

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Pada sebagian penelitian terdahulu yang sudah ditelaah, didapatkan beberapa penelitian yang memiliki korelasi dengan topik penelitian yang akan dilakukan. diantaranya adalah sebagai berikut:

Penelitian yang dilaksanakan oleh (Eva Agustina et al., 2021) membahas mengenai : *Stroke* merupakan penyakit degeneratif yang merusak jaringan dan organ tubuh. jumlah fenomena *stroke* di provinsi Lampung sebesar 37,04%. Aplikasi ini mengarah untuk meningkatkan kekuatan otot pada pasien *stroke non hemoragik* menggunakan intervensi latihan kekuatan genggam. Perangkat akuisisi data menggunakan tabel pengamatan kekuatan otot. Sebagai hasil dari aplikasi, kekuatan otot tangan kanan Subjek I sebelum aplikasi adalah 2222, dan kekuatan tangan kiri adalah 5555. Kekuatan otot Setelah memakai pegangan silinder pada hari ke-3 Tangan kanan 3333, tangan kiri 5555 Subjek II Rentang aplikasi kekuatan otot pegangan silinder (jaringan pegangan) Nilai kekuatan otot sebelumnya Tangan kanan 1111 Tangan kiri 5555 Hari 3 Aplikasi kekuatan otot tangan meningkat. Kekuatan tangan kanan 2222 Tangan kiri 5555.

Penelitian yang dilakukan oleh (Siska Mardiana & Wijayanti, 2021) membahas mengenai : *Stroke non hemoragik* dibatasi oleh gangguan kognitif yang disertai dengan penurunan fungsi pengidapnya. Terbentuknya peningkatan tekanan intrakranial pada pasien akibat berkurangnya aliran darah ke otak, yang dapat mengakibatkan iskemia serebral. Gangguan pemahaman tersebut disebabkan pasokan oksigen ke otak seketika berkurang, lambat laun menyebabkan hipoksia

pada jaringan tubuh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efektivitas ROM grip silinder dalam meningkatkan kekuatan otot tangan pada pasien *stroke non hemoragik* di RSUD RAA Soewondo Pat. Macam penelitian yang digunakan menggunakan metode penelitian percobaan semu dengan pendekatan PrePostTest. Jumlah gambar adalah 17 pasien pada kelompok intervensi dan 17 pasien pada kelompok kontrol, dipilih secara sequential sampling. Uji analisis menggunakan uji Wilcoxon. Hasil penelitian menunjukkan 12 responden 7 (70,6%) memiliki kekuatan otot tangan yang sangat baik sebelum ROM silinder grip dan 16 responden memiliki kekuatan otot tangan yang sangat baik setelah ROM silinder grip. (94,1%). Hasil penelitian menunjukkan 13 responden (76,5%) memiliki kekuatan otot tangan yang sangat baik sebelum penambahan abduksi dan 13 responden (76,5%) memiliki kekuatan otot tangan yang baik setelah penambahan abduksi. Dalam penelitian ini, dari 15 responden (88,2%), hasil menunjukkan bahwa kelompok intervensi memiliki nilai p value sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sementara kelompok kontrol memiliki nilai p value sebesar 0,045 ($p < 0,05$). Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian ROM cylindrical grip lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan otot tangan pada pasien stroke Non Hemoragik dibandingkan dengan menggunakan abduksi-adduksi, karena nilai p value kelompok intervensi lebih rendah dibandingkan dengan kelompok kontrol. Penelitian yang dilakukan oleh (Arifin et al., 2019) membahas mengenai : Sensor fleksibel digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi perubahan gerakan jari, tetapi nilai perubahan sensor tidak selalu berbanding lurus dengan perubahan gerakan jari. Transduser fleksibel ditempatkan dari daerah metakarpal ke phalanx distal. Sensor IMU ditempatkan di daerah phalanx proksimal dan distal untuk mendeteksi sudut

yang dibentuk oleh gerakan jari. Informasi ini digunakan sebagai referensi untuk melihat bagaimana resistansi sensor fleksi merespons pada sudut yang sama ketika jari melakukan gerakan fleksi. Eksperimen uji lentur sensor menghasilkan pola respons yang sama untuk semua ekstensi dan pegangan jari, tetapi perbedaan resistansi berulang memberikan ΔR rata-rata 0,12%. Dengan mengamati, kita dapat mengetahui respon resistansi dari setiap sensor fleksibel jari pada setiap sudut lentur. Mengamati sensor dan menekuk membuat deteksi gerakan jari lebih akurat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Guo et al., 2019) membahas mengenai : Postur leher yang buruk sering kali menyebabkan nyeri leher, yang dapat berdampak serius pada kesehatan orang seiring waktu. Makalah ini mengusulkan sistem pemantauan postur leher seluler dengan sensor fleksibel, dua sensor fleksibel menempel di leher, soc BLE-chip akan memproses semua data dan mengirimkannya ke PC atau ponsel. Saat pengguna memiliki postur leher yang buruk, sistem secara otomatis memperingatkan pengguna untuk meningkatkan kesehatan leher. Untuk menyederhanakan percobaan, postur tubuh yang buruk 8 didefinisikan sebagai kelengkungan tengkorak lebih dari 30. Hasil percobaan menunjukkan bahwa hasil sistem klasifikasi mencapai akurasi 100%. Membandingkan sistem berbasis dengan sensor MEMS termasuk akselerometer, sistem yang diusulkan menghindari hasil kelengkungan tengkorak yang salah akibat ketidaksejajaran tubuh manusia dengan garis gravitasi. Studi ini memberikan bukti yang cukup kuat untuk penyelidikan lebih lanjut.

