

Strive Grip : Automasi Bantuan Rehabilitasi Tangan

Hana Humaira Abdul Rahim, Ahmad Alabqari Ma'Radzi, Muhammad Shukri Ahmad & Tengku Nadzlin Tengku Ibrahim

Department of Electrical Engineering, Centre for Diploma Studies, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, Pagoh Higher Education Hub, 84600, Muar, Johor, MALAYSIA

*Pengarang Utama: abqari@uthm.edu.my

DOI: <https://doi.org/10.30880/mari.2025.06.03.015>

Info Artikel

Serahan: 1 Mac 2025

Diterima: 1 Mei 2025

Dalam Talian: 30 Jun 2025

Kata Kunci

Strive Grip, flex sensor, servo motor, LED, Arduino Uno R3

Abstrak

Projek *Strive Grip* merupakan inovasi dalam bantuan pemulihan tangan yang lumpuh, dengan penekanan pada penggunaan bantuan teknologi terkini seperti *flex sensor*, servo motor, LED, dan *Arduino Uno R3*. Sistem ini direka untuk meniru pergerakan dan fungsi semula jadi tangan, memberi peluang kepada pesakit untuk menjalani latihan pemulihan secara sendiri. *Strive Grip* bertujuan meningkatkan kekuatan gengaman, kecekapan, dan pergerakan tangan, khususnya pada bahagian jari. Dengan memantau kemajuan melalui sensor pergerakan dan memberikan maklum balas haptik, peranti ini membantu pesakit yang mengalami kesukaran menghadiri sesi pemulihan tradisional akibat kekangan masa dan mobiliti. Inovasi ini berfungsi sebagai alat pemulihan robotik, memberi tumpuan kepada pemulihan bahagian jari dengan kemampuan menggenggam sehingga 90°, meningkatkan ketangkasan dan kekuatan jari pesakit.

Keywords

Strive Grip, flex sensor, servo motor, LED, Arduino Uno R3

Abstract

The *Strive Grip* project is an innovation in the rehabilitation of paralyzed hands, with an emphasis on the use of the latest technology such as flex sensors, servo motors, LEDs, and *Arduino Uno R3*. The system is designed to mimic the natural movement and function of the hand, giving patients the opportunity to independently undergo rehabilitation exercises. *Strive Grip* aims to improve grip strength, efficiency, and hand movement, especially in the fingers. By monitoring progress through motion sensors and providing haptic feedback, the device helps patients who have difficulty attending traditional rehabilitation sessions due to time and mobility constraints. This innovation works as a robotic rehabilitation tool, focusing on the rehabilitation of finger parts with the ability to grip up to 90°, improving the dexterity and strength of the patient's fingers.

1. Pendahuluan

Projek *Strive Grip* memberi tumpuan kepada inovasi dalam pemulihan tangan lumpuh, menggabungkan teknologi canggih untuk meningkatkan kualiti hidup pesakit. *Strive Grip* ini dapat membantu pesakit menjalani rehabilitasi di rumah tanpa perlu menjalani rawatan secara berkala ke hospital. Hal ini dapat membantu mengurangkan pelbagai kos dan memudahkan aktiviti rehabilitasi dijalankan. Kajian oleh Xiaodong Li *et al.* menunjukkan potensi sarung tangan robotik lembut yang menggunakan SSVEP-based BCI, membantu

