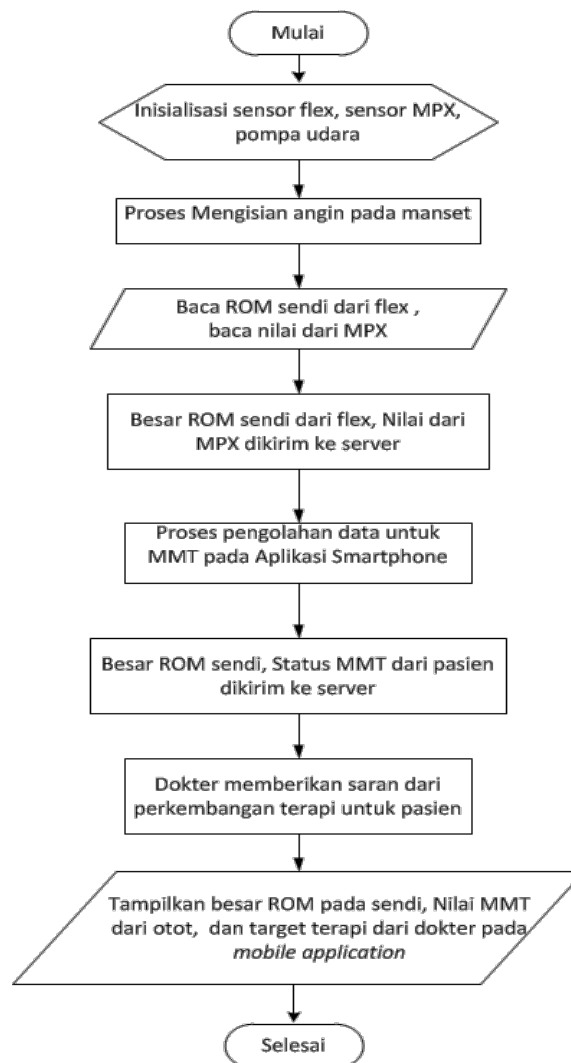
**Gambar 3.1 Rancangan Umum Sistem**

Berdasarkan gambar di atas, terdapat dua sensor yang digunakan dalam sistem ini, yaitu sensor flex dan sensor MPX. Kedua sensor tersebut berfungsi sebagai input dan datanya akan diolah menggunakan arduino. Setelah data diolah arduino, data tersebut dikirim ke server melalui modul wifi. Lalu data yang telah tersimpan pada server akan ditampilkan melalui UI pada smartphone pengguna.

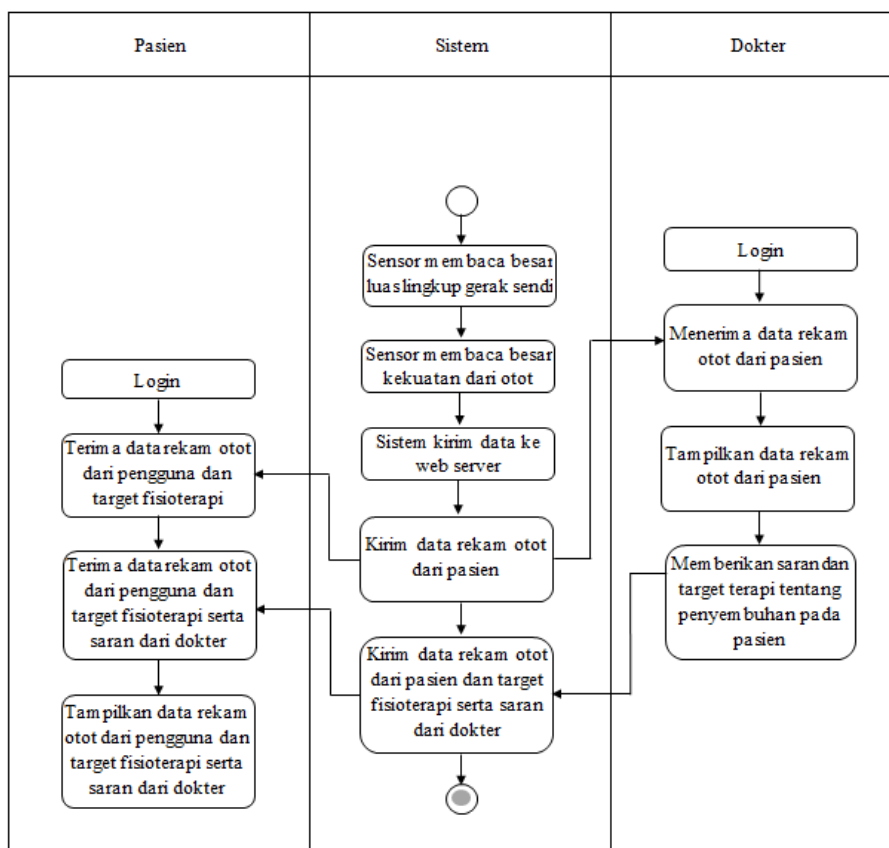
### 3.3. Rancangan Proses

Alur proses dari sistem secara keseluruhan diawali dengan inialisasi pin yang digunakan pada *Arduino uno*. Lalu dimulai dengan proses pengisian udara pada manset untuk indentifikasi tekanan otot oleh sensor MPX. Setelah itu dilakukan proses pembacaan data dari sensor. Lalu baca data dari sensor *flex* dengan mengambil nilai ROM dari sendi siku tangan atau sendi lutut kaki pasien, serta

sensor MPX untuk mengidentifikasi adanya kontraksi dari otot. Lalu data dari 2 sensor tersebut akan dikirimkan ke *web server* yang nantinya akan diterima oleh aplikasi pada *smartphone* untuk diolah agar mendapatkan status MMT sendi pasien. setelah data status dari MMT dan besar nilai ROM didapat, maka akan dikirim lagi ke *web server*. Lalu dokter akan menerima data pasiennya pada *smartphone* sehingga dokter dapat memberikan saran terhadap perkembangan pasien yang sedang menjalani terapi fisiknya dan dikirim kembali ke *web server* supaya dapat ditampilkan pada aplikasi *smartphone* pasien. Alur proses dari sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada flowchart dan diagram aktivitas sistem pada gambar 3.3 .



**Gambar 3.2 Flowchart Sistem**

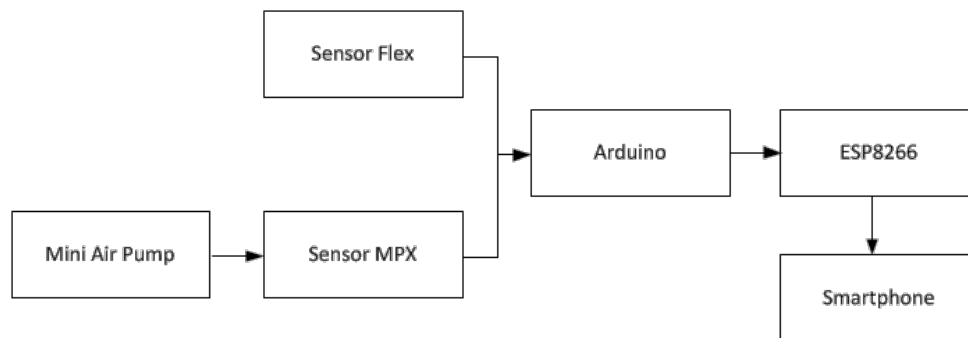


**Gambar 3.3 Diagram Aktivitas Sistem**

Sistem membaca data dari sensor *flex* untuk mendapatkan besar luas lingkup gerak sendi siku tangan atau sendi lutut kaki dari pasien pengguna. Dan data dari sensor MPX yang didapat dari kontraksi otot. Data besar luas lingkup gerak sendi dan mengetahui adanya kontraksi otot ini kemudian diolah sehingga akan menghasilkan rekam perkembangan dari pasien. Kemudian data tersebut akan dikirim ke server dan data yang ada pada server akan ditampilkan pada *smartphone* pasien dan juga dokter. Sehingga dokter bisa memantau perkembangan penyembuhan pasien dan memberikan masukan tentang target selanjutnya untuk fisioterapi pasien.

### 3.3.1. Perancangan Perangkat Keras

Lingkungan uji penelitian ini adalah pasien kelumpuhan. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen pendeteksi yaitu sensor *flex*, dan sensor tekanan MPX. Sensor *flex* digunakan untuk menentukan luas lingkup gerak pada sendi siku tangan atau sendi lutut kaki pengguna dalam usaha menggerakkan anggota gerak yang lumpuh. Sensor MPX digunakan untuk menentukan adanya kontraksi otot yang terbentuk dari kontraksi otot saat menggerakkan anggota gerak dengan bantuan pendamping. Sistem ini menggunakan *arduino* sebagai tempat pembacaan dan pengolahan data dari sensor, dan mengirimkannya ke *web server* yang nantinya akan diterima pada aplikasi *smartphone*. Skema perancangan perangkat keras dapat dilihat pada gambar 3.5 Dibawah ini :



**Gambar 3.4 Skema Perancangan Perangkat Keras Sistem**

Secara singkat prinsip kerja dari sistem ini adalah :

a. Sensor

Sensor yang digunakan adalah sensor flex untuk luas lingkup gerak pada sendi dan sensor tekanan MPX dengan dibantu dengan *Mini Air Pump* sebagai pengisi udara pada manset untuk mengidentifikasi apakah ada kontraksi pada otot atau tidaknya.

b. *Arduino*

*Arduino* berfungsi sebagai tempat memproses data yang didapatkan dari sensor *flex* dan sensor tekanan MPX.

c. ESP8266

ESP8266 merupakan modul *wifi* yang menghubungkan *arduino* dengan jaringan internet.

