

**SKRIPSI**

**TAHUN 2023**

**PEMANFAATAN *WEARABLE TECHNOLOGY* TERHADAP *OUTCOME QUALITY OF LIFE*, MOTORIK, KEMAMPUAN BERJALAN, DAN FUNGSI TANGAN PADA REHABILITASI PASIEN *POST-STROKE*:  
SEBUAH TINJAUAN SISTEMATIS**



**Disusun Oleh:**

**Muhammad Yaafi Ramadhan H.**

**C011201179**

**Pembimbing:**

**dr. Husnul Mubarak, Sp.KFR, N.M(K)**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER**

**FAKULTAS KEDOKTERAN**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2023**

**Pemanfaatan *Wearable Technology* Terhadap *Outcome Quality of Life*,  
Motorik, Kemampuan Berjalan, dan Fungsi Tangan pada Rehabilitasi  
Pasien *Post-Stroke*: Sebuah Tinjauan Sistematis**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada Universitas Hasanuddin  
Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran**

**Muhammad Yaafi Ramadhan H.  
C011201179**

**Pembimbing:  
dr. Husnul Mubarak, Sp. KFR., N.M(K)  
NIP. 198610182020121006**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER  
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN  
TAHUN 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Usulan penelitian ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : MUHAMMAD YAAFI RAMADHAN H.

NIM : C011201179

Tanda Tangan :



Tanggal : 22 November 2023

Tulisan ini sudah di cek (beri tanda √)

No	Rincian yang harus di'cek'	√
1	Menggunakan Bahasa Indonesia sesuai Ejaan Yang Disempurnakan	√
2	Semua bahasa yang bukan Bahasa Indonesia sudah dimiringkan	√
3	Gambar yang digunakan berhubungan dengan teks dan referensi disertakan	√
4	Kalimat yang diambil sudah di paraphrasa sehingga strukturnya berbeda dari kalimat asalnya	√
5	Referensi telah ditulis dengan benar	√
6	Referensi yang digunakan adalah yang dipublikasi dalam 10 tahun terakhir	√
7	Sumber referensi 70% berasal dari jurnal	√
8	Kalimat tanpa tanda kutipan merupakan kalimat saya	√

## HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui untuk dibacakan pada seminar akhir di Departemen Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dengan Judul:

**“ PEMANFAATAN *WEARABLE TECHNOLOGY* TERHADAP  
*OUTCOME QUALITY OF LIFE*, MOTORIK, KEMAMPUAN  
BERJALAN, DAN FUNGSI TANGAN PADA REHABILITASI PASIEN  
*POST-STROKE*: SEBUAH TINJAUAN SISTEMATIS”**

**Hari/Tanggal : 31 Oktober 2023**

**Waktu : 13.00 WITA**

**Tempat : Departemen IKFR RSP Ged. A Lt. 7**

**Makassar, 31 Oktober 2023**

**Mengetahui,**

  
**dr. Husnul Mubarak, Sp. KFR., N.M(K)**  
**NIP. 198610182020121006**

BAGIAN ILMU KEDOKTERAN FISIK DAN REHABILITASI  
FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023

TELAH DISETUJUI UNTUK DICETAK DAN DIPERBANYAK

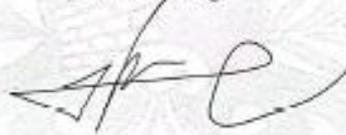
UNIVERSITAS HASANUDDIN

Skripsi dengan Judul :

**“ PEMANFAATAN *WEARABLE TECHNOLOGY* TERHADAP *OUTCOME QUALITY OF LIFE*, MOTORIK, KEMAMPUAN BERJALAN, DAN FUNGSI TANGAN PADA REHABILITASI PASIEN *POST-STROKE*: SEBUAH TINJAUAN SISTEMATIS”**

Makassar, 31 Oktober 2023

Pembimbing



**dr. Husnul Mubarak, Sp. KFR., N.M(K)**  
NIP. 198610182020121006

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Yaafi Ramadhan H.  
NIM : C0112011179  
Fakultas/Program Studi : Kedokteran/Pendidikan Dokter  
Judul Skripsi : Pemanfaatan *Wearable Technology* Terhadap *Outcome Quality of Life*, Motorik, Kemampuan Berjalan, dan Fungsi Tangan pada Rehabilitasi Pasien *Pots-Stroke*: Sebuah Tinjauan Sistematis

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

## DEWAN PENGUJI

Pembimbing : dr. Husnul Mubarak, Sp. KER., N.M(K)

(.....)