Penelitian yang dilakukan oleh (Yang et al., 2019) membahas mengenai : Latihan sitto-stand (STS) ialah kegiatan harian yang berarti, serta banyak pengidap pasca *stroke* hadapi kesusahan melaksanakan gerakan STS. Riset lebih dahulu

menciptakan kalau terdapat 4 sinergi otot(aktivasi otot yang disinkronkan) dalam gerakan STS orang berusia yang sehat. Tetapi, buat pengidap pasca *stroke*, tidak jelas apakah sinergi otot berganti serta fitur mana yang paling utama mencerminkan kendala motorik. Di mari, kami memakai tata cara pendidikan mesin buat menampilkan kalau fitur temporal dalam 2 sinergi otot yang berkontribusi pada gerakan naik pinggul serta pemeliharaan penyeimbang mencerminkan kendala motorik pengidap pasca *stroke*. Menganalisis sinergi otot orang tua sehat yang cocok dengan umur (Sebuah= 12) serta pengidap pasca *stroke* (Sebuah= 33), kami menciptakan kalau 4 sinergi otot yang sama bisa menarangkan kegiatan otot pengidap pasca *stroke*. Pula, kami bisa membedakan pengidap pasca *stroke* dari orang sehat bersumber pada fitur temporal dari sinergi otot ini. Berikutnya, fitur temporal ini ditemui berkorelasi dengan kendala motorik pengidap pasca *stroke*. Kami merumuskan kalau pengidap pasca *stroke* masih bisa memakai jumlah sinergi otot yang sama dengan orang sehat, namun struktur temporal sinergi otot berganti selaku akibat dari kendala motorik. Ini dapat menuju pada strategi rehabilitasi baru buat pengidap pasca *stroke* yang berfokus pada waktu aktivasi sinergi otot.

2.1.1 Landasan Teori

Pada bab ini menjelaskan tentang landasan teori apasaja yang menunjang dalam penelitian yang dapat digunakan sebagai penyelesaian permasalahan pada penelitian yang dibahas.

2.1.2 Penyakit Stroke

Stroke merupakan kejadian tiba-tiba di mana aliran darah ke otak terganggu akibat penyumbatan atau pecahnya pembuluh darah di otak. Hal ini menyebabkan

sel-sel otak mengalami kekurangan darah, oksigen, atau nutrisi dalam waktu yang singkat, yang dapat mengakibatkan disfungsi otak sebagian atau keseluruhan (Wijayanti & Fadlil, 2014). Gaya Hidup yang dimaksud mencakup perubahan dalam pola makan, seperti beralih dari makanan tradisional menu keluarga ke makanan cepat saji yang berlemak dan menggugah selera. Selain itu, terdapat perubahan dalam pola hidup yang tadinya normal dan tenang menjadi lebih terburu-buru, dengan kebiasaan tidak sarapan atau bahkan tidak makan siang, kurang waktu untuk bersosialisasi, dan kurangnya waktu untuk berolahraga.

2.1.3 Gejala – Gejala Penyakit Stroke

Gejala *stroke* dibagi menjadi tiga jenis: *stroke* sementara, *stroke* ringan atau berat, ada lima tanda utama:

1. Tiba-tiba pusing atau sakit kepala tanpa alasan.
2. Hilangnya keseimbangan, keselarasan, dan kontrol tubuh.
3. Kehilangan penglihatan pada satu atau kedua mata.
4. Kehilangan kesadaran dan bicara menjadi tidak jelas.
5. Kelemahan dan kelumpuhan pada wajah, lengan, tangan, terutama salah satu bagian tubuh.

2.1.4 Jenis - Jenis Stroke

Ada dua jenis *stroke*, jenis pertama *stroke hemoragik*, yang terjadi akibat pecahnya pembuluh darah di otak yang terletak dalam *meningen* atau di dalam otak dan di luar *meningen* atau ruang *subarachnoid*. Kedua jenis *stroke non-hemoragik* ini terjadi ketika *stenosis* atau penyumbatan menyebabkan *iskemia* pada pembuluh

darah di otak. *Stroke hemoragik* lebih serius daripada *stroke non hemoragik* karena otak mengalami pendarahan dan karena kekurangan oksigen atau peningkatan tekanan intrakranial, perdarahan metabolik di otak, menyebabkan kematian sel dan kerusakan permanen dalam jangka waktu 3 sampai 10 menit, otak menjadi tidak aktif sama sekali.(Pinzon et al., 2018) .

2.1.5 Penyebab Stroke

stroke dapat dipicu oleh faktor risiko penting lainnya seperti penyakit jantung, penyakit saraf, diabetes, hipertensi, kadar tingginya kadar kolesterol, obesitas dan umur yang relatif tua yang menyebabkan pergerakan jamur, sensasi, saraf kranial dan lain-lain. fungsi kognitif melemah. Selain itu, pola hidup yang sangat tidak sehat seperti merokok, alkohol, dan mengonsumsi makanan yang tinggi kolesterol juga meningkatkan resiko terkena penyakit *stroke*. Wanita lebih memungkinkan mengalami *stroke* dibandingkan pria karena perbedaan dari faktor risiko *vaskular* dan sub tipe *stroke* (Pinzon et al., 2018).