d. *Smartphone*

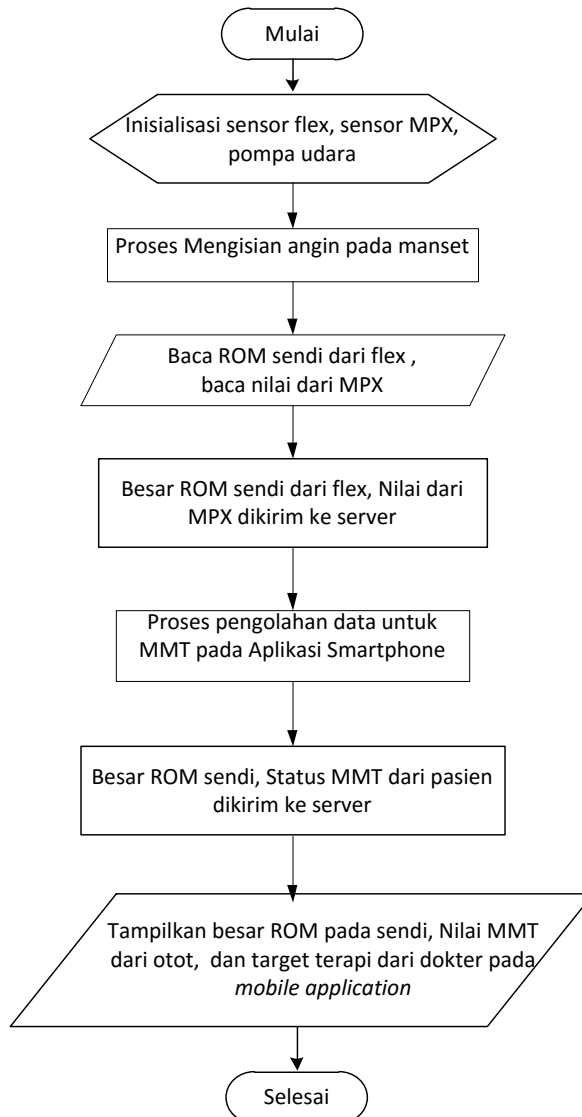
*Smartphone* akan menerima data yang dikirim dari arduino melalui *Web Server*.

### 3.3.2. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dalam penelitian ini meliputi perancangan program yang akan berjalan pada sistem tertanam dan pada *mobile application*.

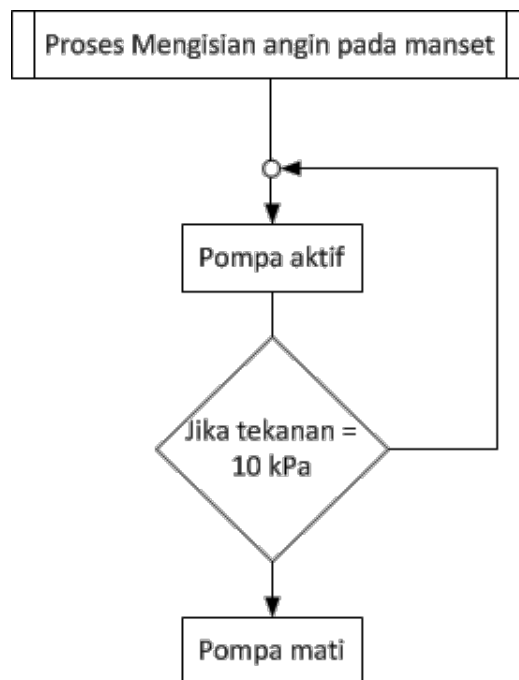
#### 3.3.2.1. Perancangan Pemrograman Perangkat Lunak

Berikut adalah gambar *Flowchart* untuk perancangan pemrograman perangkat lunak yang dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini :



**Gambar 3.5 Flowchart pemrograman perangkat lunak**

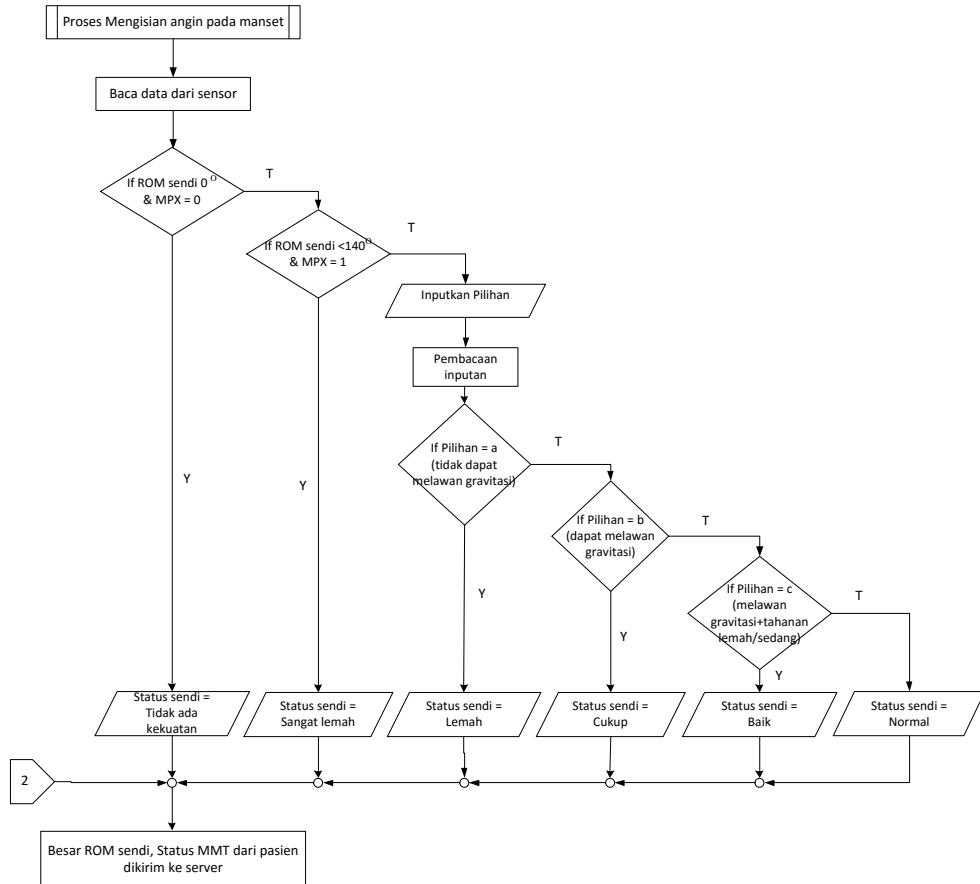
Pada alur proses pemrograman perangkat lunak dari sistem ini diawal dengan proses dimulai dengan inialisasi pin yang digunakan pada *Arduino uno*. Lalu dimulai dengan proses pengisian udara pada manset untuk indentifikasi tekanan otot oleh sensor MPX. Setelah itu dilakukan proses pembacaan data dari sensor. Lalu baca data dari sensor *flex* dengan mengambil nilai ROM dari sendi siku tangan atau sendi lutut kaki pasien, serta sensor MPX untuk mengidentifikasi adanya kontraksi dari otot. Lalu data dari 2 sensor tersebut akan dikirimkan ke *web server* yang nantinya akan diterima oleh aplikasi pada *smartphone* untuk diolah agar mendapatkan status MMT sendi pasien. setelah data status dari MMT dan besar nilai ROM didapat, maka akan dikirim lagi ke *web server*. Lalu dokter akan menerima data pasiennya pada *smartphone* sehingga dokter dapat memberikan saran terhadap perkembangan pasien yang sedang menjalani terapi fisiknya dan dikirim kembali ke *web server* supaya dapat ditampilkan pada aplikasi *smartphone* pasien.



**Gambar 3.6 Sub procedure proses pengisian angin pada manset**

Pada sub proses ini, pompa udara digunakan untuk pengisian udara pada manset yang nantinya akan digunakan untuk proses indentifikasi adanya kontraksi pada otot dengan sensor MPX. Pada saat alat dihidupkan, maka pompa akan otomatis pengisi udara pada manset sampai dengan nilai 10 kPa (tekanan rata-rata udara

untuk manset agar pasien tidak merasa kesakitan akibat tekanan manset), sebelum nilai tekanan belum terpenuhi, maka pompa akan terus mengisi udara sampai tekanan mencapai target, lalu setelah mencapai target pompa udara akan mati.



**Gambar 3.7 Sub procedure proses pengolahan data MMT pada aplikasi *smartphone***

Pada sub proses ini, untuk mendapatkan nilai *Manual Muscle Testing (MMT)* yaitu nilai yang diperoleh dari mengukur suatu usaha untuk menentukan kemampuan dan kekuatan seseorang dalam mengkontraksikan otot-ototnya secara sadar baik dengan usaha diri sendiri ataupun dengan menggunakan bantuan pendamping pasien berdasarkan pada tabel 2.2 pada BAB 2. pada sub proses ini, data yang didapat dari *web server* akan diproses di aplikasi *smartphone*. Pada aplikasi *smartphone* dimulai dengan memilih sendi mana yang diderita apakah sendi siku pada tangan atau sendi lutut pada kaki. Setelah didapat maka akan diproses data *ROM* (nilai yang didapat dari gerakan flexi pada sendi) dari sensor



flex yang berupa derajat rentang sendi pasien, dan identifikasi ada atau tidaknya kontraksi pada otot oleh sensor MPX.