pemulihan pesakit strok dengan simulasi visual pada alpha band, yang mana pesakit melaporkan kesesuaian dan keselamatan penggunaan [1]. Kajian oleh Mahdi Haghshenas-Jaryani *et al.* menyoroti penggunaan sistem pneumatik dalam sarung tangan robotik lembut untuk pesakit strok. Sistem ini memanfaatkan sarung tangan sensori dan exoskeleton untuk meniru gerakan tangan yang sihat, dengan sensor IMU yang mengesan pergerakan dari siku hingga pergelangan tangan, memberikan pendekatan pemulihan yang lebih komprehensif [2]. Sementara itu, kajian oleh Jan Dittli *et al.* memfokuskan pada reka bentuk exoskeleton tangan untuk kanak-kanak dengan cerebral palsy dan strok [3]. Sarung tangan exoskeleton ini membantu dalam latihan rehabilitasi dengan memberikan sokongan kepada pergerakan tangan dan pergelangan tangan, membolehkan gerakan fleksibel dan pembengkokan jari aktif, menyokong keupayaan pesakit dalam menjalani kehidupan harian. Pelbagai kajian relevan yang lain ditunjukkan pada [4], [5] dan [6] yang memberikan keputusan terhadap pembangunan aplikasi robotik tangan pemulihan. Penggunaan cetakan 3D untuk mencipta tangan palsu memberikan kelebihan dalam aspek keselesaan dan fleksibiliti, memastikan kesesuaian yang maksimum untuk pelbagai keperluan pengguna. Sistem isyarat *LED* tidak hanya berfungsi sebagai ciri keselamatan yang penting dengan memberikan amaran jika jari melebihi 90° lenturan, tetapi juga membantu meningkatkan kesedaran pengguna terhadap tahap pemulihan mereka. Kertas kerja ini akan membincangkan dengan lebih terperinci mengenai data yang diperolehi dan juga proses memperoleh data.

2. Komponen dan Metodologi

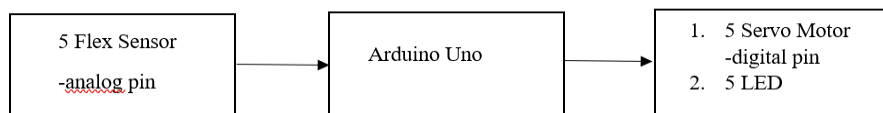
Kos penghasilan untuk projek *Strive Grip: Automasi Bantuan Rehabilitasi Tangan* adalah berpatutan. Komponen yang diperlukan termasuk *flex sensor*, *servo motor*, *Arduino Uno R3*, *LED*, dan cetakan 3D. Setiap komponen memainkan peranan penting dalam memastikan fungsi dan keberkesanan projek ini. Jadual 1 menunjukkan senarai komponen yang digunakan dalam projek ini.

Jadual 1 *Strive Grip : Automasi Bantuan Rehabilitasi Tangan*

Komponen	Spesifikasi	Fungsi
<i>Arduino</i>	<i>Uno R3</i>	Mengawal semua komponen elektronik dan logik pemprosesan.
<i>Servo Motor</i>	<i>SG-90</i>	Menggerakkan jari untuk latihan pemulihan
<i>Flex sensor</i>	-	Mengesan pergerakan jari dan tahap lenturan
<i>LED</i>	-	Memberi isyarat jika jari sudah bengkok lebih 90 darjah
Cetakan 3D	-	Membuat tangan palsu dan memberi sokongan pada litar

2.1 Gambar Rajah Blok

Strive Grip berfungsi dengan *flex sensor* berperanan sebagai masukan utama dalam sistem, mengukur kelenturan dan menghasilkan data yang merefleksikan perubahan bentuk pada permukaan yang terlibat, seperti tangan. *Arduino UNO*, sebagai proses pengawal, menerima data dari *flex sensor* dan menganalisisnya. Setelah menerima masukan data dari *flex sensor*, *Arduino UNO* menjalankan logikanya dan menghantar arahan kepada *servo motor* dan *LED* sebagai keluaran. Servo motor bertanggungjawab untuk mengubah posisi atau sudut berdasarkan data yang diterima, sementara *LED* menyala sebagai respons visual untuk menunjukkan pelaksanaan perintah. Dengan cara ini, *flex sensor* berfungsi sebagai pemacu masukan, *Arduino UNO* sebagai unit pemproses, dan *servo motor* serta *LED* berfungsi sebagai keluaran dalam sistem.