2.1.6 Kekuatan Otot

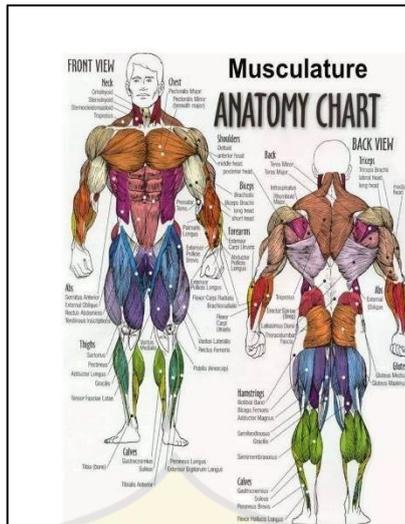
Dengan mengandalkan kekuatan otot jari yang ditingkatkan melalui olahraga rentang gerak pada pegangan silinder. Dalam genggam silinder, jari-jari ditekuk bersamaan ibu jari di atas jari telunjuk tengah. Ini juga dapat mengimplikasikan sebuah fungsi, terutama fungsi dari fleksor digital. Otot fleksor inferior dan otot interoseus membantu ketika dibutuhkan lebih banyak tenaga(Liza et al., 2022)

Ekstremitas adalah bagian tubuh yang penting untuk rentang gerak. Hal ini dikarenakan fungsi anggota tubuh sangat penting dan paling aktif saat melakukan aktivitas sehari-hari, sehingga lesi otak yang menyebabkan kelemahan pada

anggota tubuh dapat sangat menghambat dan mengganggu keterampilan dan aktivitas seseorang. Kelemahan otot atau kelumpuhan anggota badan pada pengidap *stroke* dapat diatasi dengan intrusi non obat. Intrusi harus dimulai sejak dini, cepat dan tepat untuk mendorong pemulihan fisik yang lebih cepat dan optimal. Suatu bentuk intrusi untuk mengembalikan kekuatan otot. Range of motion adalah jenis latihan yang dirancang untuk menjaga atau meningkatkan kemampuan menggerakkan sendi secara normal dan cukup untuk meningkatkan massa otot dan tonus otot. Pelatihan fungsi genggaman dapat merangsang gerakan tangan. Pelatihan dibagi menjadi tiga tahap yaitu membuka tangan, menutup jari untuk menggenggam benda, dan mengkoordinasikan kekuatan genggaman (Eva Agustina et al., 2021)

Dengan melakukan latihan ROM aktif silinder grip dapat membantu pasien mengembangkan metode untuk mengkompensasi kelumpuhan otot yang masih ada fungsi normal, dan juga dapat mendorong memelihara, membentuk keberadaan kekuatan, dan mengontrol bekas luka yang dipengaruhi otot dan membantu menjaga ROM mempengaruhi ekstremitas dalam pencegahan terjadinya pemendekan otot (kontraktur) (Siska Mardiana & Wijayanti, 2021)

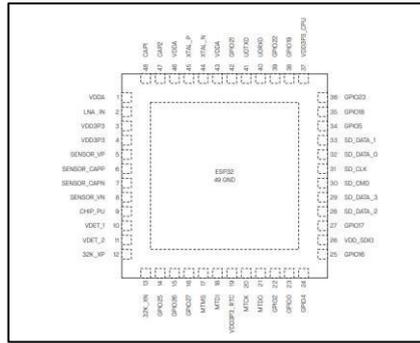
Stroke menyebabkan lesi pada sistem saraf pusat yang pada dasarnya dapat mempengaruhi pengontrol pusat, menyebabkan koordinasi otot yang tidak normal. Koordinasi otot yang tidak normal secara langsung akan mengakibatkan gangguan keluaran biomekanik (Yang et al., 2019) Gambar jenis-jenis otot dapat dilihat pada gambar **2.1**



Gambar 2.1 Jenis Jenis Otot (Yang et al., 2019)

2.1.7 ESP 32

SP32-DevKitC adalah *board* pengembangan dengan modul ESPWROOM-32 bersama dengan serangkaian *periferal* yang kaya untuk kinerja yang optimal. Dengan WiFi 2.4 GHz dan Bluetooth v4.2 *hybrid board* yang juga dapat memberikan solusi komunikasi nirkabel. Ini adalah *board* solusi dengan penggunaan daya ultra rendah dengan antarmuka periferil canggih seperti 10 sensor sentuh, sensor suhu, motor PWM, sensor antarmuka, antarmuka MAC Ethernet, pre-amplifier analog kebisingan ultra rendah, dan sebagainya. Keunggulan ini memungkinkan *board* yang cocok untuk berbagai aplikasi IoT, termasuk perangkat yang dapat dikenakan, jaringan, dan tampilan kamera(Mosterman et al., 2014) berikut ini merupakan konfigurasi pin outnya dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Pin Layout ESP32 (*Espressif Systems, 2024*)

2.1.8 IOT (Internet of Things)

IoT adalah sebuah konsep di mana beberapa objek dapat mengirim data melalui koneksi WiFi, menghapus kebutuhan interaksi manusia-ke-manusia atau manusia-ke-mesin. Istilah IoT termasuk dalam metode komunikasi, dan IoT juga dapat mencakup teknologi sensor lainnya, teknologi nirkabel, dan sebagainya. *Internet of Things* yang sama ini adalah internet yang relatif sederhana yang digambarkan sebagai menghubungkan semua objek fisik dalam rutinitas biasa ke koneksi internet. (Mosterman et al., 2014)

2.1.9 Sensor Flex

Sensor merupakan perangkat transduser yang mengubah berbagai bentuk energi seperti mekanis, magnetis, panas, sinar, dan kimia menjadi sinyal listrik (Almanda et al., 2018)

