

Soft-Actuator Exoskeleton Glove Berbasis Pneumatik dengan Alat Getaran untuk Terapi Jari Pasien Pasca Stroke

Author:

Reyhan Dinata¹
M. Nawawi Noer²
Evelina Ginting³

Afiliation:

Politeknik Negeri
Sriwijaya^{1,2,3}

Corresponding email

reyhandinata54@gmail.com

Histori Naskah:

Submit: 2025-03-12
Accepted: 2025-03-26
Published: 2025-04-01



This is an Creative Commons
License This work is licensed
under a Creative Commons
Attribution-NonCommercial 4.0
International License

Abstrak:

Stroke merupakan suatu penyakit yang diakibatkan karena suatu penyumbatan dalam aliran pembuluh darah. Penyumbatan ini mengakibatkan sirkulasi darah dan oksigen yang dipompa jantung ke otak menjadi terganggu, ini mengakibatkan otak mengalami kekurangan nutrisi serta fungsi otak menjadi terpengaruh yang mengakibatkan bagian tubuh yang dikendalikan otak seperti wajah, tangan, dan kaki mengalami gagal fungsi bahkan kecacatan. Dari kasus ini saya melakukan penelitian dengan menggunakan metode Studi Literatur, dan metode R&D (*Research and Development*). Metode studi literatur dipilih dalam pembuatan proyek ini karena kebutuhan suatu teori secara mendalam yang dapat mendukung pembuatan proyek ini menjadi lebih jelas. Metode penelitian R&D juga dipilih untuk melengkapi dan menguatkan data yang sudah diterima dengan berfokus pada penelitian terkait yang sudah ada dan melakukan pengembangan signifikan pada proyek yang akan dibuat pada suatu alat yang terfokus untuk rehabilitasi jari tangan pasien pasca stroke yaitu menggunakan Soft-Actuator Exoskeleton Glove yang dilengkapi dengan alat getaran. Hasil penelitian pada alat ini didapatkan dari metode Studi Literatur dan R&D (*Research and Development*) memberikan hasil yang memenuhi ekspektasi, rehabilitasi jari pada pasien pasca stroke menggunakan Soft-Actuator Exoskeleton Glove dapat meningkatkan kembali fleksibilitas dari otot jari yang mengalami kekakuan serta merangsang kembali syaraf yang terdapat pada jari agar dapat bereaksi, dan alat getaran dapat menstimulasi otot agar lebih rileks dan merangsang syaraf motorik pada jari pasien pasca stroke. Kesimpulan dari penelitian ini, pasien yang terkena stroke masih harus melakukan rehabilitasi rutin agar bagian tubuh yang terdampak dapat berfungsi kembali dan rehabilitasi dengan Soft-Actuator Exoskeleton Glove dengan alat getaran dapat berguna untuk rehabilitasi jari pasien pasca stroke yang mengalami kekakuan.

Kata kunci: Jari, Pasca Stroke, Rehabilitasi, Soft-Actuator Exoskeleton, Stroke

Pendahuluan

Stroke adalah adalah suatu fenomena yang menyerang fungsional dari otak, ini disebabkan karena terjadinya sumbatan atau terhambatnya peredaran darah yang dipompa jantung ke otak melalui pembuluh darah (Ayu Ria Widiani & Mahardika Yasa, 2023). Fenomena ini mengakibatkan otak mengalami kekurangan suplai darah dan oksigen yang menimbulkan fungsi kinerja otak menjadi terganggu dan hal ini membuat beberapa bagian tubuh yang dikontrol langsung oleh otak menjadi terdampak seperti wajah, tangan, dan kaki. Salah satu gejala bagian tubuh yang terdampak adalah melemahnya jaringan otot gerak

yang mengakibatkan fungsi bagian tubuh ini terganggu atau bahkan menjadi cacat (Putra Kusuma et al., 2022).

Menurut beberapa rujukan penelitian, penyakit stroke menyerang 1 di antara 6 orang di dunia serta stroke menjadi penyakit yang paling mematikan urutan ke 3 di negara maju setelah beberapa penyakit lainnya seperti penyakit kanker dan penyakit jantung. Stroke juga merupakan penyakit yang memberikan dampak kecacatan pada tubuh terbesar dari semua penyakit yang ada. Hal ini membuat pengaruh besar terhadap kehidupan pasien yang terdampak, karena stroke penyerang fungsional tubuh seperti wajah, tangan, dan kaki dengan melemahkan otot serta melumpuhkan sebagiannya menyebabkan produktivitas kerja menjadi menurun yang pada akhirnya membuat berujung menjadi beban sosial baik dalam segi keluarga maupun masyarakat. Di Indonesia sendiri stroke telah berhasil menempati peringkat ke-7 dengan angka kematian yang tinggi setelah *Coronary Heart Disease* yang memiliki persentase 14,83% atau sama dengan 252,473 kasus kematian (Kasrin et al., 2023).

