

**SARUNG TANGAN REHABILITASI UNTUK PASIEN
PASCA STROKE BERBASIS AKTUATOR LUNAK
EKSOSKELETON PNEUMATIK
DENGAN ALAT GETAR**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana
Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

Reyhan Dinata

062140340304

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Reyhan Dinata
NPM : 062140340304
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 29 september 2003
Alamat : Plaju, 16 Ulu jln banten 6
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sarung Tangan Rehabilitasi untuk Pasien Pasca Stroke berbasis Aktuator Lunak Eksoskeleton Pneumatik dengan Alat Getar

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, Agustus 2025

Yang Menyatakan

Matem 
Reyhan Dinata 

HALAMAN PENGESAHAN
SARUNG TANGAN REHABILITASI UNTUK PASIEN PASCA
STROKE BERBASIS AKTUATOR LUNAK EKSOSKELETON
PNEUMATIK DENGAN ALAT GETAR



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan pada
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

OLEH :

Reyhan Dinata
062140340304

Palembang, 6 Agustus 2025

Dosen Pembimbing I,

Ir. M. Nawawi, M.T.
NIP 196312221991031006

Dosen Pembimbing II,

Ir. Evesha, S.T., M.Kom.
NIP 196411131989032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro,

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro,

Renny Maulida, S.T., M.T.
NIP 198910022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Hidup adalah realitas yang paling sulit untuk diterima, tuhan diibaratkan sebagai juru penyelamat bagi semua ciptaanya, tetapi tidak dipungkiri tuhan jugalah yang menciptakan kesulitan ini, Karena tidak ada satupun yang luput dari kendalinya. maka dari itu hidup secara rasional adalah cara terbaik untuk selamat dari kegilaan realitas ini.”

“Reyhan Dinata”

Dipersembahkan Kepada :

- 1. Kepada kedua orang tuaku serta kedua saudariku yang telah mendukung dan memberikan kasih sayang begitu besar kepada penulis hingga bisa berada disini hingga detik ini, aku sangat berterimakasih kepada kalian semua**
- 2. Kepada pasanganku yang sudah menemani dan memberikan dukungan secara konsisten dari tahun ketahun, tanpa menilai dari segi materialistis. Akupun sangat berterimakasih karena kamu masih ada disini.**
- 3. Kepada para teman-teman seperjuanganku yang telah mewarnai setiap perjalanan penulis dari awal perkuliahan hingga titik akhir dari pendidikan ini, aku bersyukur mengenal dan memiliki teman seperti kalian.**
- 4. Kepada seluruh dosen dan staff teknik elektro terkhusus pada dosen pembimbing terbaik yang pernah saya dapati yaitu :

Ir.M.Nawawi,M.T. selaku pembimbing I

Evelina, S.T.,M.Kom. selaku pembimbing II**
- 5. Almamater politeknik negeri sriwijaya, terimakasih sudah menjadi bagian dan cerita hidupku untuk menggapai kesuksesan.**

ABSTRAK

SARUNG TANGAN REHABILITASI UNTUK PASIEN PASCA STROKE BERBASIS AKTUATOR LUNAK EKSOSKELETON PNEUMATIK DENGAN ALAT GETAR

(2025 : vi + 134 Halaman + 61 Gambar + 24 Tabel + Lampiran + Daftar Pustaka)

REYHAN DINATA

062140340304

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Stroke merupakan gangguan aliran darah ke otak yang menyebabkan kerusakan fungsi saraf dan dapat mengakibatkan kelumpuhan pada bagian tubuh seperti tangan dan jari. Penelitian ini bertujuan merancang alat bantu rehabilitasi jari pasien pasca stroke menggunakan aktuator lunak eksoskeleton yang dilengkapi dengan modul getar berfrekuensi 50 Hz. Metode yang digunakan meliputi Studi Literatur untuk mendalami teori pendukung serta Research and Development (R&D) untuk merancang dan mengembangkan alat secara sistematis. Aktuator lunak eksoskeleton digunakan sebagai media untuk menggerakkan jari pasien yang bermasalah dengan sistem pneumatik. Sementara itu, Alat getar 50 Hz berperan dalam menstimulasi reseptor sensorik dan motorik, membantu relaksasi otot, serta mengurangi spastisitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alat ini dapat meningkatkan fleksibilitas otot jari yang kaku dan merangsang respons saraf secara bertahap ini dibuktikan dengan hasil pengujian pada 4 pasien dengan kondisi 3 merupakan pasien pasca stroke dan 1 pasien dengan gangguan fungsi tangan selama 6 minggu, memberikan nilai rata-rata kesembuhan mencapai 41.25%. Dengan demikian, alat ini berpotensi menjadi solusi rehabilitasi pasif yang efektif dan mudah digunakan untuk mempercepat pemulihan pasien pasca stroke.