Sensor fleksibel sebagai contoh, berfungsi untuk mendeteksi kelengkungan atau pembengkokan jari-jari tangan dan bekerja berdasarkan prinsip potensiometer. Dalam konteks penggunaannya dengan mikrokontroler seperti ESP32, sensor fleksibel menghasilkan data dalam bentuk tegangan yang diinterpretasikan oleh ESP32 melalui konversi ADC. Sensor fleksibel memiliki aplikasi yang luas,

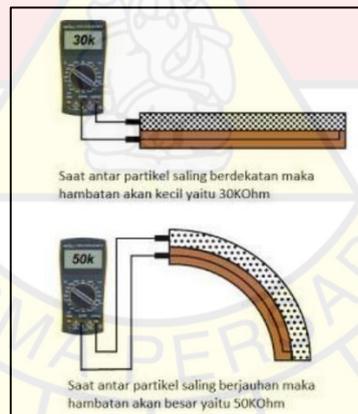
termasuk pada pembaca digital yang terintegrasi dengan tangan, sering digunakan dalam kontrol robot dan pembaca gerakan tangan-jari. (Nainggolan et al., 2015)

Gambar Sensor Flex Dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 *Sensor Flex* (Yudhana & Purnama, 2019)

Adapun prinsip kerja dari sensor flex dapat dilihat seperti yang dijelaskan pada gambar 2.4

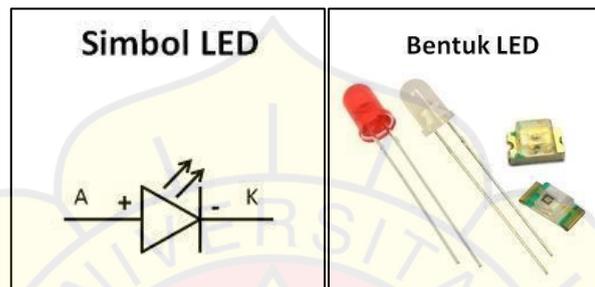


Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sensor Flex (Muslimin et al., 2014)

Prosedur kerja dasar pada sensor fleksibel adalah saat sensor fleksibel dalam keadaan tidak terikat (lurus), partikel di dalam sensor padat, sehingga resistansinya kecil, sekitar $30\text{K}\Omega$. Di sisi lain, ketika sensor menekuk, partikel-partikel dalam sensor bergerak lebih jauh dan resistansi meningkat menjadi $60\text{ k}\Omega$ (Arifin et al., 2019)

2.1.10 Lampu Led

LED merupakan bagian dari keluarga dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor. Prinsip kerjanya mirip dengan dioda konvensional, memiliki dua terminal yaitu Anoda (positif) dan Katoda (negatif). LED hanya akan menghasilkan cahaya jika diberi tegangan maju (bias forward) dari Anoda ke Katoda. Contoh bentuk dan simbol dari lampu LED dapat dilihat pada Gambar 2.5 (Dickson, 2021)

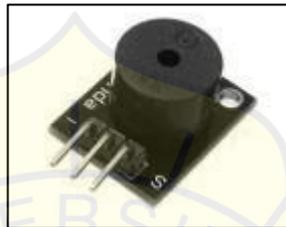


Gambar 2.5 Simbol Led Dan Bentuk Led (Dickson, 2021)

LED dibuat dari sebuah chip semikonduktor yang telah diolah untuk membentuk *junction* P dan N (*PN junction*). Proses ini dimungkinkan melalui doping, di mana bahan semikonduktor seperti Silikon (Si) diberi ketidakmurnian untuk menciptakan sifat kelistrikan yang diinginkan. Saat LED dialiri tegangan maju atau bias forward dari Anoda (P) ke Katoda (K), elektron berlebih dari material N-Type bergerak ke area dengan lubang berlebih (*Hole*) dalam material P-Type. Ketika elektron bertemu dengan lubang, mereka melepaskan foton yang menyebabkan emisi cahaya monokromatik (satu warna). LED hadir dalam dua bentuk fisik, yaitu LED tipe radial dan LED tipe SMD. (*surface mounted diode*)(Dickson, 2021)

2.1.11 Buzzer

Buzzer adalah salah satu komponen elektronika dalam kategori transduser, yang berfungsi dengan mengubah sinyal listrik menjadi gelombang suara. Buzzer sering digunakan sebagai alarm atau indikator dalam proyek penelitian untuk menunjukkan kondisi tertentu (Devira Ramady et al., 2020). Gambar dari buzzer dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Modul Buzzer (Devira Ramady et al., 2020)

2.1.12 Sistem Arsitektur

Sistem Arsitektur mencangkup struktur pada jari.

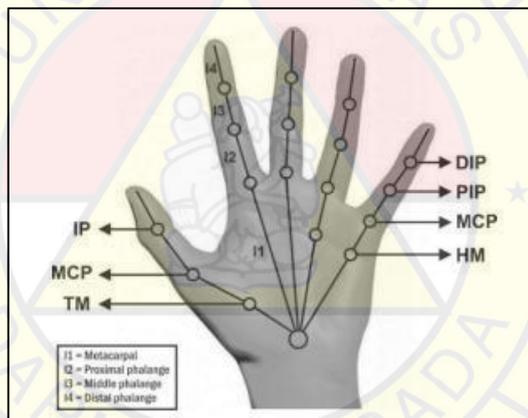
2.1.12.1 Struktur Pada Jari

Dalam anatomi tubuh manusia, tangan manusia mempunyai tingkat derajat kebebasan lebih dari tangan manusia lainnya. Model tulang tangan normal memiliki 23 derajat kebebasan dibagi menjadi lima jari. Ibu jari mempunyai lima derajat kebebasan, dua di sendi trapeziometetacarpal (TM), dua di sendi metacarpophalangeal (MCP), dan satu di sendi 15 interphalangeal (IP). Empat jari lainnya memiliki empat derajat kebebasan yang sama. Sendi metacarpophalangeal (MCP) mempunyai dua derajat kebebasan untuk sendi interphalangeal proksimal dan distal. Setiap sambungan dihubungkan oleh bingkai, dan setiap jari memiliki panjang yang berbeda. Di telapak tangan, metacarpophalangeal (MCP) bergabung