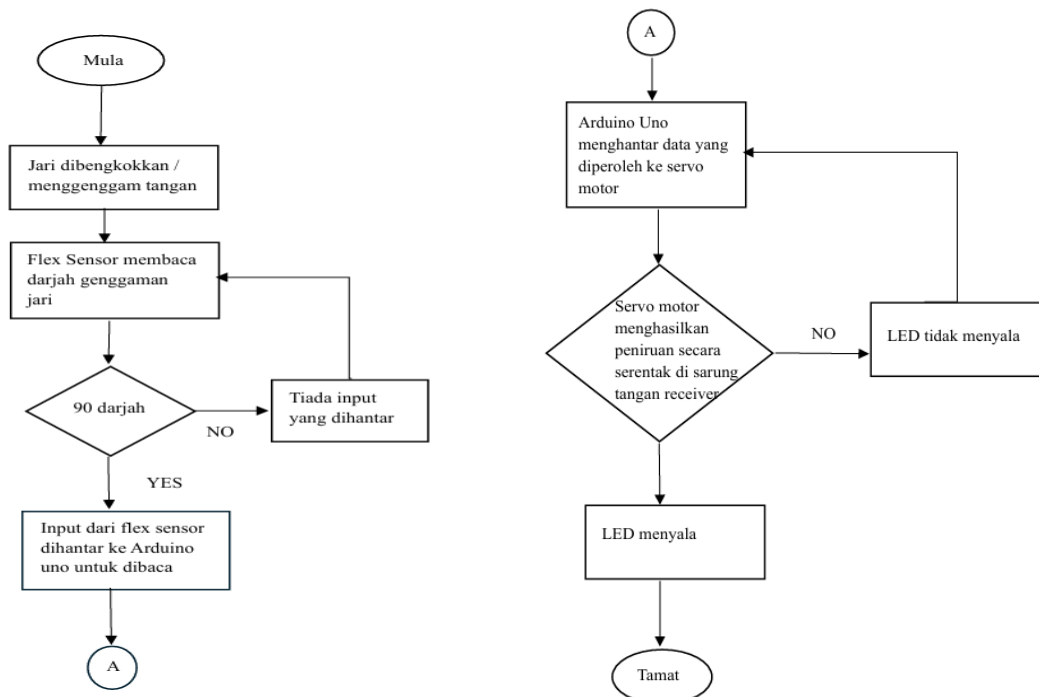
Rajah 1 Blok projek yang terdiri daripada tiga komponen utama

2.1.1 Carta Alir

Rajah 2 menunjukkan carta alir untuk projek *Strive Grip* ini dan bagaimana sistem ini beroperasi. Pertama sekali, *flex sensor* membaca genggaman pada sudut 90° . *Flex sensor* diletakkan pada permukaan yang terlibat dalam genggaman tangan. Apabila tangan dibengkok sehingga membentuk sudut 90° , *flex sensor* akan mengalami perubahan kerintangan (*ohm*) elektrik yang boleh diukur. Kerintangan ini kemudian diinterpretasikan oleh mikropengawal untuk menghasilkan pembacaan sudut genggaman. Dengan ini, *flex sensor* membolehkan sistem

mengukur sudut genggaman 90° dan bertindak balas sesuai dalam projek *Hand Strive Grip*. Sekiranya tiada bacaan pembengkokan yang diterima, data akan dihantar semula pada langkah yang pertama.

Seterusnya, *Arduino Uno* berfungsi sebagai penghubung penting dalam sistem yang menerima input dari flex sensor dan menghasilkan *output* untuk *servo motor*. *Flex sensor* yang diletakkan pada permukaan yang melibatkan pergerakan, seperti tangan, menghasilkan perubahan resistansi yang diinterpretasikan oleh *Arduino Uno*. *Arduino Uno* kemudian menggunakan maklumat ini untuk menentukan sudut genggaman. Setelah mengira sudut tersebut, *Arduino Uno* menghantar isyarat kawalan ke *servo motor* untuk mengatur posisi sesuai. Ini membolehkan sistem untuk merespons dengan tepat terhadap perubahan dalam keadaan *flex sensor* dan menghasilkan gerakan *servo motor* yang sesuai dan mencapai sistem yang responsif. Kemudian, *LED* akan menyala apabila data diterima oleh *servo motor* sebagai tanda visual untuk menunjukkan respons sistem. Apabila *Arduino Uno* menghantar arahan kepada *servo motor* untuk menggerakkan posisi, maklumat ini juga diambil untuk mengaktifkan *LED*. Penerangan *LED* memberikan petunjuk kepada pengguna bahawa *servo motor* telah menerima dan bertindak mengikut arahan yang diberikan. Sekiranya *LED* tidak menyala, sistem akan kembali semula ke langkah di mana pembacaan data yang diterima oleh *Arduino Uno*.