Pasien pasca stroke merupakan orang yang telah berhasil melewati fase stroke dan sedang melalui masa pemulihan dari efek samping yang ditimbulkan oleh penyakit stroke. Pasien pasca stroke yang sedang melalui masa pemulihan biasanya mengalami beberapa permasalahan terhadap fungsional bagian tubuh yang terdampak (Pokhrel, 2024). Permasalahan ini merujuk pada gangguan saraf motorik, kognitif, sensorik, dan emosional dari pasien, yang dimana ini ditandai dengan beberapa gejala yang dapat di perhatikan seperti melemahnya beberapa bagian otot atau bahkan kelumpuhan pada salah satu bagian tubuh dari pasien. Pasca stroke ini dibagi menjadi beberapa golongan yang membedakannya, pertama adalah *Hiperakut* sebagai fase awal dari pasca stroke setelah 24 jam, selanjutnya pada 7 hari berikutnya sebagai fase akut, dilanjutkan dengan 3 bulan setelahnya sebagai subakut awal, dan yang terakhir adalah fase pada bulan ke 4 sampai ke-6 sebagai fase subakut akhir (Grefkes et al., 2020).

Adapun beberapa cara untuk meminimalisirkan kecacatan yang disebabkan oleh stroke, pasien harus segera melakukan rehabilitasi berkala. Dengan rehabilitasi berkala, pasien pasca stroke dapat menekan resiko kecacatan yang disebabkan oleh stroke dan dapat melakukan aktivitas secara normal tetapi tetap dalam pengawasan. Salah satu terapi yang dapat dilakukan oleh pasien pasca stroke adalah dengan terapi gerak fisik *Range of Motion* (ROM) dimana rehabilitasi ini melakukan gerakan secara berulang kepada sendi yang mengalami kekakuan ataupun kelumpuhan yang diakibatkan oleh melemahnya otot pasca stroke. Terapi ini melakukan gerakan secara perlahan untuk mempertahankan gerak sendi yang dimana ini dapat melatih massa otot (Mustofa et al., 2022). Salah satu implementasi rehabilitasi ini adalah dengan menggunakan *soft-actuator exoskeleton* berbasis pneumatic yang memiliki fungsi dan manfaat yang baik untuk rehabilitasi jari pasien pasca stroke yang mengalami kekakuan pada fungsional setiap jarinya. *Soft actuator exoskeleton* dapat membantu pasien untuk melakukan gerakan membuka dan menutup secara berulang, ini dibutuhkan pasien agar otot yang mengalami kekakuan dapat dilatih kembali fleksibilitasnya serta proses membuka dan menutup tangan secara berulang seperti ini dapat merangsang saraf pada jari agar dapat bereaksi kembali (El Hakim et al., 2023).

Rehabilitasi lain yang diamati dalam penelitian ini selain terapi dengan *Range of Motion* (ROM) adalah memanfaatkan terapi getaran untuk menstimulasi peningkatan fungsi dari saraf sensorik dan motorik. Terapi getaran dapat merangsang bagian reseptor kulit seperti Pacinian dan Meissner dimana ini memiliki dampak yang penting untuk pemulihan jari pasien pasca stroke karena ini dapat memberikan umpan balik sinyal sensorik yang berguna untuk membantu merangsang gerakan dan memicu kontraksi pada otot yang berguna untuk mengurangi spastisitas (Wang et al., 2020). Dalam analisa oleh (Zhang et al., 2023), dengan sistem *Only Randomized Controlled Trials* (RCTs) pada 11 orang dengan 475 pasien menunjuk

hasil terkait terapi dengan *Whole Body Vibration* (WBV) pada spastisitas pasca stroke, mengungkapkan suatu hasil dimana metode rehabilitasi WBV yang terkombinasi dengan rehabilitasi konvensional pada suatu frekuensi getaran lebih rendah dari 20 Hz atau sama dengan (SMD = -0,58,95% CI: -0,98 hingga 0,19, $P = 0,004$) lebih efektif dalam meredakan spastisitas bagian tungkai atas (SMD = -0,53,95% CI : -1,04 hingga 0,03, $P = 0,03$) serta tungkai bawah (SMD = -0,21,95% CI : 0,40 hingga -0,01, $P = 0,04$) dan nilai ini jauh lebih baik pada pasien yang memiliki rentan usia di bawah 60 tahun.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan serta menguji suatu sistem rehabilitasi yang diharapkan dapat menjadi solusi untuk para pasien pasca stroke yang pada saat ini masih berjuang melawan efek samping yang diakibatkan oleh stroke. Analisa ini dimulai dari tinjauan studi literatur untuk mendalami pemahaman dan pengetahuan, selanjutnya dengan melakukan observasi kepada pasien dan peninjauan bahan serta pembuatan alat, dan yang terakhir adalah pengembangan alat yang serupa dengan penelitian ini menjadi lebih baik dari penemuan sebelumnya.