dengan metacarpal dan kemudian oleh proksimal phalanx ke proximal interphalangeal (PIP). Ini menghubungkan dari interdigital proksimal ke interdigital distal melalui phalanx tengah, dan kemudian berlanjut di phalanx distal ke ujung jari. setiap sendi. Ada dua mode gerakan jari, abduksi dan adduksi dan fleksi dan ekstensi (Arifin et al., 2019) Gerakan flexion-extension menggambarkan gerakan yang dekat melibatkan semua sendi. Perserupaan dalam membatasi suatu pergerakan jari secara flexion-extension beralaskan posisi ada pada persamaan.

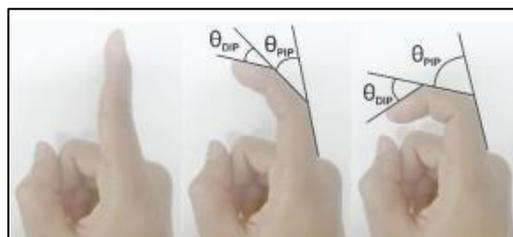
$$\theta_{DIP} = \theta_{PIP} \dots \dots \dots (2.1)$$

Pada gambar 2.7 adalah Struktur Sendi Penyusun Pada Jari



Gambar 2.7 Struktur Sendi Penyusun Pada Jari (Arifin et al., 2019)

Contoh gambar Sudut Perubahan DIP PIP dan MCP dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Sudut Perubahan DIP PIP dan MCP (Arifin et al., 2019)

Transformasi pergerakan dipengaruhi oleh perubahan yang tergambar dalam ilustrasi pada Gambar 2. Perubahan ini dipengaruhi oleh sendi penghubung yang telah ada sebelumnya. Persamaan untuk mendapatkan ini dapat ditemukan dalam persamaan. (6).

$$\theta_{PIP} = \frac{\theta_{MCP}}{2} \dots \dots \dots (2.2)$$

Berbeda tidak seperti model ibu jari yang hanya memiliki dua sendi, rumus untuk menghitung pergerakan ibu jari terdapat dalam persamaan tersebut. (19). (Arifin et al., 2019)

$$\theta_{IP} = \frac{\theta_{MCP}}{3} \dots \dots \dots (2.3)$$

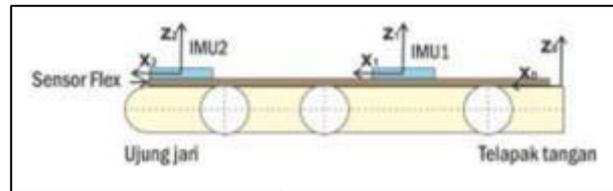
Untuk memudahkan pengumpulan data dari setiap orang, sarung tangan ini memiliki desain sensor yang fleksibel. Sensor tikungan merespons dalam bentuk perubahan resistansi, yang dapat bervariasi tergantung pada kondisi tekukan. Sensor flex yang digunakan adalah produk Spectra Symbol berukuran 4,5 inci dengan rentang pengukuran resistansi 60K ohm hingga 110K ohm. Sensor fleksibel sebesar ini mampu membaca pergerakan sendi jari dan strukturnya untuk rotasi distal telapak tangan. Untuk membaca bagaimana pergerakan setiap jari berubah, sensor flex ditempatkan di setiap jari (Arifin et al., 2019)

2.1.13 Multi Sensor IMU

Untuk mendeteksi perubahan gerakan jari dapat menggunakan sensor Inertial Measurement Unit (IMU). Sensor IMU yang digunakan adalah sensor MPU6050 dengan akselerometer 3 sumbu dan giroskop 3 sumbu. Untuk mendapatkan sudut yang presisi, perubahan pitch objek dilakukan dengan kombinasi akselerometer dan giroskop, yang saling mengimbangi sehingga dapat

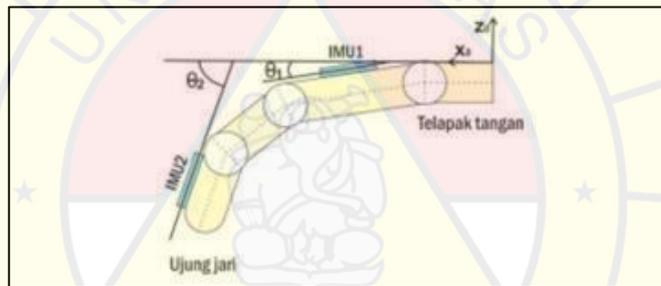
menghasilkan nilai roll, pitch, dan roll. Nilai pitch dari sensor IMU digunakan untuk menentukan perubahan gerakan jari (Arifin et al., 2019)

Pada gambar 2.9 merupakan Perancangan Sensor IMU Pada Jari.