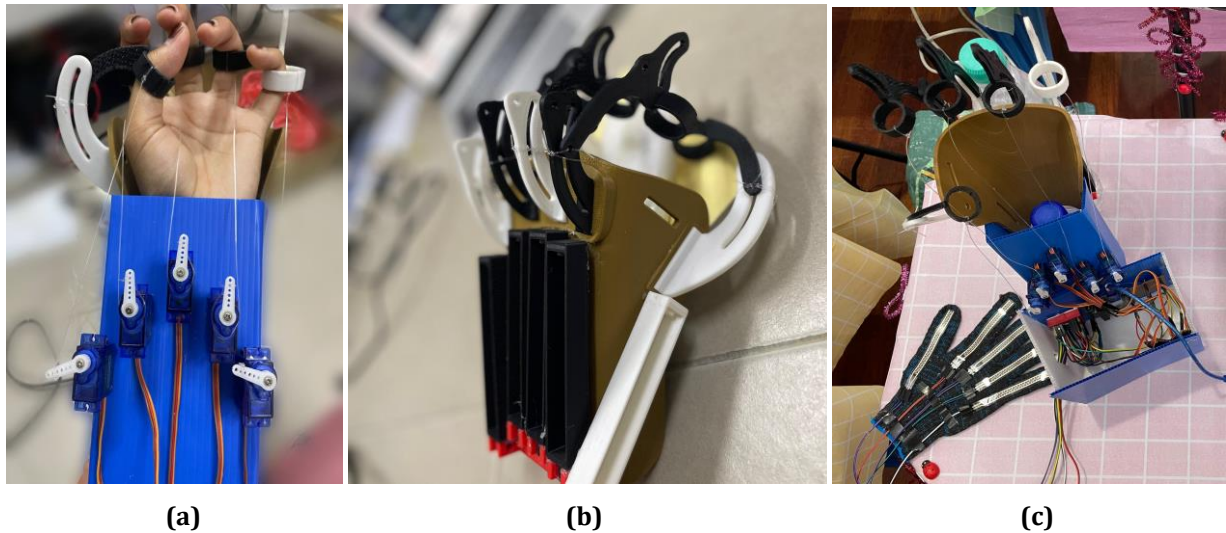


Rajah 2 Carta Alir Projek

3. Keputusan dan Perbincangan

3.1 Pembangunan Projek

Sambungan litar telah dibuat menggunakan perisian *Tinkercad*. Litar telah direka untuk membuat projek mencapai matlamat projek. Semasa fasa ini penyelesaian masalah telah dilakukan untuk menentukan sama ada sambungan litar dalam keadaan baik atau tidak. Rajah 3 menunjukkan hasil akhir projek ini, memperlihatkan tangan palsu lengkap dengan semua komponen berfungsi dengan baik, menandakan keberhasilan dalam mengintegrasikan teknologi untuk aplikasi pemulihan.



Rajah 3 Hasil projek terdiri daripada (a) Bentangan sarung tangan, (b) Cetakan 3D dan (c) Litar pada model

3.2 Pembangunan Perisian

Operasi projek *Strive Grip* dikembangkan menggunakan *Arduino IDE* yang terdiri daripada tiga blok utama: pengurusan *flex sensor*, pengendalian *servo motor*, dan isyarat *LED*. Rajah 4 menunjukkan pengaturcaraan yang telah dilaksanakan dalam projek ini.