Kata kunci : Stroke, Rehabilitasi, Aktuator Lunak Eksoskeleton, Alat getar, Jari Tangan

ABSTRACT

REHABILITATION GLOVE FOR POST-STROKE PATIENTS BASED ON PNEUMATIC SOFT EXOSKELETON ACTUATOR WITH VIBRATION DEVICE

(2025 : vi + 134 *pages* + 61 *Pictures* + 24 *Table* + *Attachment* + List of References)

REYHAN DINATA

062140340304

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Stroke is a disruption of blood flow to the brain that causes neurological damage and can result in paralysis in parts of the body, such as the hands and fingers. This study aims to design a rehabilitation device for post-stroke patients' fingers using a soft exoskeleton actuator equipped with a 50 Hz vibration module. The methods used include a Literature Study to explore supporting theories and a Research and Development (R&D) approach to systematically design and develop the device. The soft exoskeleton actuator functions as a medium to move impaired fingers through a pneumatic system. Meanwhile, the 50 Hz vibration module serves to stimulate sensory and motor receptors, assist in muscle relaxation, and reduce spasticity. The results show that the device can improve finger muscle flexibility and gradually stimulate nerve responses. This is evidenced by trials on four patients—three post-stroke patients and one with impaired hand function over a six-week period, showing an average recovery rate of 41.25%. Thus, this device has the potential to be an effective and user-friendly passive rehabilitation solution to accelerate the recovery process of post-stroke patients.

Keywords : Stroke, Rehabilitation, Soft Exoskeleton Actuator, Vibration Device, Fingers

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan karunianya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang diberi judul “ **SARUNG TANGAN REHABILITASI UNTUK PASIEN PASCA STROKE BERBASIS AKTUATOR LUNAK EKSOSKELETON PNEUMATIK DENGAN ALAT GETAR** ” dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Pembahasan, dan Bab V Penutup

Penyusun Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih:

1. Bapak Ir.M.Nawawi,M.T., selaku Dosen Pembimbing I.

2. Ibu Evelina, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Dr.Ir.Selamat Muslimin, S.T., M. Kom.,IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Lindawati, S.T., M.T.I., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Ibu Renny Maulidda, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Elektro.
4. Seluruh Dosen Staf dan instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

5. Orangtua saya yang telah memberikan fasilitas, doa, bantuan, dan dukungannya
6. Azkiyah Fithri Inayah Sahna yang telah memberikan semangat dan dukungan serta bantuan untuk penulis menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.
7. Teman seperjuangan saya yang selalu membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua yang membacanya dan semoga segala bantuan serta bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapatkan rahmat dan ridho dari Allah SWT, Amin.

Palembang, Agustus 2025

Reyhan Dinata

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan.....	4
1.4.2 Manfaat.....	5
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.5.1 Metode Studi Literatur	5
1.5.2 Metode Research and Development (R&D).....	5
1.5.3 Metode Observasi	5
1.5.4 Metode Wawancara	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 <i>State of the Art</i>	8
2.2 Penyakit Stroke.....	15
2.2.1 Stroke Ringan dan Stroke Berat.....	16
2.2.2 Pasca Stroke.....	17
2.2.3 Rehabilitasi Pasca Stroke	17
2.3 Aktuator Lunak Eksoskeleton	18
2.4 Motor Dc Vibration N30	21
2.5 Tinkercad.....	23
2.6 Fritzing.....	24
2.7 Microsoft Visio	25