Gambar 2.9 Perancangan Sensor IMU Pada Jari (Arifin et al., 2019)

Pada gambar 2.10 ini merupakan Sudut Lengkung Pada Sensor IMU



Gambar 2.10 Sudut Lekuk Pada Sensor IMU (Arifin et al., 2019)

Sensor IMU ditempatkan sejajar di atas sensor fleksi pada dua regio yaitu regio turner proksimal dan regio phalanx distal seperti pada Gambar 5. Frame koordinat dibentuk oleh sensor IMU1 $[x_1, y_1, z_1]$ dan IMU2 sensor $[x_2, y_2, z_2]$ terkait dengan sistem koordinat asli $[x_0, y_0, z_0]$. Sistem gerak umum yang bergerak sejajar dengan sumbu y di setiap jari, sehingga hanya panjang tangan yang berubah dengan perubahan dalam koordinat asli.

Dengan menempatkan 2 buah sensor IMU, maka dihasilkan dan ditampilkan suatu nilai hasil gerakan jari pada Gambar 6 yang selanjutnya dapat ditentukan

nilainya dengan menggunakan persamaan (1) dan (2). Namun, karena pergerakan setiap orang berbeda pada kondisi lentur, maka nilainya dapat dilihat berdasarkan nilai persamaan (4).

$$\theta_2 = \theta_{DIP} + \theta_{PIP} + \theta_{MCP} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan mentransformasikan persamaan (1) pada persamaan (4), maka didapatkan nilai pada persamaan (6) dan nilai pada persamaan (7).

$$\theta_2 = \theta_{DIP} + \theta_{DIP} + \theta_{MCP} \dots\dots\dots (2.5)$$

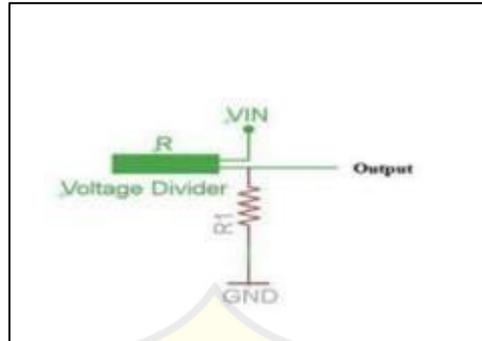
$$\theta_{DIP} = \theta_2 - \theta_1 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$\theta_{PIP} = \theta_1 \dots\dots\dots (2.7)$$

2.1.14 Rangkaian Sensor Flex

Sensor flex, juga dikenal sebagai sensor fleksibel, membaca resistansi dan kelengkungan sensor. Keluaran dari sensor berupa tegangan analog yang dapat dihubungkan langsung dan dibaca oleh mikron dengan menggunakan fungsi ADC. Rangkaian dasar sensor flex dapat dilihat pada gambar 2.8. Flex Sensor ialah sebuah sensor fleksibel yang mempunyai diameter 4,5 inch. Hambatan sensor fleksibel berubah ketika lapisan pada logam berada pada luar tekukan [(Yudhana & Purnama, 2019) Spesifikasi pada sensor flex : 1. Suhu : -35o C sampai +80o C. 2. Hambatan datar : 10 KOhm. 3. Toleransi pada hambatan : ±30% . 4. Jangkauan hambatan tekukan : 60K Ohm. 5. Nilai daya : 0,5 Watt dst. 1 Watt sampai batas maksimal. Dapat disimpulkan bahwa range antara resistansi 10K – 60K dapat diambil level pada tiap lekukan pada flex sensor. Jadi dasarnya setiap lekukan dapat menghasilkan resistensi yang cukup berbeda karna berasal dari prinsip kerja dari

sensor flex itu sendiri, Pada gambar 2.11 berikut ini merupakan Rangkaian Sensor Flex



Gambar 2.11 Rakaian Sensor Flex (Yudhana & Purnama, 2019)

2.1.15 Arduino IDE

Sebuah rangkaian yang dapat digabungkan dengan perangkat lunak lainnya yang digunakan sebagai kompiler untuk memfasilitasi pengembangan mikrokontroler, mulai dari penulisan program sumber, kompilasi, pengunduhan, dan pengujian hasil terjemahan pada terminal serial. (Miry & Aramice, 2020) Pada gambar 2.12 adalah tampilan awal Arduinio IDE

```
1 void setup() {
2   // put your setup code here,
3   // to run once:
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here,
8   // to run repeatedly:
9 }
```

Gambar 2.12 Tampilan Awal Arduinio IDE

(Konstantopoulos & Zhong, 2016)

2.1.16 HTML

HyperText Markup Language (HTML) merupakan sebuah bahasa pengkodean yang dirancang untuk membuat halaman website yang ditampilkan pada web browser. Antarmuka yang dirancang dengan HTML digabungkan dengan aplikasi web menggunakan bahasa pengkodean dan pemrograman yang berfungsi untuk logika dan olah data. Sehingga pengetahuan mengenai HTML adalah hal yang penting dalam pembuatan aplikasi web (M Reza Faisal, 2020).

2.1.17 CSS

CSS merupakan Cascading Style Sheets yang biasanya dipakai dalam memberikan atau mengatur style/tampilan elemen di halaman web yang tertulis dalam bahasa markup atau kode HTML. CSS merupakan bahasa yang menentukan sebuah elemen HTML ditampilkan dalam bentuk, posisi sebuah tag, warna, dan elemen HTML. CSS juga berfungsi untuk mengatur tampilan dalam halaman web juga dalam suatu file. seorang web designer atau developer wajib memiliki pengetahuan CSS (M Reza Faisal, 2020).