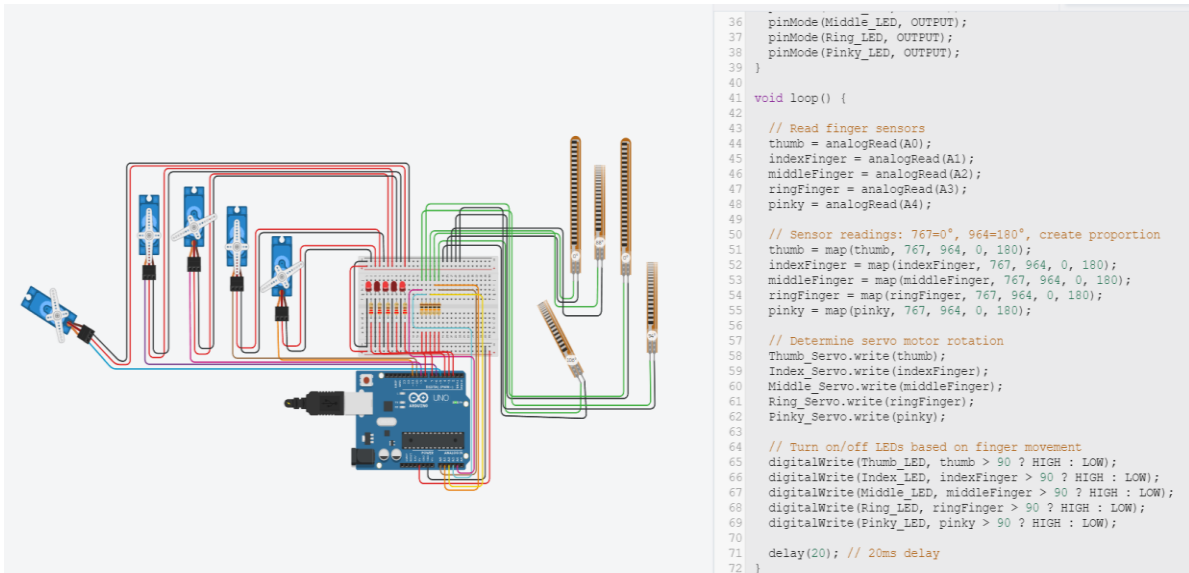
Rajah 4(a) menunjukkan pengaturcaraan untuk *flex sensor* yang mengesan pergerakan jari pengguna. *Flex sensor* mengukur tahap lenturan jari dan menghantar data kepada *Arduino*. Jika lenturan jari melebihi 90 darjah, isyarat akan dihantar kepada *LED* untuk menyala sebagai amaran. Berdasarkan Rajah 4(b), pengaturcaraan ini mengawal *servo motor* untuk menggerakkan jari. Apabila data dari *sensor flex* menunjukkan bahawa jari perlu digerakkan, *servo motor* akan diaktifkan untuk menjalankan pergerakan yang diperlukan. *Servo motor* menggerakkan jari dengan perlahan untuk memastikan latihan pemulihan dijalankan dengan tepat dan selamat. Setelah pergerakan selesai, pengguna boleh menetapkan semula pergerakan dengan menekan butang yang disediakan. Rajah 4(c) menunjukkan pengaturcaraan untuk isyarat *LED* yang memberi amaran kepada pengguna jika jari telah dibengkokkan melebihi 90 darjah. *LED* akan menyala apabila lenturan jari melebihi had yang ditetapkan, memberi amaran visual kepada pengguna. Kod ini juga mengawal paparan *LCD* yang memaparkan data lenturan jari dan status *servo motor*, memastikan pengguna sentiasa mendapat maklumat terkini mengenai latihan mereka. Jika pengguna menetapkan semula sistem, semua data akan dikembalikan kepada nilai asal dan *LED* akan dipadamkan.