Studi Literatur

Rehabilitasi untuk pasien pasca stroke menjadi keharusan untuk dijalani, karena ini menyangkut kesembuhan dari pasien yang terdampak stroke pada beberapa bagian tubuhnya seperti kekakuan wajah, tangan, dan kaki untuk digerakkan (Legoh et al., 2023). Salah satu alat rehabilitasi yang dapat membantu dalam kasus ini adalah pemanfaatan Soft Actuator Exoskeleton dengan prinsip rehabilitasi *Range of Motion* (ROM) pada tangan pasien. Studi oleh (Heung et al., 2020), menunjukkan sebuah hasil yang baik dari penggunaan *Soft Actuator Exoskeleton* untuk rehabilitasi jari pasien pasca stroke, jari pasien menunjukkan peningkatan fungsi tangan dan jari pasien. Aktuator yang dicetak lunak dengan bantuan cetakan 3D mendukung untuk mengukur kekakuan dari jari pasien dengan melihat dari hubungan tekanan sudut. Selain itu, penelitian oleh (McCall et al., 2024), memberikan hasil terkait pengembangan suatu *soft actuator pneumatic* yang dari awal dirancang untuk menyerupai jari manusia, hasil menunjukkan bahwa *soft actuator pneumatic* sangat efektif untuk mendukung pergerakan ekstensi jari dari sisi palmar. Dari penelitian yang sudah dibuat oleh beberapa kelompok yang di kutip ada beberapa kekurangan dan keterbatasan yang dapat saya amati pada pembuatan *Soft Actuator Exoskeleton*. Cetakan 3D pada *Soft Actuator Exoskeleton* terlalu kecil untuk beberapa tangan pasien yang memiliki ukuran yang cukup besar serta bahan pembuatan kerangkanya tidak mendukung tekanan angin hingga 40 PSI karena terlalu tipis ataupun sempit untuk rongga tempat angin masuk dan keluar, adapun saya mengamati sarung tangan yang digunakan pada penelitian ini cenderung sangat menutup karena mereka menggunakan sarung tangan standar yang memiliki konsep membungkus semua area tangan yang dimana ini dapat mengurangi kenyamanan pasien dalam penggunaan serta memberikan hambatan *Soft Actuator Exoskeleton* untuk berputar secara maksimal karena pengaruh sarung tangan yang cukup ketat dan gesekan antara kulit dan bahan sarung tangan. Dari sini saya melakukan pengembangan pada proyek yang akan dibuat, dimana *Soft Actuator Exoskeleton* di desain seperti selang yang setiap sudut putarnya memiliki tekukan-tekukan kecil dan rongga angin dibuat lebih besar agar dapat mendukung tekanan angin 40 PSI secara maksimal, serta desain sarung tangan dibuat terbuka karena memiliki rongga-rongga kosong yang tidak ditutupi bahan dan di rekatkan dengan Velcro Strap.

Metode lain yang menjadi fokus dalam penelitian kali ini adalah rehabilitasi dengan memanfaatkan getaran sebagai stimulus saraf motorik dan sensorik pada jari pasien pasca stroke. Metode getaran sudah menjadi salah satu metode yang menarik untuk dikembangkan baik dari lingkup peneliti maupun kedokteran. Menurut (Wang et al., 2020), sistem rehabilitasi pasien pasca stroke dengan getaran dapat merangsang gerakan dan fleksibilitas pada otot. Dalam penelitian lain yang membahas tentang rehabilitasi yang dijalani secara konsisten oleh pasien pasca stroke akan memberikan dampak kesembuhan yang jauh

lebih tinggi ketimbang pasien yang tidak menjalani rehabilitasi. Studi oleh (Kasma et al., 2022), rehabilitasi yang dipersiapkan atau telah diatur dengan baik akan berpengaruh pada hasil pencapaian peningkatan kekuatan otot dan pada pasien yang tidak mempersiapkan rehabilitasi yang terjadwal cenderung meningkatkan resiko terjadinya stroke yang berulang pada pasien tersebut.