2.1.18 JAVASCRIPT

Javascript merupakan suatu bahasa yang pertama kali dikembangkan oleh Netscape Communiton. Javascript adalah bahasa pemrograman seperti halnya C#, Python, dan Visual Basic. Javascript merupakan suatu bahasa pemrograman scripting yang digunakan developer untuk membuat halaman web yang interaktif. Jenis bahasa ini memberikan kemungkinan pada sebuah program akan berisi sebaris kode yang terdiri dari suatu fungsi saja, contohnya pada sub bab Aturan Penulisan. Berbeda dengan pemrograman Java yang memerlukan bagian dalam file program

untuk menambahkan namespace, deklarasi nama kelas, dan informasi lainnya (M Reza Faisal, 2020).

2.2 Kajian Penelitian Terdahu

2.2.1 Paper 1

Rancang Bangun Sistem Pemantau Perkembangan Gerak Otot pada Penderita *Stroke* Berbasis IoT. Husnibes Muchtar, Saeful Bahri, Haris Isyanto, & Andhika Darmawan. (2023).Sinta4

2.2.2 Tujuan Pelitian

Pada penelitian yang dilakukan oleh Husnibes Muchtar, Saeful Bahri, Haris Isyanto, dan Andhika Darmawan (2023) yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Pemantau Perkembangan Gerak Otot pada Penderita *Stroke* Berbasis IoT”, penelitian ini membuat alat Untuk memantau kemajuan pasien pasca *stroke* lebih lanjut, sebuah alat telah dikembangkan untuk melihat perkembangan mereka. Alat ini akan dipresentasikan dan dipantau melalui platform web, menggunakan sensor *fleksibel* dan koneksi IoT melalui ESP32 sebagai sistem kontrolnya. Alat ini terhubung dengan Thingspeak untuk memungkinkan pemantauan secara real-time. Selama kurang lebih lima hari, item penelitian digunakan dengan empat jari dan sesekali diamati. Karena kekuatan ototnya yang bervariasi, gerakan otot jari pasien pasca *stroke* mungkin terlihat meningkat dan menurun selama jangka waktu yang ditentukan untuk mencapai hasil yang diinginkan. Pasien diharuskan melakukan pemantauan semaksimal mungkin secara rutin agar dapat mengetahui hasil pemantauan ekstensif secara tepat waktu, hingga pasien dianggap cukup sembuh.

Perancangan alat dalam penelitian ini berhasil dalam memantau pasien pasca *stroke* melalui gerak otot jari tangan.

2.2.3 Metodologi Yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan metodologi yang sistematis dan terstruktur untuk merancang dan mengembangkan sistem pemantau perkembangan gerak otot pada penderita *stroke* berbasis IoT. Penggunaan SDLC Waterfall dan metodologi lain yang relevan membantu memastikan bahwa sistem yang dikembangkan berkualitas tinggi, fungsional, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2.2.4 Temuan Utama

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pemantau perkembangan gerak otot pada penderita *stroke* berbasis IoT berhasil dirancang dan dikembangkan dengan baik. Berikut adalah temuan utama dari penelitian ini:

- 1. Real-time Monitoring:** Sistem mampu memantau aktivitas gerak otot pada penderita *stroke* secara real-time. Hal ini memungkinkan perawat atau dokter untuk mendapatkan data yang akurat mengenai kondisi pasien secara langsung.
- 2. Wireless Data Transmission:** Data mengenai aktivitas gerak otot dipancarkan secara nirkabel ke platform pemantauan. Ini memungkinkan akses yang mudah terhadap data pasien tanpa memerlukan koneksi fisik, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan informasi.
- 3. Kualitas Sistem:** Penggunaan metode SDLC Waterfall dan metodologi terstruktur lainnya membantu memastikan bahwa sistem yang dikembangkan memiliki kualitas tinggi. Sistem ini fungsional dan sesuai dengan kebutuhan

pengguna, sehingga dapat diandalkan dalam pemantauan dan perawatan penderita *stroke*.

4. Kontribusi pada Perawatan: Penelitian ini memberikan solusi yang dapat membantu dalam pemantauan dan perawatan penderita *stroke* secara lebih efektif melalui teknologi IoT. Dengan sistem ini, diharapkan perawatan pasien *stroke* dapat menjadi lebih tepat sasaran dan responsif terhadap perkembangan kondisi pasien.

2.2.5 Paper 2

Selviana, Mery Subito, Rizana Fauzi, & Alamsyah. (2021). RANCANG BANGUN ALAT MONITORING PERKEMBANGAN PASIEN PASCA STROKE BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS).Sinta 4

2.2.6 Tujuan Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan oleh Selviana, Mery Subito, Rizana Fauzi, dan Alamsyah (2021) yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Perkembangan Pasien Pasca Stroke Berbasis IoT (Internet of Things), solusi pemantauan pasien pasca *stroke* ini dirancang dengan mempertimbangkan pelacakan kemajuan pasien dari jarak jauh, memanfaatkan Internet of Things. Data dari setiap gerakan kekuatan otot jari pasien diambil menggunakan perangkat keras sensor fleksibel, dianalisis oleh NodeMCU ESP32, dan kemudian dikirimkan ke server web melalui platform IoT melalui jaringan nirkabel lokal. Plot tabel nilai data jari telunjuk, tengah, dan jari manis dapat digunakan untuk menyajikan temuan penelitian tentang perkembangan pasien pasca *stroke* ke server web. Perangkat Android dan PC dapat mengakses sistem pemantauan pasien pasca *stroke*. Uji sampel perangkat menghasilkan nilai maksimum sebesar 3,26 MMT dan nilai

terendah sebesar 0,2 MMT, yang menunjukkan bahwa kekuatan otot jari pasien tidak stabil dan sering mengalami variasi. Penelitian ini memperlihatkan bahwa solusi yang diajukan sesuai karena memberikan hasil bahwa alat yang dirancang untuk memonitoring perkembangan pasien pasca *stroke* itu berguna.