<pre>ringFinger = analogRead(A3); pinky = analogRead(A4); // Sensor readings: 767=0°, 964=180°, create proport thumb = map(thumb, 767, 964, 0, 180); indexFinger = map(indexFinger, 767, 964, 0, 180); middleFinger = map(middleFinger, 767, 964, 0, 180); ringFinger = map(ringFinger, 767, 964, 0, 180);</pre>	<pre>// Determine servo motor rotation Thumb_Servo.write(thumb); Index_Servo.write(indexFinger); Middle_Servo.write(middleFinger); Ring_Servo.write(ringFinger); Pinky_Servo.write(pinky);</pre>	<pre>// Turn on/off LEDs based on finger movement digitalWrite(Thumb_LED, thumb > 90 ? LOW : HIGH); digitalWrite(Index_LED, indexFinger > 90 ? LOW : HIGH); digitalWrite(Middle_LED, middleFinger > 90 ? LOW : HIGH); digitalWrite(Ring_LED, ringFinger > 90 ? LOW : HIGH); digitalWrite(Pinky_LED, pinky > 90 ? LOW : HIGH);</pre>
(a)	(b)	(c)

Rajah 4 Pembangunan pengaturcaraan; (a) *flex sensor*, (b) pergerakan *servo motor* dan (c) isyarat *LED*

3.3 Simulasi

Rajah 5 menunjukkan simulasi yang telah dibuat dalam simulasi *TinkerCad* untuk memeriksa kod yang telah dicipta. Dalam simulasi ini, *sensor flex* digunakan untuk mengesan pergerakan jari, manakala *servo motor* menggerakkan jari berdasarkan data yang diterima dari *flex sensor*. Setelah prototaip dibina, ujian dijalankan untuk memeriksa setiap sambungan dan fungsi litar yang disambungkan. Terdapat beberapa isu pada fasa ini yang memerlukan penyelesaian masalah. Berdasarkan Rajah 5, projek ini telah menjalani ujian awal sebelum litar sebenar disambungkan. Semasa fasa ini, pengaturcaraan telah diuji untuk memastikan ia sesuai untuk projek ini atau tidak.



Rajah 5 Litar simulasi

3.4 Analisis dan Verifikasi

Projek *Strive Grip* berjaya mencapai objektif utamanya dalam memulihkan kekuatan dan ketangkasan tangan. *Flex sensor* membolehkan pengesanan pergerakan jari dengan tepat, memberikan maklum balas masa nyata dan membantu menyesuaikan latihan pemulihan. *Servo motor* berfungsi dengan baik untuk menggerakkan jari, membolehkan pengguna menjalani latihan yang disesuaikan dengan keperluan individu. Sistem isyarat *LED* memberikan amaran apabila jari melebihi 90° lenturan, memastikan keselamatan pengguna semasa latihan. Keputusan ujilari adalah seperti ditunjukkan pada Jadual 2. Cetakan 3D digunakan untuk menghasilkan tangan palsu yang memberi sokongan dan keselesaan, sesuai untuk pelbagai saiz tangan. *Arduino Uno R3* memainkan peranan penting dalam mengawal dan menyelaraskan semua komponen, memastikan operasi sistem yang lancar dan responsif. Secara keseluruhan, sistem ini menyediakan platform yang berkesan untuk pemulihan tangan, membantu pengguna meningkatkan kekuatan dan ketangkasan secara beransur-ansur.

Jadual 2 Keputusan ujilari projek

Jari	Flex Sensor	Motor Servo	Kecerahan LED
A	membengkok 45°	membengkok 45°	Malap
B	membengkok 0°	membengkok 0°	Tidak Menyala
C	membengkok 90°	membengkok 90°	Cerah
D	membengkok 80°	membengkok 80°	Cerah
E	membengkok 15°	membengkok 15°	Malap