Dalam penelitian yang menjadi acuan pada pembuatan proyek ini rehabilitasi tangan pasien pasca stroke dengan alat getaran dibuat khusus pada satu sarung tangan. Pada proyek ini menggabungkan kedua alat rehabilitasi ini menjadi satu sarung tangan rehabilitasi yang memiliki fitur pemanfaatan *Soft Actuator Exoskeleton* dengan prinsip rehabilitasi *Range of Motion* (ROM) dan alat getaran dengan frekuensi getaran 30 Hz.

Metode Penelitian

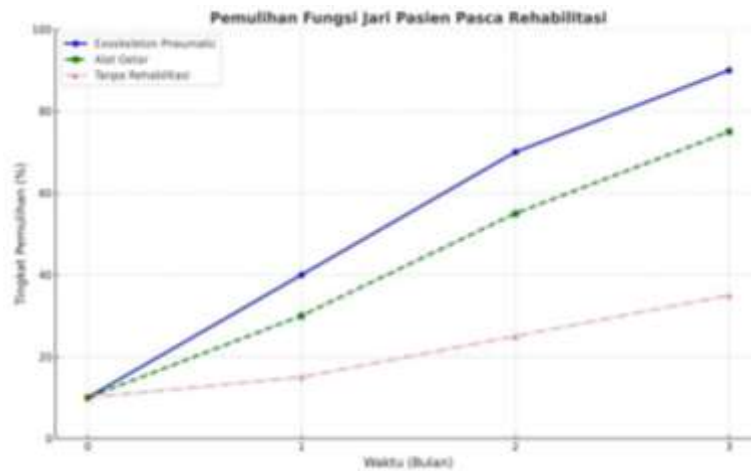
Metode penelitian yang digunakan dalam proyek ini adalah metode Studi Literatur dan Metode *Research and Development* (R&D), kedua metode ini dipilih karena dirasa sangat relevan dengan visi awal dari pembuatan penelitian ini yaitu mengumpulkan, menganalisa, dan membandingkan penemuan yang sudah ada dan dilakukan pengembangan yang berakhir dengan suatu proyek alat yang dapat digunakan.

Metode Studi Literatur merupakan sebuah cara untuk melakukan analisa dan evaluasi secara mendalam kepada penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya, bukannya hanya suatu kegiatan membaca berbagai sumber atau topik yang telah dibuat. Proses ini akan melibatkan sintesis informasi, analisa informasi dan ringkasan yang dapat dirumuskan dalam suatu bentuk tulisan (Aryana, 2021).

Metode Research and Development (R&D) menjadi salah satu metode yang sering diterapkan dalam dunia akademik pada saat ingin melakukan pengujian efektivitas suatu alat ataupun produk. Metode ini memiliki tujuan spesifik untuk memberikan hasil yang maksimal yaitu menghasilkan produk yang melalui beberapa tahapan yang mencakup identifikasi terhadap resiko perancangan, permasalahan, dan menemukan solusi pengembangan yang memberikan hasil optimal (Waruwu, 2024).

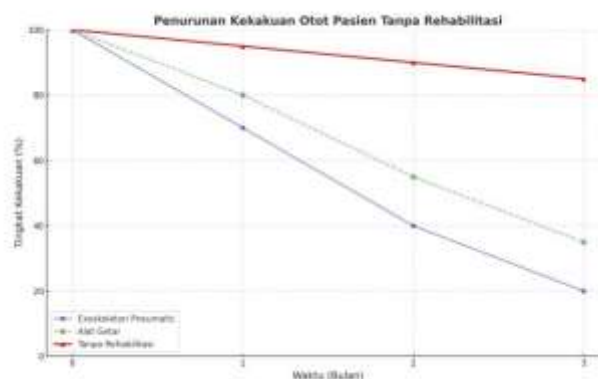
Hasil

Rehabilitasi pasien pasca stroke menjadi suatu keharusan yang dilakukan oleh pasien yang terdampak oleh stroke, karena dampak yang diberikan oleh stroke dapat menyerang fungsional dari bagian tubuh seperti tangan, wajah, dan kaki. Jika tidak ditangani dengan serius efek samping yang diakibatkan oleh stroke ini, produktivitas dari pasien dapat menurun bahkan kecacatan pada bagian tubuh sangat mungkin bisa terjadi. Pada penelitian kali ini hasil terkait dampak rehabilitasi jari pada pasien pasca stroke dengan memanfaatkan *Soft Actuator Exoskeleton Pneumatic* dengan menggunakan tekanan angin sebesar 40 PSI dan rotasi putaran melingkar jari sejauh 90° dan alat getaran dengan frekuensi 50 Hz pada tangan memberikan reaksi pemulihan yang signifikan pada tangan dan jari pasien, ini ditunjukkan pada grafik berikut :