Yang membedakan alur proses sendi pada siku dengan sendi pada lutut adalah nilai maksimal dari gerakan flexi berdasarkan pada tabel 2.1 BAB 2 (max flexi pada siku :  $140^0$  dan max flexi pada lutut :  $140^0$ ). Status MMT didapat dari gerakan ROM sendi oleh sensor flex, lalu dari identifikasi adanya kontraksi otot atau tidak oleh sensor MPX, dan ditambah dengan diberikannya tahanan terhadap anggota gerak oleh pendamping pasien. Pencarian status MMT ini berdasarkan pada tabel 2.2 pada BAB 2. Berikut merupakan alur pencarian status untuk MMT :

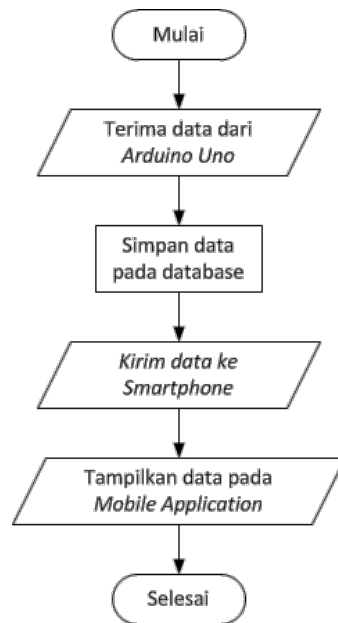
1. Jika didapat nilai ROM  $0^0$  dari sensor flex dan nilai MPX 0 karena tidak ada kontraksi otot dari sensor MPX, maka didapat status MMT “Tidak ada kekuatan”.
2. Jika didapat nilai ROM  $0^0$  dari sensor flex dan nilai MPX 1 karena ada kontraksi otot dari sensor MPX, maka didapat status MMT “Sangat Lemah”.
3. Jika didapat nilai ROM  $>140^0$  (*Full ROM*) dari sensor flex dan nilai MPX 1 karena ada kontraksi otot dari sensor MPX, lalu pengguna memilih opsi keterangan “Pilihan a” pada aplikasi karena pasien tidak dapat menggerakkan sendi dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas, maka didapat status MMT “Lemah”.
4. Namun jika pengguna memilih opsi keterangan “Pilihan b” pada aplikasi karena pasien dapat menggerakkan sendi dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas, maka didapat status MMT “Cukup”.
5. Namun jika pengguna memilih opsi keterangan “Pilihan c” pada aplikasi karena pasien dapat menggerakkan sendi dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas dan ditambah dengan diberikan tahanan lemah hingga sedang oleh pendamping pasien, maka didapat status MMT “Baik”.
6. Namun jika pengguna memilih opsi keterangan “Pilihan d” pada aplikasi karena pasien dapat menggerakkan sendi dengan melawan gravitasi seperti mengangkat keatas dan ditambah dengan diberikan tahanan penuh oleh pendamping pasien, maka didapat status MMT “Normal”. Lalu status MMT dan nilai ROM yang didapat akan dikirimkan ke *web server*.

**Tabel 3.1 Tabel Pada Status nilai sendi**

Status Sendi	Tekanan (MPX)	Pergerakan otot (Flex)
Normal	ada	$>140^0$
Baik	ada	$>140^0$
Cukup	ada	$>140^0$
Lemah	ada	$>140^0$
Sangat lemah	ada	$<140^0$
Tidak ada kekuatan	tidak	$0^0$

### **3.3.2.2. Perancangan Perangkat Lunak pada *Web Server***

Pada perancangan perangkat lunak *Web Server*, dirancang seperti flowchart dibawah ini :

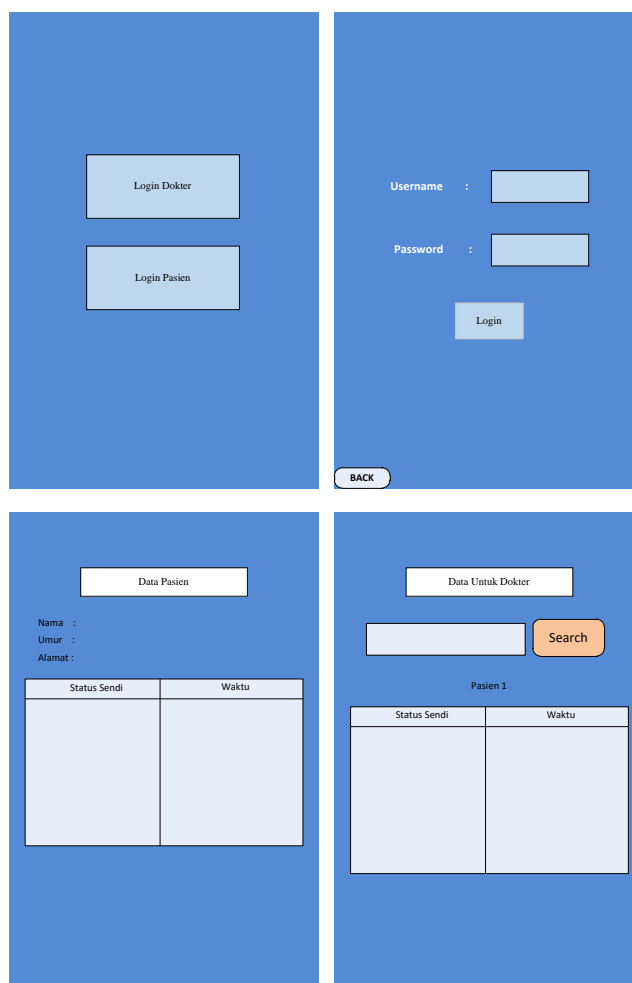


**Gambar 3.8 Flowchart perancangan perangkat lunak pada *web server***

Gambar diatas merupakan alur dari perancangan perangkat lunak dari *web server* yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan data yang dikirim dari *arduino uno* . *Web server* akan menerima data luas lingkup pada sendi yang dapat dihasilkan pasien dalam usaha menggerakkan anggota gerakanya serta kekuatan dari otot dari *arduino uno*, lalu mengirimkan data tersebut ke *smartphone* dan menampilkannya pada *mobile application*.

### **3.3.2.3.Perancangan *User Interface***

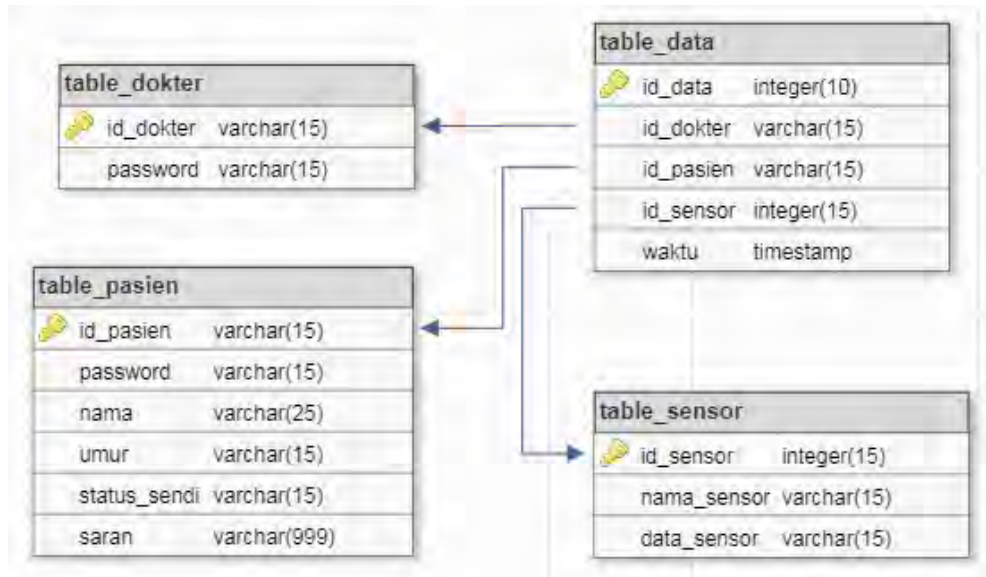
Pada sistem ini , *software* yang digunakan untuk membuat *user interface* ini adalah *MIT app inventor*. *Mobile application* ini dirancang dengan sesederhana mungkin supaya pengguna dapat dengan mudah dan nyaman dalam penggunaannya. Perancangan *user interface* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.8 dibawah ini :



**Gambar 3.9** Flowchart *User Interface* sistem

#### **3.3.2.4. Perancangan Penyimpanan Data**

Pada sistem ini data yang didapat dari *Arduino* disimpan pada *web server*. *Web programming* yang digunakan pada sistem ini adalah PHP MySQL. Rancangan *database* dapat dilihat pada gambar 3.9 dibawah ini :



**Gambar 3.10 Rancangan penyimpanan data**

### 3.4.Skenario Pengujian

Pada sub-sub ini akan di jabarkan bagaimana rencana tindakan yang nantinya harus dilakukan dan data yang diperoleh dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) serta sistem secara keseluruhan pada saat setelah sistem diimplementasikan.

#### 3.4.1. Skenario Pengujian Perangkat Keras

Sistem rekam perkembangan penyembuhan ini memiliki beberapa komponen perangkat keras, seperti mikrokontroler, sensor flex, sensor MPX, modul wifi.