Penguji 1 : dr. Waode Sri Nikmatiah, Sp. KFR., K.R(K), AIFO-K

(.....)

Penguji 2 : dr. Rahadi Arie Hartoko, Sp.KFR., AIFO-K

(.....)

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 31 Oktober 2023

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

**“PEMANFAATAN *WEARABLE TECHNOLOGY* TERHADAP *OUTCOME QUALITY OF LIFE*, MOTORIK, KEMAMPUAN BERJALAN, DAN FUNGSI TANGAN PADA REHABILITASI PASIEN *POST-STROKE*: SEBUAH TINJAUAN SISTEMATIS”**

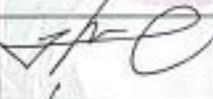
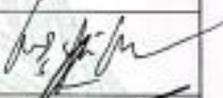
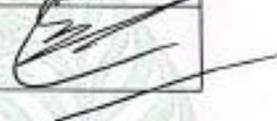
Disusun dan Diajukan Oleh:

Muhammad Yaafi Ramadhan H.

C0112011179

Menyetujui

Panitia Penguji

No.	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1.	dr. Husnul Mubarak, Sp. KFR., N.M(K)	Ketua Penguji (Pembimbing)	
2.	dr. Waode Sri Nikmatiah, Sp. KFR., K.R(K), AIFO-K	Penguji 1	
3.	dr. Rahadi Arie Hartoko, Sp.KFR., AIFO-K	Penguji 2	

Mengetahui

Wakil Dekan Bidang Akademik dan  
Konsentrasi Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin



dr. Agus Santiaji, M.Clin Med,  
Ph.D., Sp.GK(K)

NIP 19700821199931001

Ketua Program Studi Sarjana  
Kedokteran Fakultas Kedokteran  
Universitas Hasanuddin



dr. Ririn Nislawati, M.Kes., Sp.M.

NIP. 19810118200912203

## HALAMAN PERNYATAAN ANTIPLAGIARISME

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Yaafi Ramadhan H.

NIM : C011201179

Fakultas/Program Studi : Kedokteran/Pendidikan Dokter

Dengan ini saya menyatakan bahwa seluruh skripsi ini adalah hasil karya saya. Apabila ada kutipan atau pemakaian dari hasil karya orang lain baik berupa tulisan, data, gambar, atau ilustrasi baik yang telah dipublikasikan atau belum dipublikasikan telah direferensikan sesuai ketentuan akademik.

Saya menyadari plagiarisme adalah kejahatan akademik dan melakukannya akan menyebabkan sanksi yang berat berupa pembatalan skripsi dan sanksi akademik yang lain.

Makassar, 31 Oktober 2023

Penulis



Muhammad Yaafi Ramadhan H.  
NIM C011201179

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Puji dan syukur panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan *Wearable Technology* Terhadap *Outcome Quality of Life*, Motorik, Kemampuan Berjalan, dan Fungsi Tangan pada Rehabilitasi Pasien *Pots-Stroke*: Sebuah Tinjauan Sistematis” ini. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi dan sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran (S.Ked) di Universitas Hasanuddin.

Dalam penulisan skripsi ini tentu terdapat banyak kesulitan, tetapi berkat bimbingan dan bantuan yang tidak henti hentinya diberikan kepada penulis dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Allah subhanahu wa ta'ala, atas rahmat dan ridho-Nya lah skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Nabi Muhammad Shalallahu 'alaihi wasallam, sebaik-baik panutan yang mendoakan kebaikan atas umatnya.
3. Kedua orang tua, Abd. Haris, S.E., dan Ita Ilyani, yang selalu sabar dan ikhlas dalam memberikan kasih sayang, mendidik, dan membimbing sehingga penulis dapat menuntut ilmu hingga perguruan tinggi di Universitas Hasanuddin serta turut mendoakan saya selama ini.
4. dr. Husnul Mubarak, Sp. KFR., N.M(K) selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. dr. Waode Sri Nikmatiah, Sp. KFR., K.R(K)., AIFO-K dan dr. Rahadi Arie Hartoko, Sp.KFR., AIFO-K selaku penguji yang telah memberikan arahan dan masukan dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini.
6. dr. Muhammad Isyraq Raihan H. dan Raiza Syahirah Nabila H. selaku saudara, serta kucing kesayangan saya Cookie yang turut mendukung, mendoakan, dan menghibur saya agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Kak Vinia Syafitri Pull Cherrima, atas ilmu yang diberikan sehingga memudahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.