Gambar 1. Grafik pasien dengan rehabilitasi

Pada grafik diatas memberikan informasi yang dapat dipahami bahwa pasien pasca stroke yang melakukan rehabilitasi dengan Soft Actuator Exoskeleton dan alat getar pada tangannya setelah 3 bulan penggunaan, memberikan hasil pemulihan yang signifikan pada fungsional jari pasien. Garis biru menunjukkan rehabilitasi jari dengan Soft Actuator Exoskeleton memberikan efek pemulihan yang sangat tinggi pada jari pasien yang disusul oleh garis putus-putus berwarna hijau menampilkan informasi terkait rehabilitasi dengan alat getaran yang memberikan dampak yang baik juga untuk jari pasien dan yang terakhir garis merah putus-putus menampilkan informasi kesembuhan jari pasien tanpa rehabilitasi cenderung lambat dari waktu ke waktu. Selanjutnya adalah grafik yang menunjukkan dampak pasien tanpa rehabilitasi seperti berikut:



Gambar 2. Grafik pasien tanpa rehabilitasi

Pada grafik diatas memberikan informasi yang dapat dipahami bahwa pasien pasca stroke yang tanpa melakukan rehabilitasi dengan Soft Actuator Exoskeleton dan alat getar pada tangannya setelah 3 bulan kedepan, memberikan hasil pemulihan yang lambat pada fungsional jari pasien. Garis biru menunjukkan rehabilitasi jari dengan Soft Actuator Exoskeleton menurun ketitik rendah karena pasien tidak rehabilitasi ini secara rutin, disusul oleh garis putus-putus berwarna hijau menampilkan informasi terkait pasien yang tidak menggunakan rehabilitasi dengan alat getaran ini ,dan yang terakhir garis merah putus-

putus menampilkan informasi kesembuhan jari pasien tanpa rehabilitasi cenderung lambat dari waktu ke waktu.

Pembahasan

Merupakan tahap penting dari pengembangan komponen yang ditentukan, karena proses pilihan pendekatan untuk merancang, mengembangkan dan menerapkan sistem apa pun secara efektif. Ini mencakup metode perenungan dasar yang sistematis mulai dari memikirkan kebutuhan pengguna awal hingga merumuskan detail spesifikasi teknis, arsitektur sistem dan, akhirnya, rencana untuk pengembangan komponen diimplementasikan dan topik itu sesuai dengan titik bidang.

Dalam desain, ada dua jenis perancangan, Mechanical Design dan Electronic Design. Mechanical Design adalah apa yang melibatkan melakukan bentuk, mencari struktur mekanik, dan menemukan dimensi sesuai kebutuhan sistem. Sementara itu, Electronic Design adalah perancangan folder dari komponen teratasi menjadi analog elektronik drive yang bekerja menuju spesifikasi proyek. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk memastikan bahwa alat-The-become dikembangkan dapat direalisasikan dalam mekanis. Ini berarti perangkat yang memenuhi spesifikasi dan standar yang ada dan ini adalah apa proses ini akan membahas secara lengkap.

Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik adalah perancangan alat yang digunakan dalam pembuatan sarung tangan rehabilitasi stroke. Dalam perancangan alat kali ini, memerlukan desain 3D agar nantinya sarung tangan rehabilitasi stroke dapat dirancang lebih atraktif (hidup) seperti aslinya. Untuk pembuatan desain 3D ini menggunakan website tinkercad.



Gambar 3. Desain 3D Alat *soft-actuator exoskeleton glove* dengan alat getar

Pada Gambar 3 menampilkan sebuah gambaran 3D dari alat *soft-actuator exoskeleton glove* dengan Box kontrol, sarung tangan yang digunakan pada alat ini memiliki diameter telapak tangan 10 cm dan lingkaran lengan 22 cm serta diameter dan panjang dari setiap jari juga diperhatikan pada sarung tangannya seperti, ibu jari memiliki diameter 2,5-2,8 cm dengan panjang 6,5-7,5 cm, jari Telunjuk memiliki diameter 1,8-2,2 cm dengan panjang 7,5-9 cm, jari tengah dengan diameter 2,0-2,4 cm serta panjang 8,5-10 cm, selanjutnya jari manis memiliki diameter 1,7-1,8 cm dan panjang 7,5-9 cm, lalu yang terakhir adalah jari kelingking dengan diameter 1,5-1,8 cm dan panjang 5,5-7 cm.