**Tabel 3.2 Rencana Pengujian Perangkat Keras**

No.	Komponen	Rencana Pengujian	Tujuan
1	Sensor flex	Mengukur luas lingkup pada sendi yang di dapat dari lengkungan sensor flex dan membandingkannya dengan pengukuran sudut	Untuk mendapatkan persentase yang tinggi dalam pengukuran sudut dari lengkungan sensor flex

2	Sensor MPX	Mengidentifikasi apakah terdapat tekanan udara yang didapat dari manset yang diteruskan ke sensor MPX.	Untuk mendapatkan persentase yang tinggi dalam mengidentifikasi tekanan udara pada sensor MPX yang didapat dari perubahan tekanan dari manset
---	------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 3.4.2. Skenario Pengujian Perangkat Lunak

Sistem rekam perkembangan penyembuhan pasien kelumpuhan ini terdiri dari beberapa software yang membentuknya, yaitu *embedded system* yang telah tertanam pada mikrokontroler itu sendiri, *web server*, dan *mobile application*. Untuk rencana pengujian perangkat lunak (*software*) tersebut, dijelaskan pada tabel berikut :

**Tabel 3.3 Rencana Pengujian Perangkat Lunak**

No.	Komponen	Rencana Pengujian	Tujuan
1	<i>Arduino</i>	Mencocokkan data yang dikirim ke <i>web server</i> dengan data yang telah diterima oleh <i>web server</i>	Data yang dikirim ke <i>web server</i> dengan data yang diterima <i>web server</i> sama
2	<i>Android</i>	Mencocokkan data dari <i>web server</i> dengan data yang akan ditampilkan pada <i>mobile application</i>	Data yang ada pada <i>web server</i> sama dengan data yang ditampilkan pada <i>mobile application</i>

### 3.4.3. Skenario Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Agar sistem dapat berjalan baik sesuai dengan tujuan yang telah dirancang, maka perlu diadakan pengujian keseluruhan dari sistem tersebut. Untuk dapat menentukan apakah sistem berjalan sesuai dengan tujuannya atau tidak, berikut beberapa poin yang diuji dari sistem tersebut.

**Tabel 3.4 Rencana Pengujian Sistem Secara Keseluruhan**

No.	Fungsi Sistem	Tujuan
1	Menampilkan luas lingkup gerak pada sendi dan mengidentifikasi adanya kontraksi otot pada pasien dalam menggerakkan anggota gerak ke <i>smartphone</i> pengguna	Data yang ditampilkan pada <i>mobile application</i> sesuai dengan yang dikirimkan <i>embedded system</i>
2	Mengirim informasi ke server/database	Sistem dapat mengirimkan data yang sesuai dari sensor flex dan sensor MPX ke server/database
3	Menampilkan rekam perkembangan fisioterapi yang sedang dijalani pasien yang akan ditampilkan ke <i>smartphone</i> pengguna	Data dan hasil yang ditampilkan sesuai dengan keadaan pasien pengguna sistem

### 3.5. Analisa Kebutuhan Penelitian

Analisis kebutuhan sistem terbagi dua, yaitu kebutuhan *hardware* dan kebutuhan *software*. Berikut ini merupakan rincian kebutuhan *hardware* dan kebutuhan *software* pada sistem ini :

**Tabel 3.5 Alat dan bahan**

<i>Hardware</i>	<i>Software</i>
<i>1. Arduino</i>	<i>1. Arduino IDE</i>
<i>2. Sensor Flex</i>	<i>2. PHP My Admin</i>
<i>3. Sensor MPX</i>	<i>3. App Inventor</i>
<i>4. Modul ESP8266</i>	
<i>5. Mini Air Pump</i>	
<i>6. Smartphone</i>	



## BAB IV

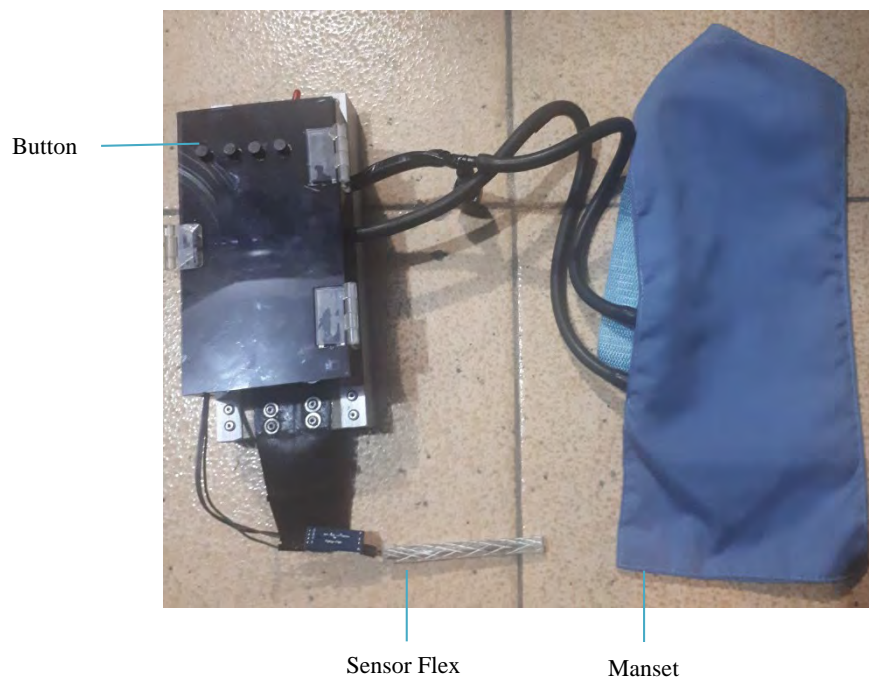
### IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

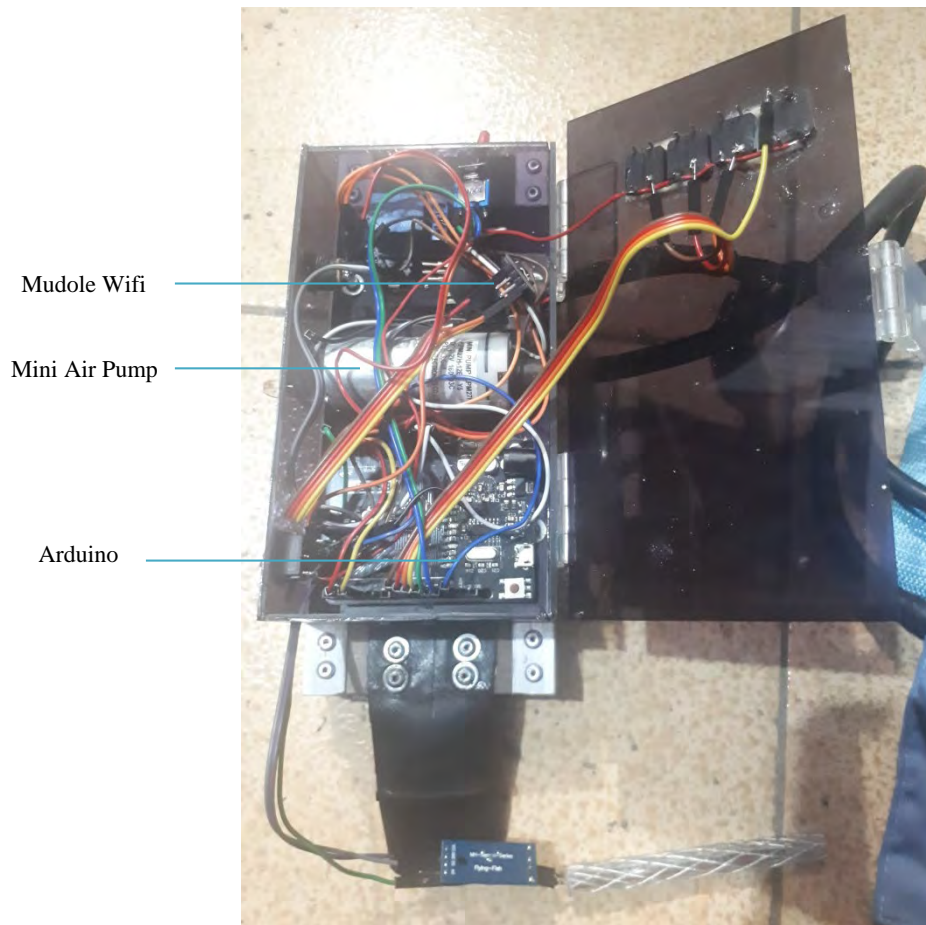
#### 4.1 Implementasi

Sistem Rekam Perkembangan Anggota Gerak pada Pasien Kelumpuhan ini diimplementasikan berdasarkan rancangan yang telah dipaparkan pada bab perancangan sistem. Pada implementasi sistem terbagi dari tiga bagian yaitu perangkat keras, perangkat lunak, dan implementasi sistem secara keseluruhan.

##### 4.1.1 Implementasi Perangkat Keras

Implementasi perangkat keras terdiri dari beberapa komponen yaitu, *Arduino Uno*, *ESP8266*, *Sensor Flex*, *Mini Air Pump*, manset, *Sensor MPX*, dan *Power Supply*. Komponen tersebut disusun dan ditempatkan sedemikian rupa dalam kotak akrilik yang memiliki dimensi panjang 14cm x lebar 8cm x tinggi 4cm. Pada Gambar 4.1 diperlihatkan bentuk perancangan perangkat keras secara keseluruhan.





**Gambar 4.1 Sistem Secara Keseluruhan**

Berikut merupakan komponen-komponen yang digunakan pada implementasi alat pada Gambar 4.1 diatas :

1. *Arduino Uno*, berfungsi sebagai mikrokontroler yang digunakan pada alat ini.
2. Sensor *Flex*, berfungsi membaca kelengkungan dari lingkup gerak sendi pada sendi siku atau sendi lutut.
3. *Mini Air Pump*, berfungsi sebagai pengisi udara untuk manset.
4. Manset, berfungsi sebagai media untuk mengidentifikasi adanya kontraksi otot.
5. Sensor MPX, berfungsi mengidentifikasi adanya kontraksi otot atau tidak dari manset.
6. *Module Wifi*, berfungsi untuk mengirimkan data ke *database*.