2.8	<i>Software Arduino Ide</i>	26
2.9	NodeMCU ESP32.....	27
2.10	Relay.....	27
2.11	Arduino Mega.....	28
2.12	Sensor Getaran SW-420.....	31
2.13	Sensor Tekanan Angin 40Kpa Digital Barometric	32
2.14	Sensor Flex.....	33
2.15	<i>Liquid Crystal Display I2C (LCD)</i>	34
2.16	Solenoid Valve 3 Way mini	35
2.17	DC Air Pump WP36C 12V	36
2.18	Adaptor 12V	38
2.19	Power Supply 5v.....	39
2.20	Switch Toggle.....	40
2.21	Potensio 10k	40
2.22	Driver Motor BTS7960.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		43
3.1	Kerangka Penelitian.....	43
3.1.1	Studi Literatur.....	43
3.1.2	Persiapan dan Pengumpulan Data.....	44
3.1.3	Perancangan dan Pembuatan Alat	44
3.1.4	Pengujian Alat.....	44
3.1.5	Evaluasi dan Analisis	45
3.1.6	Pembuatan Laporan Tugas Akhir.....	45
3.2	Metode Research and Development	45
3.3	Perancangan Sistem.....	55
3.3.1	Perancangan Mekanik	55
3.3.2	Desain Sarung Tangan Rehabilitasi.....	56
3.3.3	Desain Box Kontrol.....	58
3.3.4	Perancangan Elektronik.....	60
3.4	Perancangan Sistem Aktuator Lunak Eksoskeleton.....	61
3.5	Perancangan Sistem Alat Getaran.....	63
3.6	Perancangan Perangkat Lunak	68
3.6.1	Blok Diagram.....	69
3.6.2	<i>Flowchart</i>	70

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	72
4.1 Ringkasan Pengujian.....	72
4.2 Langkah-langkah Pengoperasian Alat.....	73
4.3 Pengujian Durasi Waktu Rehabilitasi.....	75
4.4 Pengujian Aktuator Lunak Eksoskeleton	76
4.5 Pengujian Alat Getaran	77
4.6 Pengujian pada Pasien.....	78
4.7 Data dan Hasil Pengujian.....	89
4.8 Analisa	91
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 kondisi pembuluh darah Pengidap stroke.....	16
Gambar 2. 2 kondisi fisik Pasien pasca stroke.....	17
Gambar 2. 3 Rehabilitasi fisik Pasien pasca stroke.....	18
Gambar 2. 4 <i>Smart Glove Exoskeleton Hand</i>	19
Gambar 2. 5 Motor <i>DC Vibration 5V</i>	22
Gambar 2. 6 <i>Tinkercad</i>	23
Gambar 2. 7 <i>Fritzing</i>	24
Gambar 2. 8 <i>Microsoft Visio</i>	25
Gambar 2. 9 <i>Arduino IDE (Sumber : Indobot Academy, 2024)</i>	26
Gambar 2. 10 <i>NodeMCU ESP32</i>	27
Gambar 2. 11 <i>Modul Relay Arduino</i>	28
Gambar 2. 13 <i>Arduino Mega</i>	29
Gambar 2. 14 <i>Sensor getaran</i>	31
Gambar 2. 15 <i>Sensor Tekanan Angin 40Kpa Digital Barometric</i>	32
Gambar 2. 16 <i>Sensor Flex</i>	33
Gambar 2. 17 <i>Light Crysral Display (LCD)</i>	34
Gambar 2. 18 <i>Solenoid Valve 3 Way</i>	35
Gambar 2. 19 <i>Pompa Angin Diafragma 12V</i>	37
Gambar 2. 20 <i>Adaptor 12V</i>	38
Gambar 2. 21 <i>power supply 5v</i>	39
Gambar 2. 22 <i>Switch Togle</i>	40
Gambar 2. 23 <i>Potensio 10k</i>	41
Gambar 2. 24 <i>Driver motor BTS7960</i>	41
Gambar 3. 1 Kerangka Pelaksanaan Tugas Akhir	37
Gambar 3. 2 Proses Pengumpulan Data	47
Gambar 3. 3 Diagram Perencanaan.....	47
Gambar 3. 4 Perancangan Produk Awal	48
Gambar 3. 5 Wawancara bersama ahli	49
Gambar 3. 6 Proses <i>Brainstorming</i> Revisi 1	51
Gambar 3. 7 Proses Pengujian alat pertama	52
Gambar 3. 8 Sarung tangan rehabilitasi dan kotak kontrol	53
Gambar 3. 9 Pengujian pada Pasien Penderita Stroke.....	53
Gambar 3. 10 Desain Sarung Tangan Rehabilitasi dengan Eksoskeleton	56
Gambar 3. 11 Bagian-bagian pada Aktuator Eksoskeleton	56
Gambar 3. 12 Pengoperasian valve pada Aktuator Eksoskeleton.....	57
Gambar 3. 13 Proses Kerja Sarung Tangan Rehabilitasi	58
Gambar 3. 14 Box Kontrol	58
Gambar 3. 15 Spesifikasi Diameter Box Kontrol	59
Gambar 3. 16 Wiring Diagram Sarung Tangan Rehabilitasi & Alat Getar.....	60
Gambar 3. 17 Wiring Skematik Sarung Tangan Rehabilitasi dan alat getar	61
Gambar 3. 18 Wiring Sistem Pneumatik	62
Gambar 3. 19 Jenis Sendi pada Jari Manusia	63