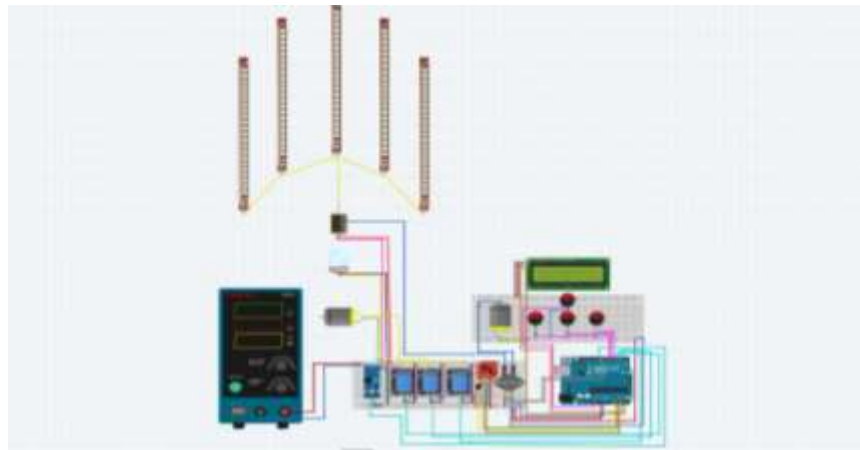
Pada Gambar 3 juga menampilkan kerangka dari *soft-actuator exoskeleton glove* yang mengikuti struktur dari kerangka tangan sesuai dengan tiga standar titik sendi utama yaitu (MCP, PIP, DIP) untuk memberikan gerakan yang optimal. Pada umumnya *soft-actuator* berbasis pneumatic ini harus memiliki

diameter yang dapat mendukung atau menyesuaikan tekanan angin yang mengalir, diameter *soft-actuator* yang digunakan antara 0,8-1,5 cm, dengan panjang mengikuti spesifikasi dari sarung tangan.

Pada Gambar 3 juga menampilkan box kontrol yang terdiri dari beberapa komponen seperti *Light Crystal Display* i2P (LCD) di bagian atas, satu *button* reset yang memiliki fungsi untuk mereset semua sistem untuk kembali ke titik *start* dan semua sistem alat akan berhenti, dan terakhir terdapat tiga *button* yang tersusun horizontal di bawah *button* reset yang memiliki fungsi yang berbeda-beda. Tombol pertama berfungsi untuk memberikan nilai pada relay yang mengontrol solenoid dan dc *pump* agar *soft-actuator* dapat bergerak, selanjutnya tombol kedua berfungsi untuk memberi nilai pada relay yang mengontrol motor dc *vibration*, dan tombol yang terakhir berfungsi untuk memberikan nilai input pada relay yang mengontrol komponen penghantar panas.

Perancangan Elektronik

Perancangan sistem elektronik adalah suatu proses dalam pembuatan rangkaian dan wiring diagram yang memperlihatkan tata letak dan hubungan antara komponen yang merupakan sistem keseluruhan dari alat sarung tangan rehabilitasi dengan *soft-actuator exoskeleton*. Skema elektronik dalam proyek elektronik adalah tahap penting yang melibatkan premedikasi dan penciptaan sirkuit elektronik untuk memastikan peralatan beroperasi sesuai tujuan yang dimaksud. Metode ini memerlukan memilih bagian yang sesuai seperti mikroprosesor, detektor, resistor, kapasitor, dan komponen tambahan, direkayasa berfungsi bersama dalam pengaturan. Teknik elektronik mencakup merancang rencana sirkuit, melakukan simulasi, dan pengujian untuk fungsionalitas yang optimal. Menjadi tepat pada titik ini sangat penting untuk mencegah masalah teknologi yang dapat merusak fungsionalitas penuh perangkat. Menggunakan prosedur terstruktur, menggabungkan evaluasi persyaratan, perencanaan berurutan, dan alat bantu resolusi masalah dalam keberhasilan pelaksanaan inisiatif teknologi.