## 4.1.2 Implementasi Perangkat Lunak

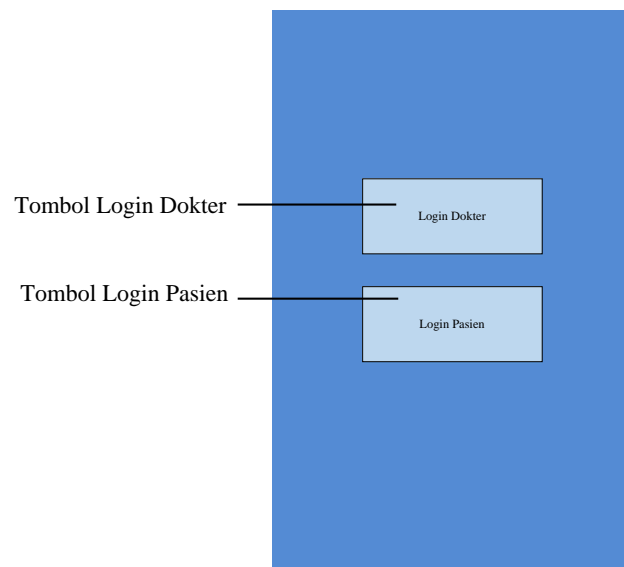
Perangkat lunak diimplementasikan pada beberapa *platform* yaitu *smarthphone*, sistem tertanam dan *server*.

### 4.1.2.1 Implementasi *User Interface* pada *Smartphone*

Aplikasi *mobile* pada alat ini adalah berbasis *Android* dibangun dengan menggunakan *MIT App Inventor* Implementasi dari *User Interface* ini sesuai dengan perancangan sebelumnya yang terdiri dari lima halaman yaitu, halaman Pilihan Login, halaman login, halaman data pasien dan halaman data untuk dokter.

#### a. Implementasi Halaman Pilihan Login

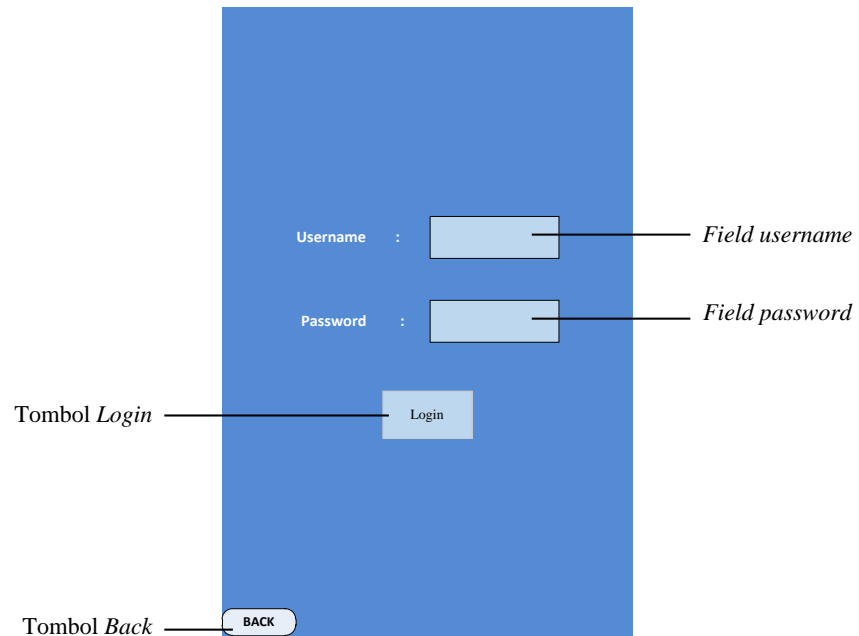
Halaman *login* merupakan halaman utama yang dimana *user* harus memilih login dokter apabila *user* adalah dokter atau login pasien apabila *user* adalah pasien. Tampilan halaman Pilihan Login dapat dilihat pada gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Halaman Pilihan *Login***

#### b. Implementasi Halaman Login

Setelah *user* login dan memilih login dokter atau login pasien, maka *user* dialihkan kehalaman login untuk memasukkan *username* dan *password*. Tampilah halaman Login seperti berikut.



**Gambar 4.3 Halaman *Login***

### **c. Implementasi Halaman Data Pasien**

Pada halaman data pasien, semua rekam perkembangan dari beberapa waktu yang lalu akan disimpan pada log dan ditampilkan. Setiap ada data yang baru, maka data tersebut akan otomatis dalam urutan paling atas dan juga dokter dapat menambahkan saran kepada pasien. Tampilan halaman data pasien adalah sebagai berikut.

Data Pasien

Nama :  
Umur :  
Alamat :

Status Sendi	Waktu

Saran Dokter

+

**Gambar 4.4 Halaman Data Pasien**

**d. Implementasi Halaman Data Untuk Dokter**

Pada halaman Data Untuk Dokter, terdapat pencarian yang dapat mencari pasien yang akan diamati perkembangannya. Berikut merupakan tampilan halaman Data Untuk Dokter.

Data Untuk Dokter

Pasien 1

Status Sendi	Waktu

**Gambar 4.5 Halaman Data Untuk Dokter**

#### 4.1.2.2 Implementasi Perangkat Lunak pada Mikrokontroler

Pada perangkat lunak pada Mikrokontroler, terdapat fungsi yang proses pembacaan sensor dan proses pengiriman data ke *webservice*. Fungsi pada proses pembacaan sensor dilakukan dengan membaca perubahan resistansi dari sensor *flex* karena gerakan sendi dari pasien, dan pembacaan ada atau tidaknya kontraksi otot dari sensor MPX. Hasil dari pengolahan nilai dari sensor tersebut berdasarkan MMT (*Manual Muscle Test*) yaitu status otot dari ada atau tidaknya kontraksi otot dari sensor MPX, lalu setelah itu tergantung pada nilai sensor *flex* untuk mengukur ruang gerak suatu sendi seperti yang tertera pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 pada landasan teori. Pembacaan sensor tersebut dikirim ke mikrokontroler *Arduino uno*.

```
void getTekanan()
{
    kpa=analogRead(sensortekanan);
    return 1023 - kpa;
}

void getSudut()
{
    flex=analogRead(flexsensor);
    if (flex<780) flex=780;
    sudut=flex-780;
    sudut=sudut/1.1;
}
```

**Gambar 4.6** *Sourcecode* pembacaan data sensor

Setelah mikrokontroler memperoleh hasil bacaan dari sensor, maka data tersebut akan dikirim ke *webservice*.

```

    if (millis() - stateTime >= 10000) {

String cmd = "AT+CIPSTART=\"TCP\", \"";           // TCP connection
cmd += "anachronous-miner.000webhostapp.com";   // api.thingspeak.com
cmd += "\",80";
Ser.println(cmd);
if (DEBUG) Serial.println(cmd);
if (Ser.find("Error")){
    if (DEBUG) Serial.println("AT+CIPSTART error");
    return false;
}

String getStr = "GET /rekammedis/insertdatabase2.php?"; // prepare GET string
getStr += "user=";
getStr += id_pasien;
getStr += "&status=";
getStr += stat;
getStr += " HTTP/1.1\r\n";
getStr += "Host: anachronous-miner.000webhostapp.com\r\n";
getStr += "Connection: close\r\n\r\n";

// send data length
cmd = "AT+CIPSEND=";
cmd += String(getStr.length());
Ser.println(cmd);
Serial.println(cmd);

if (Ser.find(">")){
    Ser.print(getStr);
    Serial.println(getStr);
}
delay(5000);
Ser.println("AT+CIPCLOSE");
Serial.println("AT+CIPCLOSE");
stateTime = millis();
}
}

```

**Gambar 4.7** *Sourcecode* pengiriman data ke server

### 4.1.3 Implementasi Sistem

Sistem diimplementasikan berdasarkan perancangan fungsional dari sistem itu sendiri. Pada implementasi sistem ini akan digabungkan antara implementasi perangkat keras dan implementasi perangkat lunak. Pada tahap ini diharapkan sistem akan berjalan sesuai dengan fungsi fungsi yang diinginkan.

## 4.2 Pengujian dan Analisa

Pengujian dan analisa yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat tiga tahap, yaitu dilakukan pengujian terhadap perangkat keras, perangkat lunak dan fungsionalitas sistem.

### 4.2.1 Pengujian dan Analisa Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk menentukan bagaimana perangkat keras yang digunakan yaitu dari pengujian sensor *flex*, dan sensor MPX.

### 4.2.1.1 Pengujian Sensor *Flex*

Pengujian sensor flex dilakukan untuk melihat pembacaan dan output pada sensor, sesuai dengan penginputan yang dilakukan. Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara melakukan program tes pada Arduino IDE untuk mendapatkan hasil dari pembacaan sekaligus output yang diinginkan. Berikut ini merupakan program sensor *flex* pada arduino IDE :



```
sketch_jun24a | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun24a $
const int FLEX_PIN = A0;
const float VCC = 4.98;
const float R_DIV = 47500.0;

const float STRAIGHT_RESISTANCE = 37300.0;
const float BEND_RESISTANCE = 90000.0;
unsigned long waktuTunggu = millis();

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(FLEX_PIN, INPUT);
}


void loop()
{
  int flexADC = analogRead(FLEX_PIN);
  float flexV = flexADC * VCC / 1023.0;
  float flexR = R_DIV * (VCC / flexV - 1.0);
  Serial.println("Resistance: " + String(flexR) + " ohms");

  float angle = map(flexR, STRAIGHT_RESISTANCE, BEND_RESISTANCE,
    0, 90.0);
  Serial.println("Bend: " + String(angle) + " degrees");
  Serial.println();
}
```

**Gambar 4.8 Program pengujian sensor *flex***

Pada gambar program pengujian diatas, dapat dilihat bahwa telah ditentukan pin yang akan digunakan dan dilakukan perhitungan untuk mengkonversikan nilai resistansi yang dibaca sensor kedalam bentuk derajat sudut. Lalu dilakukan pengujian nilai keluaran sensor dengan membandingkan sudut sebenarnya dan sudut yang terbaca dengan menggunakan busur. Hasil data dibandingkan antara nilai sebenarnya dengan nilai yang terbaca pada tabel 4.1 dibawah ini :

**Tabel 4.1. Hasil Pengujian Sensor *Flex* 0 derajat**

Pengujian	No.	Sudut Sebenarnya	Sudut Terbaca	Nilai Resistansi
	1	0	0	37302



	2	0	0	37008
	3	0	1	38035
	4	0	1	38247
	5	0	0	37303
	6	0	0	37303
	7	0	0	37155
	8	0	0	37008
	9	0	1	38050
	10	0	0	37590

Pada tabel hasil pengujian, dalam 10 kali percobaan disudut 0° Didapatkan 7 kali nilai sensor dari flex yang sesuai dengan nilai yang sebenarnya dan 3 kali perbedaan beberapa derajat.