Gambar 3. 20 Alat Rehabilitasi Getaran.....	64
Gambar 3. 21 Wiring Diagram motor N30 sebagai Alat Getar.....	66
Gambar 3. 22 Instalasi Alat Getar Pada Sarung Tangan Rehabilitasi	67
Gambar 3. 23 Bagian – bagian pada Sendi Tangan.....	67
Gambar 3. 24 Blok Diagram Sistem Sarung Tangan Rehabilitasi Dan Alat Getar	69
Gambar 3. 25 Blok Diagram sistem operasi sarung tangan rehabilitasi	70
Gambar 3. 26 <i>Flowchart</i> sistem operasi sarung tangan rehabilitasi.....	71
Gambar 4. 1 Pasien Pasca Stroke.....	72
Gambar 4. 2 Prosedur Pemakaian Sarung Tangan	74
Gambar 4. 3 Prosedur Pengoperasian Kotak Kontrol	74
Gambar 4. 4 Tampilan Waktu pada Sesi Rehabilitasi Getar.....	75
Gambar 4. 5 Tampilan Waktu pada Sesi Rehabilitasi Aktuator Lunak	75
Gambar 4. 6 Proses Kerja Aktuator Lunak Eksoskeleton	76
Gambar 4. 7 Tampilan Pembacaan Sensor Tekanan Pada LCD.....	77
Gambar 4. 8 Proses Kerja Alat Getar	77
Gambar 4. 9 Tampilan Pembacaan Sensor Getaran Pada LCD	78
Gambar 4. 10 Dokumentasi Pengujian Pada Pasien	79
Gambar 4. 11 Perbandingan perkembangan kesembuhan pasien	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the art</i> Sarung Tangan Rehabilitasi	8
Tabel 2. 2 Rincian Diameter Sarung Tangan	20
Tabel 2. 3 Rincian Diameter Eksoskeleton Tangan.....	20
Tabel 2. 4 Rincian Bahan Eksoskeleton ,Sarung Tangan,dan selang	21
Tabel 2. 5 Rincian Spesifikasih Motor Vibrasi N30.....	23
Tabel 2. 6 Rincian Arduino Mega	30
Tabel 2. 7 Rincian Solenoid Valve	36
Tabel 2. 8 Spesifikasi pompa WP36C	38
Tabel 3. 1 Tahapan model Borg & Gall.....	46
Tabel 3. 2 Proses Revisi projek.....	51
Tabel 3. 3 Proses Revisi projek II	54
Tabel 4. 1 Jadwal Pelaksanaan Pengujian alat.....	73
Tabel 4. 2 Hasil pengujian selama 5 hari pertama	80
Tabel 4. 3 Hasil pengujian selama 5 hari pasien kedua	81
Tabel 4. 4 Hasil pengujian selama 5 hari pasien ketiga.....	82
Tabel 4. 5 Hasil pengujian selama 5 hari pasien keempat	83
Tabel 4. 6 Skoring Indeks Barthel Minggu ke 1	85
Tabel 4. 7 Skoring Indeks Barthel Minggu ke 2	85
Tabel 4. 8 Skoring Indeks Barthel Minggu ke 3	85
Tabel 4. 9 Skoring Indeks Barthel Minggu ke 4	86
Tabel 4. 10 Skoring Indeks Barthel Minggu ke 5	86
Tabel 4. 11 Perbandingan perkembangan kesembuhan pasien	87
Tabel 4. 12 Tabel Pengujian SUS.....	90