4. Kesimpulan

Projek telah membuktikan keberkesanannya sebagai satu pendekatan inovatif dalam pemulihan tangan yang lumpuh. Dengan menggunakan teknologi seperti *flex sensor*, *servo motor*, dan *Arduino Uno R3*, projek ini berjaya mencipta satu sistem yang efektif dalam meningkatkan kekuatan dan ketangkasan tangan, serta memberikan pengalaman yang selesa dan selamat dalam menjalani latihan pemulihan. Penggunaan cetakan 3D untuk menghasilkan tangan palsu memberikan tambahan nilai besar dalam menyokong pengguna dengan sokongan tepat dan keselesaan optimal. Sistem isyarat *LED* sebagai ciri keselamatan berfungsi dengan baik dalam memastikan pengguna mengamalkan gerakan yang betul semasa latihan, mengurangkan risiko kecederaan. Secara keseluruhan, projek ini menunjukkan potensi besar untuk diaplikasikan dalam konteks pemulihan kesihatan, tidak hanya untuk pesakit strok tetapi juga untuk pelbagai keadaan neurologi dan cedera lain yang melibatkan kelemahan tangan. Kajian ini memberi peluang untuk perkembangan teknologi pemulihan yang lebih lanjut, dengan memanfaatkan kemajuan dalam sensorik dan pemrosesan data untuk menyokong pemulihan yang lebih efisien dan personal, diharap dapat mengilhami inovasi dalam bidang kesihatan dan teknologi, membawa manfaat besar kepada komuniti kesihatan global.

Penghargaan

Penulis mengucapkan ribuan setinggi-tinggi penghargaan kepada Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Pusat Pengajian Diploma, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia atas kemudahan yang telah disediakan dan sokongannya.

Konflik Kepentingan

Penulis mengumumkan bahawa tidak ada konflik kepentingan yang berkaitan dengan penerbitan makalah ini.

Sumbangan Penulis

Penulis mengesahkan sumbangan kepada kertas ini seperti berikut: **konsepsi dan reka bentuk kajian:** Hana Humaira; **pengumpulan data:** Hana Humaira; **analisis dan interpretasi hasil:** Hana Humaira, Ahmad Alabqari M.R.; **penyediaan draf manuskrip** Hana Humaira, Ahmad Alabqari M.R., Muhammad Shukri A., Tengku Nadzlin T.I.. Semua penulis telah mengkaji hasil dan meluluskan versi terakhir manuskrip.

Rujukan

- [1] X. Li, J. Wang, X. Cao, W. Huang, and Y. Hu, "Soft Robotic Glove with Alpha Band Brain Computer Interface for Post-Stroke Hand Function Rehabilitation," In 2022 14th Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON), pp. 1-5, Nov 2022.
- [2] M. H. Jaryani, C. Pande, and M. B. J. Wijesundara, "Robotic Bilateral Hand Rehabilitation System for Fine Motor Learning," 2019 IEEE 16th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR) Toronto, Canada, June 24-28, 2019.
- [3] J. Dittli, C. Vasileiou, H. Asanovski, J. Lieber, J. B. Lin, A. M. Heim, H. J. A. V. Hedel, R. Gassert and O. Lambercy, "Design of a compliant, stabilizing wrist mechanism for a pediatric hand exoskeleton." 2022 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR), July 2022.
- [4] M. R. Gajadharane, N. A. Gijare, M. H. Joshi, S. P. Kanase, M. D. A. Ghatge, and M. S. A. Band, "Design and development of mechanical Solar Tracking System," International journal of Advanced Engineering, Management and Science, vol. 2, no. 6, pp. 239500, 2019.
- [5] D. Y. L. Lim, H. S. Lai, dan R. C. H. Yeow, "A Bidirectional Fabric-Based Soft Robotic Glove for Hand Function Assistance in Patients with Chronic Stroke," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, vol. 20, no. 1, p. 162, 2023.
- [6] M. J. Ko, Y. C. Chuang, L. J. Ou-Yang, Y. Y. Cheng, Y. L. Tsai, & Y. C. Lee, "The Application of Soft Robotic Gloves in Stroke Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials," Brain Sciences, vol. 13, no. 6, pp. 900, 2023.