$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{(\text{Jumlah benar})}{(\text{Jumlah percobaan})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{7}{10} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 70\%$$

Lalu setelah pengujian disudut 0° Lalu dilakukanlah pengujian dengan sudut 20° Yang kemudian dibandingkan dengan nilai sebenarnya terhadap nilai yang terbaca pada tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor *Flex* 20 derajat**

Pengujian	No.	Sudut Sebenarnya	Sudut Terbaca	Nilai Resistansi
	1	20	20	25224
	2	20	21	24882
	3	20	21	24882
	4	20	20	25350
	5	20	21	24860
	6	20	20	25862
	7	20	20	25154
	8	20	21	24860

	9	20	20	25214
	10	20	21	24889

Pada tabel hasil pengujian, dalam 10 kali percobaan disudut 20<sup>o</sup> Didapatkan 4 kali nilai yang akurat dan 6 kali nilai sensor dari flex yang berbeda dengan nilai sebenarnya.

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{(\text{Jumlah benar})}{(\text{Jumlah percobaan})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{7}{10} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 70\%$$

#### 4.2.1.2 Pengujian Sensor MPX

Pengujian pada sensor MPX dilakukan dengan memperoleh nilai tegangan keluaran sensor (V) dan satuan tekanan (kPa) , dengan menggunakan pompa udara mini sebagai pengatur tekanan udara yang dimasukkan ke sensor MPX.

```

sketch_jun24b | Arduino 1.8.8
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun24b $
int rawValue; // A/D readings
int offset = 102; // zero pressure adjust
int fullScale = 922; // max pressure (span) adjust
float pressure; // final pressure

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  rawValue = analogRead(A0);
  Serial.print("Raw A/D is ");
  Serial.print(rawValue);
  pressure = (rawValue - offset) * 500 / (fullScale - offset); // pressure
  Serial.print("  The pressure is ");
  Serial.print(pressure, 0); // no decimal places
  Serial.println(" kPa");
  delay(500); // delays readings
}

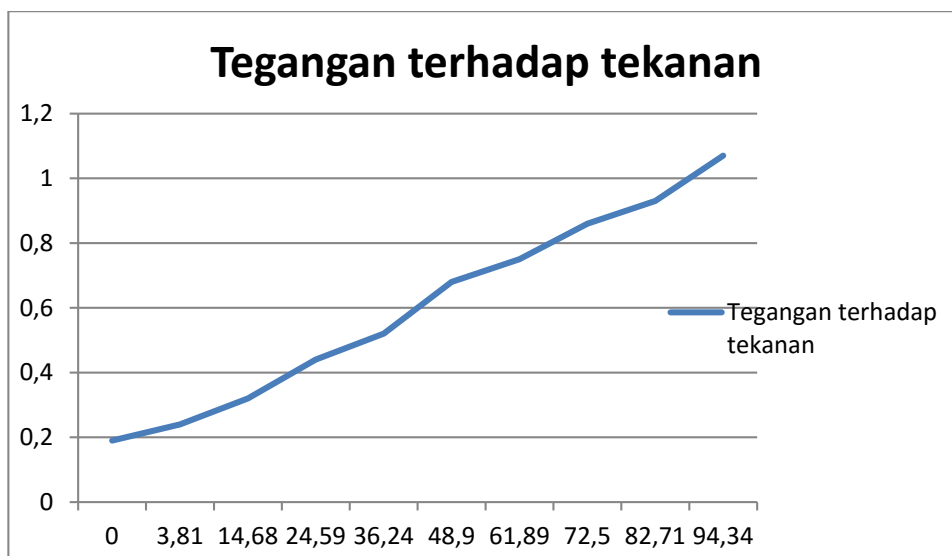
```

**Gambar 4.9 Program pengujian sensor MPX**

Pada gambar program pengujian sensor MPX diatas, ditentukan pin yang akan digunakan dan dilakukan perhitungan untuk mengkonversikan nilai resistansi yang dibaca sensor kedalam bentuk satuan tekanan (kPa). Lalu dilakukan pengujian nilai keluaran sensor MPX dengan membandingkan grafik tekanan terbaca dengan grafik tekanan dari datasheet. Nilai dari pengujian terdapat pada tabel berikut.

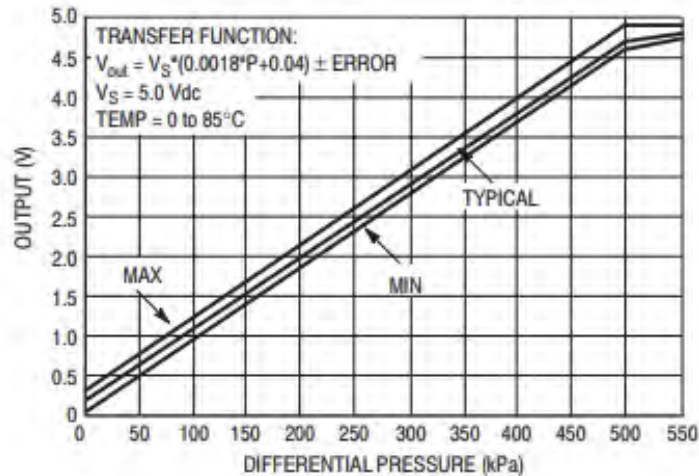
**Tabel 4.3 Pengujian Sensor MPX**

No.	Tegangan (V)	Tekanan Sensor (kPa)
1	0,19	0
2	0,24	3,81
3	0,32	14,68
4	0,44	24,59
5	0,52	36,24
6	0,68	48,9
7	0,75	61,89
8	0,86	72,5
9	0,93	82,71
10	1,07	94,34



#### Gambar 4.10 Grafik Pengujian Tekanan dan Tegangan dari Sensor MPX

Pada gambar grafik pengujian tekanan dari sensor MPX diatas, didapat perbandingan antara nilai dari pengujian sensor MPX dengan nilai dari grafik pada *datasheet* sensor MPX seperti pada gambar 4.11 dibawah.



Gambar 4.11 Grafik Tekanan dan Tegangan dari Sensor MPX pada *Datasheet*[8]

#### 4.2.2 Pengujian dan Analisa Perangkat Lunak

Pada pengujian perangkat lunak terdiri dari pengujian perangkat lunak pada Mikrokontroler dan aplikasi *Mobile*. Pengujian perangkat lunak ini dilakukan dengan mengamati hasil eksekusi melalui data uji, lalu memeriksa fungsional dari perangkat lunak atau disebut *black box testing*.

##### 4.2.2.1 Pengujian Perangkat Lunak pada Mikrokontroler

Pengujian sistem tertanam dilakukan dengan menyesuaikan data yang dikirim mikrokontroler ke *webserver* dengan data yang diterima *webserver*. Data yang ditampilkan dari mikrokontroler melalui serial monitor dan data yang diterima oleh *webserver* dilihat melalui *database*.

```

Tekanan Akhir: 19.00 Sudut Akhir: 1.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=147
GET /rekam medis/insertdatabase2.php?user=1&status=Tidak%20ada%20kekuatan HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=139
GET /rekam medis/insertdatabase2.php?user=1&status=Sangat%20lemah HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=131
GET /rekam medis/insertdatabase2.php?user=1&status=Normal HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=129
GET /rekam medis/insertdatabase2.php?user=1&status=Baik HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=130
GET /rekam medis/insertdatabase2.php?user=1&status=Cukup HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

Tekanan: 18.00 Sudut: 2
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=130
GET /rekam medis/insertdatabase2.php?user=1&status=Lemah HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

```

(a)

Status sendi	Waktu
Lemah	2019-06-26 12:52:21
Cukup	2019-06-26 12:50:43
Baik	2019-06-26 12:48:31
Normal	2019-06-26 12:47:21
Sangat lemah	2019-06-26 12:35:31
Tidak ada kekuatan	2019-06-26 12:34:47

(b)

**Gambar 4.12 (a) Data pada mikrokontroler dan (b) data pada *webserver***

**Tabel 4.4 Hasil Pengujian kesamaan data pada mikrokontroler dengan *Webserver***

Data Mikrokontroler	Data <i>Webserver</i>	Kesamaan Data
Tidak ada kekuatan	Tidak ada kekuatan	Sama
Sangat lemah	Sangat lemah	Sama

Normal	Normal	Sama
Baik	Baik	Sama
Cukup	Cukup	Sama
Lemah	Lemah	Sama

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat besar kesamaan data pada mikrokontroler dengan data dari *Webserver*. Pengujian ini memiliki persentase keberhasilan sebesar.

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{(\text{Jumlah benar})}{(\text{Jumlah percobaan})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{5}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 100\%$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan persentase keberhasilan sebesar 100% terhadap kesamaan data pada mikrokontroler dengan data yang diterima *webserver*.

#### 4.2.2.2 Pengujian Aplikasi *Mobile*

Pengujian pada aplikasi *mobile* ini dilakukan dengan menyesuaikan data di *webserver* dengan data di aplikasi *mobile*. Data dari *webserver* dapat dilihat melalui *database* dan data aplikasi *mobile* dapat dilihat di aplikasi.