8. *Chairmate* penulis sejak perkuliahan *offline*, Muhammad Wahyudi Kalundu dan Muhammad Fadhil Banjar yang senantiasa membantu, memotivasi, dan mendukung, menekan, serta mengingatkan penulis dalam kebaikan selama penyusunan skripsi ini.
9. Teman-teman AST20GLIA, khususnya Azka, Cica, Rif'at, Dina, Cila, Maydiah, dan nama-nama lain yang tidak dapat disebutkan oleh penulis satu persatu yang turut membantu dan mendukung penulis selama proses penyusunan skripsi hingga akhir.
10. Teman-teman KKN-PK Kelurahan Parangluara, yang senantiasa menyemangati penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
11. Sahabat Masyarakat Tampan (Ihsanul, Syawal, Fadli, Naufal, Al, Amal, Radhi, Zahrul, Syibli, Gilang, Alif Zek, Fido, Aflah, Faris, Akhyar, Eugene, Rafli, Hardi, Albar, Iffat) yang senantiasa berbagi kabar dan menyemangati penulis dalam Menyusun skripsi ini
12. Serta semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi. Akhir kata, tiada kata yang patut penulis ucapkan selain doa semoga Tuhan senantiasa melimpahkan rahmat dan berkah-Nya.

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Makassar, 31 Oktober 2023



Muhammad Yaafi Ramadhan H.

Penulis

## ABSTRAK

**Pendahuluan:** *Stroke* adalah penyakit dengan defisit/gangguan neurologis ditandai dengan kerusakan pembuluh darah otak atau gangguan sirkulasi pembuluh darah otak. *Stroke* adalah penyakit dengan tingkat disabilitas tertinggi dan menempati posisi kedua tertinggi penyebab kematian di negara berpendapatan menengah—atas pada sebagian besar insiden. Sekuel *post-stroke* yang bisa terjadi seperti gangguan berjalan, gangguan motorik, dan fungsi tangan yang berdampak signifikan pada aktivitas sehari-hari. Manajemen *stroke* melibatkan rehabilitasi medik untuk mengoptimalkan *outcome* pasien *post-stroke*. Namun, berbagai tantangan dalam melakukan terapi rehabilitasi khususnya rehabilitasi konvensional seperti keterbatasan SDM dan alat yang memadai, kepatuhan pasien dalam menjalankan terapi, terapi berkepanjangan, dan perbaikan yang tidak begitu signifikan. Perkembangan teknologi yang dapat digunakan untuk menjawab tantangan tersebut adalah penggunaan *wearable technology*. **Tujuan:** Untuk mengidentifikasi dan menganalisis pemanfaatan *wearable technology* terhadap *outcome* pasien *post-stroke*. **Metode:** *Systematic review* ini dibuat berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement (PRISMA)* dengan melakukan pencarian studi dari berbagai sumber literatur yang valid, seperti PubMed, *Science Direct*, Epistemonikos, DOAJ, dan *self-research* dengan kata kunci mengikuti kriteria inklusi yang ditetapkan oleh penulis. **Hasil dan Pembahasan:** Secara umum pada studi yang terinklusi, terdapat intervensi yang memberikan efek yang signifikan dengan nilai  $P < 0.05$  yang disertai dengan peningkatan *mean change* terhadap *outcome quality of life*, motorik, kemampuan berjalan, dan fungsi tangan pada kelompok intervensi dibandingkan dengan atau tanpa kelompok kontrol. Namun, beberapa intervensi tidak memberikan efek yang signifikan serta peningkatan *mean change* yang tidak begitu meningkat terhadap *outcome* pasien *post-stroke*. **Kesimpulan:** Secara garis besar penggunaan *wearable technology* dalam berbagai bentuk dan kombinasi misalnya dengan rehabilitasi konvensional memberikan dampak dalam meningkatkan kualitas QoL, kemampuan motorik, kemampuan berjalan, serta fungsi tangan pada pasien *post-stroke*. **Kata Kunci:** *Wearable Technology, Post-Stroke, Outcome, Systematic Review*