2.2.7 Metodologi Yang Digunakan

1. **Pengumpulan data:** Menggunakan sensor fleksibel untuk menangkap data gerakan kekuatan otot jari pasien pasca *stroke*.
2. **Pemrosesan data:** Data yang diterima dari sensor fleksibel dianalisis oleh NodeMCU ESP32, sebuah mikrokontroler yang umum digunakan dalam pengembangan perangkat IoT.
3. **Transmisi data:** Data yang sudah diproses oleh NodeMCU ESP32 dikirimkan ke server web melalui platform IoT menggunakan jaringan nirkabel lokal (misalnya Wi-Fi). Platform IoT menyediakan infrastruktur untuk menghubungkan perangkat ke internet.
4. **Visualisasi data:** Data yang diterima oleh server web kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel yang menunjukkan nilai kekuatan otot jari telunjuk, tengah, dan manis pasien.
5. **Akses data:** Sistem pemantauan ini dapat diakses melalui perangkat Android dan PC, memungkinkan dokter dan terapis memantau perkembangan pasien dari jarak jauh.

2.2.8 Temuan Utama

Efektivitas Pemantauan Kekuatan Otot Jari:

Alat ini berhasil memantau kekuatan otot jari pasien pasca *stroke* dengan menggunakan sensor fleksibel. Sensor ini menangkap data pergerakan dan kekuatan otot jari pasien secara akurat.

1. Kemungkinan Monitoring Jarak Jauh:

Sistem ini mampu mentransmisikan data yang dikumpulkan ke server web melalui internet. Hal ini memungkinkan pemantauan kemajuan pasien secara jarak jauh oleh dokter, terapis, atau anggota keluarga.

2. Visualisasi Data yang Memberikan Wawasan:

Data tentang perkembangan pasien ditampilkan di server web dalam bentuk tabel dan grafik yang menunjukkan nilai kekuatan otot jari telunjuk, tengah, dan manis. Visualisasi data ini membantu dalam memahami kemajuan pemulihan pasien dan mengidentifikasi potensi masalah.

3. Ketidakstabilan Kekuatan Otot Jari:

Hasil tes sampel menunjukkan variasi yang signifikan dalam kekuatan otot jari pasien. Nilai maksimum yang tercatat adalah 3.26 MMT, sedangkan nilai minimum adalah 0.2 MMT. Temuan ini menunjukkan bahwa kekuatan otot jari pasien tidak stabil dan sering mengalami perubahan.

2.2.9 Paper 3

Fajar Setiawan, F., & Akbar, S. A. (2021a). Implementasi Smart Glove untuk Monitoring Jari Tangan dan Detak Jantung Pasien Pasca *Stroke*.

Tabel 2.1 Perbedaan alat

| Peneliti | Judul | Mikrokontroler | Sensor |
|----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| (Setiawan & Akbar, 2021) | Implementasi Smart Glove untuk Monitoring Jari Tangan dan Detak Jantung Pasien Pasca Stroke | Arduino Nano, NodeMcu ESP8266-01 | Sensor Flex, Grove Finger Clip Heart Rate |
| (Mughtar et al., n.d.) | Rancang Bangun Sistem Pemantau Perkembangan Gerak Otot pada Penderita Stroke Berbasis IoT | ESP – 32 | Sensor Flex |
| (Selviana, Subito, et al., 2021) | Rancang Bangun Alat Monitoring Perkembangan Pasien Pasca Stroke Berbasis IoT (Internet of Things) | ESP32 NodeMCU | Sensor Flex |

Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan

| Peneliti | Judul | Kelebihan | Kekurangan |
|----------------------------------|---|---|---|
| (Setiawan & Akbar, 2021) | Implementasi Smart Glove untuk Monitoring Jari Tangan dan Detak Jantung Pasien Pasca Stroke | Dapat memberikan data real-time yang akurat tentang kondisi jari tangan dan detak jantung pasien. | Masih memakai bluetooth dan memonitoringnya hanya menggunakan aplikasi visual basic jadi kurang efisien karena harus membuka laptop/pc. |
| (Muchtar et al., n.d.) | Rancang Bangun Sistem Pemantau Perkembangan Gerak Otot pada Penderita Stroke Berbasis IoT | Fokus pada pemantauan gerakan otot dapat memberikan wawasan yang sangat berguna dalam memahami perkembangan rehabilitasi pasien pasca stroke. | Pada penelitian ini hanya memonitoring menggunakan web, dan terdapat delay yang lumayan lama dan tidak terbaca secara realtime. |
| (Selviana, Subito, et al., 2021) | Rancang Bangun Alat Monitoring Perkembangan Pasien Pasca Stroke | Dengan menggunakan IoT, informasi dapat diakses dari jarak | Hanya memakai 3 sensor dan Integrasi dengan sistem perawatan kesehatan |

| | | | |
|--|-------------------------------------|---|--|
| | Berbasis IoT (Internet of Things | jauh, memungkinkan dokter atau ahli terapi untuk memantau pasien tanpa harus berada di tempat fisik yang sama. | yang ada dapat menjadi rumit dan memerlukan kerjasama yang kuat antara penyedia layanan kesehatan dan pengembang teknologi. |
|--|-------------------------------------|---|--|