Status sendi	Waktu
Lemah	2019-06-26 12:52:21
Cukup	2019-06-26 12:50:43
Baik	2019-06-26 12:48:31
Normal	2019-06-26 12:47:21
Sangat lemah	2019-06-26 12:35:31
Tidak ada kekuatan	2019-06-26 12:34:47

(a)

Status sendi	Waktu
Lemah	2019-06-26 12:52:21
Cukup	2019-06-26 12:50:43
Baik	2019-06-26 12:48:31
Normal	2019-06-26 12:47:21
Sangat lemah	2019-06-26 12:35:31
Tidak ada kekuatan	2019-06-26 12:34:47

(b)

**Gambar 4.13** (a) Data pada *webservice* dan (b) data pada aplikasi *mobile*

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian kesamaan data pada *webservice* dengan aplikasi *mobile*

Data <i>Webservice</i>	Data aplikasi <i>mobile</i>	Kesamaan Data
Tidak ada kekuatan	Tidak ada kekuatan	Sama
Sangat lemah	Sangat lemah	Sama
Normal	Normal	Sama
Baik	Baik	Sama
Cukup	Cukup	Sama
Lemah	Lemah	Sama

Dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat besar kesamaan data pada *Webservice* dengan data dari aplikasi *mobile*. Pengujian ini memiliki persentase keberhasilan sebesar.

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{(\text{Jumlah benar})}{(\text{Jumlah percobaan})} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = \frac{5}{5} \times 100\%$$

$$\text{Persentase keberhasilan} = 100\%$$

Dari perhitungan tersebut didapatlah persentase keberhasilan sebesar % terhadap kesamaan data pada *webservice* dengan data yang diterima oleh aplikasi *mobile*.

#### 4.2.3 Pengujian dan Analisa Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian secara keseluruhan ini dilakukan untuk melihat kemampuan sistem dalam bekerja sesuai dengan fungsionalitasnya. Pengujian fungsionalitas sistem ini yaitu sebagai berikut :

Untuk mendapatkan data dari sensor, *user* harus menghidupkan sistem terlebih dahulu dan menyalakan *hotspot* pada *smartphone*. Sebelum menggunakan sistem *user* harus memasang manset pada anggota gerak sendi siku tangan atau sendi lutut kaki dan menyelipkan sensor *flex* dibawah manset, lalu selanjutnya *user* harus menekan tombol *button*. Setelah tombol ditekan maka *mini air pump* akan otomatis memompakan udara kedalam manset sampai nilai pada sensor MPX menjadi 20kPa. Setelah nilai pada sensor MPX terpenuhi, maka *mini air pump* akan langsung berhenti memompakan udara ke manset. Setelah semua persiapan selesai, *user* bisa langsung menggunakan sistem.



**Gambar 4.14** Pemasangan sistem pada sendi anggota gerak *user*.



Saat *user* menggerakkan sendi anggota gerakannya, maka tekanan dari otot akan langsung terhitung. Saat ada tekanan pada manset, nilai dari sensor MPX akan berkurang dibawah 20kPa. Saat itulah keluaran sensor MPX diklasifikasikan sebagai adanya kontraksi dari otot. Namun sebaliknya apabila nilai dari sensor MPX tidak ada perubahan, maka diklasifikasikan sebagai tidak adanya kontraksi dari otot. Untuk log tekanan akan terlihat pada serial monitor, yaitu nilai tekanan yang paling rendah pada saat sistem digunakan. Untuk data dari sensor *flex*, data dari sensor akan diterima ketika *user* menggerakkan sendi anggota gerakannya. Data yang didapat berupa nilai besar derajat sudut yang terbentuk dari tekukkan sendi terhadap sensor *flex* yang mempengaruhi nilai resistansi sensor, sehingga didapat nilai dari sensor *flex*. Berikut merupakan pengujian untuk disemua status sendi :

a. Saat status sendi tidak ada kekuatan

**Gambar 4.15 Status sendi tidak ada kekuatan**

Pada status sendi “tidak ada kekuatan”, didapat tidak adanya tekanan (tekanan didapat 19 sampai 20) dari sensor MPX dan tidak adanya perubahan sudut (sudut didapat 0 sampai 1) dari sensor *flex*.

b. Saat status sendi lemah

```

COM6
Tekanan: 13.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 15.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 19.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 24.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 24.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 24.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=139
GET /rekammedis/insertdatabase2.php?user=1&status=Sangat%20lemah HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

AT+CIPCLOSE
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 31.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 30.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 35.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 31.00 Sudut: 0

```

**Gambar 4.16 Status sendi lemah**

Pada status sendi “lemah”, didapat adanya tekanan (tekanan didapat 15 sampai 13) dari sensor MPX dan tidak adanya perubahan sudut (sudut didapat 0 sampai 1) dari sensor *flex*.

c. Saat status sendi normal

```

COM6
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 18.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 16.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 18.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 24.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 103.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=131
GET /rekammedis/insertdatabase2.php?user=1&status=Normal HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

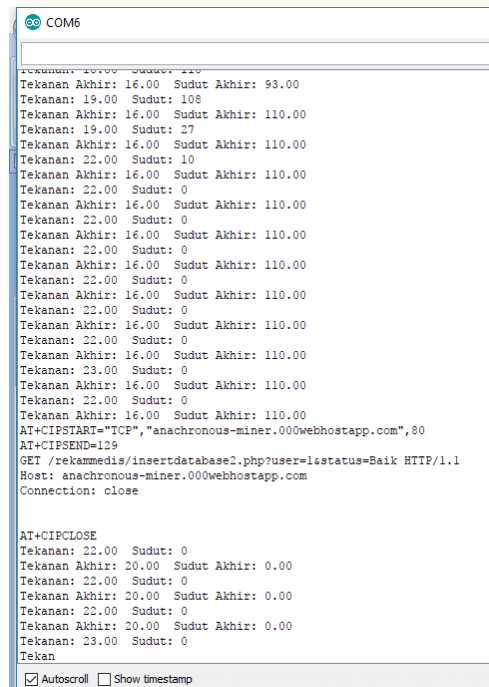
AT+CIPCLOSE
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00

```

**Gambar 4.17 Status sendi normal**

Pada status sendi “normal”, didapat adanya tekanan (tekanan didapat 18 sampai 16) dari sensor MPX dan adanya perubahan sudut (sudut didapat 103) dari sensor *flex* dengan catatan gerakan *user* dapat melawan gravitasi sambil diberikan tahanan penuh terhadap sendi.

d. Saat status sendi baik



```
COM6
Tekanan: 19.00 Sudut: 108
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 93.00
Tekanan: 19.00 Sudut: 108
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 19.00 Sudut: 27
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 10
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 16.00 Sudut Akhir: 110.00
AT+CIFSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIFSEND=129
GET /rekanmedis/insertdatabase2.php?user=1&status=Baik HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close

AT+CIFCLOSE
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 0
Tekanan
 Autoscroll  Show timestamp
```

**Gambar 4.18 Status sendi baik**

Pada status sendi “baik”, didapat adanya tekanan (tekanan didapat 16) dari sensor MPX dan adanya perubahan sudut (sudut didapat 110) dari sensor *flex* dengan catatan, dapat digerakkan melawan gravitasi dan diberikan tahanan yang lemah pada sendi.

e. Saat status sendi cukup

```

COM6
Tekanan: 23.00 Sudut: 80
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 74
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 50.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 80
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 74.00
Tekanan: 23.00 Sudut: 80
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 22.00 Sudut: 80
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 25.00 Sudut: 40
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 20
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 25.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 27.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
Tekanan: 26.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 12.00 Sudut Akhir: 80.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=130
GET /rekamedis/insertdatabase2.php?user=1&status=Cukup HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close
 Autoscroll  Show timestamp

```

**Gambar 4.19 Status sendi cukup**

Pada status sendi “cukup”, didapat adanya tekanan (tekanan didapat 12) dari sensor MPX dan adanya perubahan sudut (sudut didapat 80) dari sensor *flex* dengan catatan dapat digerakkan melawan gravitasi .

f. Saat status sendi lemah

```

COM6
Tekanan: 17.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 20.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 17.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 14.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 17.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 14.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 20
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 0.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 76
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 20.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 86
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 76.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 91
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 86.00
Tekanan: 13.00 Sudut: 46
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
Tekanan: 19.00 Sudut: 0
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 2
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 1
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 2
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
Tekanan: 18.00 Sudut: 2
Tekanan Akhir: 13.00 Sudut Akhir: 91.00
AT+CIPSTART="TCP","anachronous-miner.000webhostapp.com",80
AT+CIPSEND=130
GET /rekamedis/insertdatabase2.php?user=1&status=Lemah HTTP/1.1
Host: anachronous-miner.000webhostapp.com
Connection: close
 Autoscroll  Show timestamp

```

**Gambar 4.20 Status sendi lemah**

Pada status sendi “lemah”, didapat adanya tekanan (tekanan didapat 13) dari sensor MPX dan adanya perubahan sudut (sudut didapat 91) dari sensor *flex* dengan catatan tidak dapat digerakkan melawan gravitasi.

Data Pasien	
Status sendi	Waktu
Lemah	2019-06-26 12:52:21
Cukup	2019-06-26 12:50:43
Baik	2019-06-26 12:48:31
Normal	2019-06-26 12:47:21
Sangat lemah	2019-06-26 12:35:31
Tidak ada kekuatan	2019-06-26 12:34:47
Sangat lemah	2019-06-26 12:32:48
	2019-06-26 12:31:56
Normal	2019-06-26 12:30:27
Normal	2019-06-26 12:23:29
Lemah	2019-06-26 12:21:02
Cukup	2019-06-26 12:19:14
Baik	2019-06-26 12:13:49
Normal	2019-06-26 12:12:42
Cukup	2019-06-25 08:59:05
Baik	2019-06-25 08:54:42
Cukup	2019-06-25 08:53:38
Cukup	2019-06-25 08:52:47
Cukup	2019-06-25 08:48:03
Cukup	2019-06-25 08:43:40

**Gambar 4.21** Data yang ditampilkan pada aplikasi *Mobile*

Setelah nilai dari sensor didapat, maka mikrokontroler mengirimkan data tersebut ke *webserver* dan menyimpannya pada *database*. Data yang diterima itu akan dikirimkan ke aplikasi *mobile*. Namun *user* harus login dahulu ke aplikasi. Setelah login, *user* dapat melihat perkembangan status sendi dari waktu ke waktu saat menggunakan sistem ini.