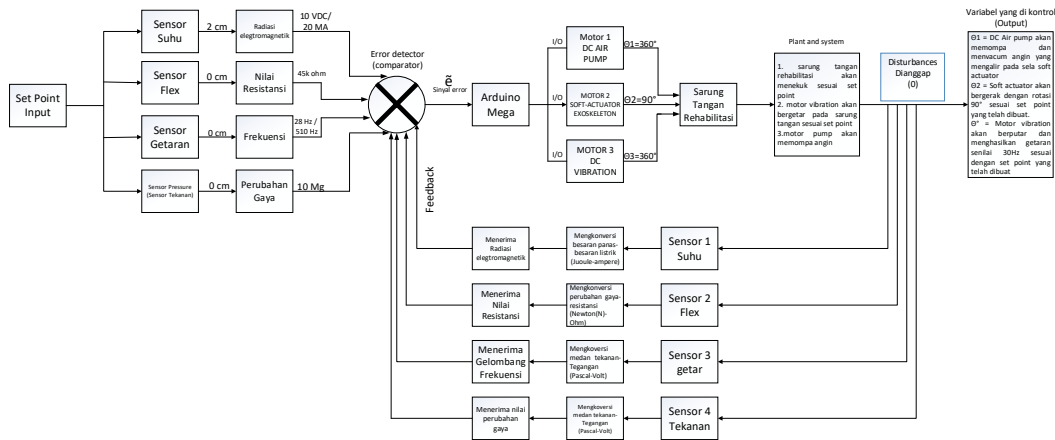
Gambar 4. Skematik rangkaian *soft-actuator exoskeleton glove* dengan alat getar

Blok Diagram

Perancangan perangkat lunak atau *software design* adalah suatu proses menentukan rancangan arsitektur, antarmuka, komponen, dan data sistem yang dapat memenuhi kebutuhan pengguna. Alur dari perangkat lunak atau logika program dapat digambarkan melalui diagram alur (*flowchart*) dan Blok Diagram.

Blok Diagram adalah representasi dari suatu grafis sistem yang menggambarkan hubungan dari setiap komponen yang ada, dalam bentuk blok-blok yang saling terhubung satu sama lain. Setiap blok yang ada mewakili setiap fungsi, perangkat, atau subsistem yang memiliki peran dalam sistem yang berjalan. Blok

dihubungkan dengan garis atau panah yang menggambarkan aliran informasi, sinyal, atau energi antara tiap komponen. Blok diagram perancangan alat dapat dilihat pada Gambar 5 sebagai berikut.



Gambar 5. Blok Diagram sistem *soft-actuator exoskeleton glove* dengan alat getar
Pada Gambar 5 menunjukkan input pada sistem *soft-actuator exoskeleton glove* rehabilitasi dimana set point dibuat dari sensor yang digunakan pada alat, sensor memberikan sinyal input pada *controller* arduino, dan arduino memberikan logic kepada *actuator* untuk bekerja sesuai perintah dan *actuator* membuat sarung tangan bergerak.

Sistem akan bekerja secara *looping* dengan sensor akan menerima kembali gelombang sinyal yang dipantulkannya ke objek untuk mendeteksi, dalam satuan internasional dan mengkonversinya dalam satuan listrik atau resistansi, nilai inilah yang biasanya disebut sebagai *feedback* yang membuatnya menjadi sistem *looping*. Semua nilai yang diberikan sensor ini akan berupa bilangan biner yang nantinya akan diproses oleh arduino untuk diubah menjadi ke bahasa manusia yang dapat di pahami, dan output yang dihasilkan oleh sistem ini adalah sarung tangan dengan *soft-actuator exoskeleton* akan berfungsi sesuai perintah bergerak dengan rotasi 90°, lalu motor dc *vibration* akan berputar dan menghasilkan getaran sebesar 30Hz, dan yang terakhir motor dc *pump* akan memompa angin yang dibutuhkan untuk sistem pneumatic.

Kesimpulan

Rehabilitasi pasien pasca stroke menjadi suatu proses yang harus dilakukan pasien secara berkala, karena dengan rehabilitasi pasien pasca stroke dapat menekan resiko kecacatan pada sebagian tubuh yang disebabkan oleh stroke. Dengan rehabilitasi yang rutin dan terkonsep, pasien dapat mengembalikan fungsi pada sebagian tubuh yang terdampak menjadi lebih baik dan ini dibutuhkan pasien agar kegiatan produktif tidak terganggu.

Salah satu rehabilitasi yang dapat digunakan oleh pasien pasca stroke yang terdampak kekakuan jari atau kegagalan fungsi tangan yang disebabkan oleh stroke adalah dengan menggunakan sarung tangan Soft Actuator Exoskeleton glove dengan alat getaran secara rutin karena manfaat dari penggunaan alat ini dapat membantu pasien pulih dan dapat beraktivitas dengan normal.