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan baik pengujian dan analisa terhadap sistem, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem mampu mengukur luas lingkup gerak pada sendi siku tangan atau sendi lutut kaki pada pasien untuk pengambilan data ROM (*Range Of Motion*) dengan menggunakan sensor MPX dan sensor flex, dengan tingkat kesuksesan sensor flex mencapai 70% yang disebabkan adanya beberapa hal yang membuat proses pembacaan oleh sensor mengalami kesalahan walaupun nilai selisih sangat kecil.
2. Sistem mampu mendeteksi kontraksi dari otot dengan menggunakan sensor MPX yang membaca perubahan nilai tekanan dibawah nilai 20kPa
3. Sistem mampu menampilkan perkembangan penyembuhan kelumpuhan pasien pada aplikasi *mobile*.
4. Sistem dapat memberikan rekam perkembangan dari terapi pasien saat menggunakan sistem ini dan menampilkan waktu pengambilan data terakhirnya.

#### 5.2 Saran

Mengingat masih ada kekurangan dalam penelitian ini, maka untuk penelitian selanjutnya, ada beberapa saran agar penelitian selanjutnya dapat mendapatkan hasil yang lebih baik, yaitu :

1. Menggunakan sensor yang lebih bagus untuk mendeteksi dan menghitung sudut yang didapat secara lebih akurat
2. Agar menggunakan metode yang lebih efektif supaya dapat menghasilkan status MMT (*Manual Muscle Testing*) yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementrian Kesehatan RI, 2013, *Riset Kesehatan Dasar (Rikesdar) 2013*, Indonesia.
- [2] Juwono T, 1995, *Pemeriksaan Klinik Neurologik Dalam Prakter*, EGC, Jakarta.
- [3] Trisnowiyanto, Bambang, 2012, *Instrumen Pemeriksaan Fisioterapi dan Penelitian Kesehatan*, Nuha Medika.
- [4] Sejati Rr. Hajar Puji, 2015, *Perancangan Model Alat Bantu Terapi Stroke Non Farmakologis Dengan Gangguan Penurunan Kekuatan Otot*, Universitas PGRI, Yogyakarta.
- [5] Cynthia C, & Joice D, 2003, *Measurement of Joint Motion : A Guide to Goniometry 3<sup>rd</sup> Edition*. F.A Davis Company.
- [6] Nikita A, & Richer P, 2008, *Quick Reference Evidence Based Muscle Manual*, Professional Health System.
- [7] Sparkfun, 2014, *Flex Sensors Data Sheet*.
- [8] Freescale, 2012, *MPX Pressure Sensors Data Sheet*.
- [9] Samsugi, A, & Ardiansyah, 2015, *Internet of Things (IoT): Sistem Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino dan Modul wifi ESP8266*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- [10] Espressif Systems, 2013, *ESP8266 Data Sheet*.
- [11] Susnea I, M. Mitescu. 2005. *Microcontrollers in Practice*. Springer. NewYork.
- [12] Data sheet Arduino, URL : <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>
- [13] Y. Supardi, *Semua Bisa Menjadi Programmer Android Basic*. Jakarta: Elex

Media Komputindo, 2011.

[14] T. Ramadhan dan V. G. Utomo, *Rancang Bangun Aplikasi Mobile Untuk Notifikasi Jadwal Kuliah Berbasis Android*, 2014.

[15] Nurmiati, Evy. 2012. Analisis dan perancangan web server pada handphone. *Jurnal Sistem Informasi*. Vol. 5(2):2.



## LAMPIRAN

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
SoftwareSerial Ser(2,3); // RX, TX//===== Upload sensor  
values to ThingSpeak server with Arduino MEGA and ESP8266 module
```

```
String stat="";
```

```
String id_pasien="1";
```

```
uint32_t stateTime;
```

```
String ssid="FTI Dekan"; // Wifi network SSID
```

```
String password ="g01211l4z"; // Wifi network password
```

```
boolean DEBUG=true;
```

```
#define sensortekanan A0
```

```
#define flexsensor A5
```

```
#define swtangan 13
```

```
#define swkaki 12
```

```
#define option1 11
```

```
#define option2 10
```

```
#define option3 9
```

```
#define option4 8
```

```
int sudut,opt,pompa;
```

```

int sensorValue=0,sensorMax=1023,sensorOffset=52;

float
voltage=0,kpa=0,kpax=20,sudutx,flex=0,voltageMax=5.0,kpaRangeTopVoltage=4.5
;

String data;

void showResponse(int waitTime){

    long t=millis();

    char c;

    while (t+waitTime>millis()){

        if (Ser.available()){

            c=Ser.read();

            if (DEBUG) Serial.print(c);

        }

    }

}

//=====
=====

void dataWrite(){

    if(kpax<18)

    {

        if(sudutx>30)

        {

            if(opt==1) stat="Normal";

            else if(opt==2)stat="Baik";

        }

    }

}

```

```

    else if(opt==3) stat="Cukup";
    else if(opt==4) stat="Lemah";
}
else
{
    stat="Sangat%20lemah";
}
}
else
{
    stat="Tidak%20ada%20kekuatan";
}
kpax=20;
sudutx=0;

if (millis() - stateTime >= 10000) {

String cmd = "AT+CIPSTART=\\"TCP\\,\\"";           // TCP connection
cmd += "anachronous-miner.000webhostapp.com";      //
api.thingspeak.com
cmd += "\",80";
Ser.println(cmd);
if (DEBUG) Serial.println(cmd);
if(Ser.find("Error")){
    if (DEBUG) Serial.println("AT+CIPSTART error");
    return false;
}

```

```
}

String getStr = "GET /rekammedis/insertdatabase2.php?"; // prepare GET string
getStr += "user=";
getStr += id_pasien;
getStr += "&status=";
getStr += stat;
getStr += " HTTP/1.1\r\n";
getStr += "Host: anachronous-miner.000webhostapp.com\r\n";
getStr += "Connection: close\r\n\r\n";

// send data length
cmd = "AT+CIPSEND=";
cmd += String(getStr.length());
Ser.println(cmd);
Serial.println(cmd);

if(Ser.find(">")){
    Ser.print(getStr);
    Serial.println(getStr);
}

delay(5000);

Ser.println("AT+CIPCLOSE");
Serial.println("AT+CIPCLOSE");

stateTime = millis();

}
```

```
}

void setup() {
  Serial.begin(9600); //configurasi serial utama
  Ser.begin(9600);
  pinMode(A2,OUTPUT);
  digitalWrite(A2,HIGH);
  pinMode(swtangan,INPUT_PULLUP);
  pinMode(swkaki,INPUT_PULLUP);
  pinMode(option1,INPUT_PULLUP);
  pinMode(option2,INPUT_PULLUP);
  pinMode(option3,INPUT_PULLUP);
  pinMode(option4,INPUT_PULLUP);

  Ser.println("AT+RST"); // reset esp8266
  showResponse(5000);

  //Ser.println("AT+CWMODE=1"); // set esp8266 as client
  //showResponse(5000);

  //Ser.println("AT+CWJAP=\""+ssid+"\", \""+password+"\""); // set your home
  router SSID and password
  //showResponse(10000);

  if (DEBUG) Serial.println("Setup completed");
}
```

```
void loop() {  
  getTekanan();  
  getSudut();  
  Serial.print("Tekanan: ");  
  Serial.print(kpa);  
  Serial.print(" Sudut: ");  
  Serial.print(sudut);  
  Serial.println(" ");  
  Serial.print("Tekanan Akhir: ");  
  Serial.print(kpax);  
  Serial.print(" Sudut Akhir: ");  
  Serial.print(sudutx);  
  Serial.println(" ");  
  
  if(digitalRead(option1)==LOW)  
  {  
    if(opt==1)  
    {  
      dataWrite();  
      opt=0;  
    }  
    else  
    {  
      pompa=1;  
      opt=1;  
    }  
  }  
}
```

```
    }  
  }  
  else if(digitalRead(option2)==LOW)  
  {  
    if(opt==2)  
    {  
      dataWrite();  
      opt=0;  
    }  
    else  
    {  
      pompa=1;  
      opt=2;  
    }  
  }  
  else if(digitalRead(option3)==LOW)  
  {  
    if(opt==3)  
    {  
      dataWrite();  
      opt=0;  
    }  
    else  
    {  
      pompa=1;  
      opt=3;  
    }  
  }  
}
```

```
    }  
  }  
  else if(digitalRead(option4)==LOW)  
  {  
    if(opt==4)  
    {  
      dataWrite();  
      opt=0;  
    }  
    else  
    {  
      pompa=1;  
      opt=4;  
    }  
  }  
}
```

```
if(pompa==1)  
{  
  if(kpa<21)  
  {  
    digitalWrite(A2,HIGH);  
    pompa=0;  
  }  
  else  
  {
```



```
digitalWrite(A2,LOW);  
}  
}  
  
if(opt>0)  
{  
  if(kpa<kpax)kpax=kpa;  
  if(sudut>sudutx)sudutx=sudut;  
}  
  
delay(500);  
}  
  
void getTekanan()  
{  
  kpa=analogRead(sensortekanan);  
  return 1023 - kpa;  
}  
  
void getSudut()  
{  
  flex=analogRead(flexsensor);
```

```
if(flex<780)flex=780;
```

```
sudut=flex-780;
```

```
sudut=sudut/1.1;
```

```
}
```