Alat yang diatur dapat berfungsi secara berulang mengikuti konsep rehabilitasi *Range of Motion* (ROM) yang didukung sistem pneumatic dengan tekanan angin 40 PSI pada rongga Soft Actuator Exoskeleton. Alat getaran yang didesain untuk dapat memberikan getaran sebesar 50 Hz yang berfungsi untuk menstimulasi otot yang kaku dan merangsang saraf motorik dan sensorik agar bereaksi.

Referensi

- Aryana, S. (2021). Studi Literatur: Analisis Penerapan dan Pengembangan Penilaian Autentik Kurikulum 2013 pada Jurnal Nasional dan Internasional. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 4(1), 368–374.
- Ayu Ria Widiani, G., & Mahardika Yasa, I. M. (2023). Korelasi Tingkat Pengetahuan Terhadap Kemampuan Deteksi Dini Gejala Stroke Dengan Sikap Keluarga Terhadap Penanganan Pre Hospital. *Bina Generasi : Jurnal Kesehatan*, 14(2), 25–30. <https://doi.org/10.35907/bgjk.v14i2.255>
- El Hakim, A., Sahab, D., Benladuni, L., Andani, L. D., Muadz, A., & Anggraini, N. D. A. (2023). Soft Pneumatic Actuators Glove untuk Terapi Jari Tangan Pasien Pasca Stroke dengan Metode Machine Learning. *JEECAE : Journal of Electrical, Electronic, Control and Automotive Engineering*, 8(2), 20–25.
- Grefkes, C., Grefkes, C., Fink, G. R., & Fink, G. R. (2020). Recovery from stroke: Current concepts and future perspectives. *Neurological Research and Practice*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s42466-020-00060-6>
- Heung, H. L., Tang, Z. Q., Shi, X. Q., Tong, K. Y., & Li, Z. (2020). Soft Rehabilitation Actuator With Integrated Post-stroke Finger Spasticity Evaluation. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8(February), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00111>
- Kasma, Safei, I., Zulfahmidah, Rachman, M. E., & Nasrudin Andi Mappaware. (2022). Pengaruh Kepatuhan Menjalani Rehabilitasi terhadap Peningkatan Kekuatan Otot Pada Pasien Pasca Stroke. *Fakumi Medical Journal: Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 1(3), 216–223. <https://doi.org/10.33096/fmj.v1i3.68>
- Kasrin, R., Mohd Said, F., Jafri, Y., & Delima, M. (2023). Pengalaman Pasien Pasca-Stroke Usia Dewasa Dalam Menjalankan Rehabilitasi Dirumah (Studi Fenomenologi). *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(2), 2318–2327. <http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/view/15712%0Ahttp://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jkt/article/download/15712/12449>
- Legoh, K. J., Lampah, C., & Gessal, J. (2023). Rehabilitasi Medik pada Gangguan Mobilisasi Pasca Stroke. *Medical Scope Journal*, 5(2), 198–207. <https://doi.org/10.35790/msj.v5i2.45275>
- McCall, J. V., Buckner, G. D., & Kamper, D. G. (2024). Soft pneumatic actuators for pushing fingers into extension. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01444-4>
- Mustofa, R., Ismail, R., Setiyana, B., Soedarto, J. H., & +62247460059, T. (2022). Perancangan Dan Pengembangan Produk Alat Terapi Jari Untuk Membantu Proses Rehabilitasi Pasien Pasca Stroke. *Jurnal Teknik Mesin S-1*, 10(2), 145–150.
- Pokhrel, S. (2024). No TitleEΛENH. *Ayan*, 15(1), 37–48.
- Putra Kusuma, A., Tri Utami, I., & Purwono, J. (2022). Pengaruh Terapi “Menggengam Bola Karet Bergerigi” Terhadap Perubahan Kekuatan Otot Pada Pasien Stroke Diukur Menggunakan Hangryp Dynamometer Di Ruang Syaraf Rsud Jend a Yani Kota Metro. *Jurnal Cendikia Muda*, 2(1), 17–23. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpts/article/view/53930>

- Wang, H., Chandrashekhar, R., Rippetoe, J., & Ghazi, M. (2020). Focal muscle vibration for stroke rehabilitation: A review of vibration parameters and protocols. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(22), 1–21. <https://doi.org/10.3390/app10228270>
- Waruwu, M. (2024). Metode Penelitian dan Pengembangan (R&D): Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(2), 1220–1230. <https://doi.org/10.29303/jipp.v9i2.2141>
- Zhang, Q., Zheng, S., Li, S., Zeng, Y., Chen, L., Li, G., Li, S., He, L., Chen, S., Zheng, X., Zou, J., & Zeng, Q. (2023). Efficacy and safety of whole-body vibration therapy for post-stroke spasticity: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1074922>