## ABSTRACT

**Introduction:** Stroke is a disease characterized by neurological deficits/disorders caused by damage to the blood vessels in the brain or disruptions in cerebral blood circulation. Stroke is a highly disabling condition and ranks as the second leading cause of death in middle-income countries, surpassing most other incidents. Post-stroke sequelae can include walking impairments, motor impairments, and hand function impairments that significantly impact daily activities. Stroke management involves medical rehabilitation to optimize post-stroke patient outcomes. However, various challenges exist in implementing rehabilitation therapy, particularly conventional rehabilitation, such as limited human resources and adequate equipment, patient compliance with therapy, prolonged therapy duration, and less significant improvements. The development of technology that can address these challenges includes the use of wearable technology. **Objective:** To identify and analyze the utilization of wearable technology in improving post-stroke patient outcomes. **Methods:** This systematic review was conducted following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses Statement (PRISMA) guidelines. Valid literature sources, such as PubMed, Science Direct, Epistemonikos, DOAJ, and self-research, were searched using predefined inclusion criteria. **Results and Discussion:** Overall, the included studies showed interventions that had a significant effect with a P-value  $<0.05$ , accompanied by an increased mean change in quality of life, motor function, walking ability, and hand function in the intervention group compared to the control group or no intervention. However, some interventions did not show a significant effect, and the increase in mean change towards post-stroke patient outcomes was not substantial. **Conclusion:** In general, the use of wearable technology in various forms and combinations, such as in conjunction with conventional rehabilitation, has an impact on improving quality of life, motor function, walking ability, and hand function in post-stroke patients.

**Keywords:** Wearable Technology, Post-Stroke, Outcome, Systematic Review

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN ANTIPLAGIARISME</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>ABSTRAK</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan Umum.....	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Bagi Peneliti.....	4
1.4.2 Bagi Akademis/Institusi Pendidikan.....	4
1.4.3 Bagi Masyarakat.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Anatomi Pembuluh Darah Otak.....	5
2.2 Stroke.....	5
2.2.1 Definisi.....	5
2.2.2 Faktor Risiko.....	6
2.2.3 Klasifikasi dan Patofisiologi.....	6

2.2.4	Diagnosis.....	8
2.2.5	Tatalaksana Rehabilitasi.....	11
2.3	<i>Quality of Life (QoL)</i> .....	13
2.4	Kemampuan Motorik .....	15
2.5	Kemampuan Berjalan.....	17
2.6	Fungsi Tangan.....	20
2.7	Kecacatan, Limitasi, dan Komplikasi yang Terjadi pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	21
2.8	<i>Timeline</i> Pemulihan <i>Stroke</i> .....	22
2.9	<i>Wearable Technology</i> dan Pengaplikasiannya pada Pasien <i>Post-Stroke</i> ....	23
<b>BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEPTUAL.....</b>		26
3.1	Variabel yang Diteliti.....	26
3.2	Kerangka Teori.....	26
3.3	Kerangka Konsep.....	27
3.4	Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	28
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>		33
4.1	Desain Penelitian.....	33
4.2	Metode Pencarian Studi .....	33
4.2.1	Database dan Kata Kunci Pencarian Studi.....	33
4.2.2	Protokol dan Penyaringan Studi.....	33
4.2.3	Kriteria Eligibilitas Studi .....	34
4.2.4	Ekstraksi Data (Data Collection) .....	35
4.2.5	Metode Penilaian <i>Risk of Bias</i> dan Menggunakan <i>Quality Assessment Tool</i> .....	36
4.3	Alur Penelitian .....	37
4.4	Rancangan Anggaran .....	38

<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>39</b>
5.1 Hasil Pencarian dan Penyaringan Studi .....	39
5.2 <i>Risk of Bias</i> Studi Inklusi .....	40
5.3 Efek Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap <i>Quality of Life</i> pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	43
5.4 Efek Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap Fungsi Motorik pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	44
5.5 Efek Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap Kemampuan Berjalan pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	46
5.6 Efek Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap Fungsi Tangan pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	49
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>59</b>
6.1 Kesimpulan .....	59
6.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> <i>Timeline</i> Pemulihan Biologis pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	23
<b>Gambar 2.2</b> Alur Pembuatan <i>Wearable Technology</i> dan Koneksinya Dengan Aspek Kesehatan.....	23
<b>Gambar 2.3</b> Asesmen Rehabilitasi Berbasis <i>Wearable Technology</i> .....	25
<b>Gambar 4.1</b> Alur Identifikasi dan Penyaringan Studi Berdasarkan PRISMA <i>Guideline</i> 2020.....	34
<b>Gambar 5.1</b> Hasil Pencarian dan Penyaringan Studi berdasarkan PRISMA <i>Guideline</i> 2020.....	40
<b>Gambar 5.2</b> Grafik <i>Risk of Bias</i> Studi Inklusi .....	41
<b>Gambar 5.3</b> <i>Summary Risk of Bias</i> Studi Inklusi .....	42

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Faktor Risiko Terjadinya <i>Stroke</i> .....	6
<b>Tabel 2.2</b> Gejala Klinis <i>Stroke</i> Iskemik Berdasarkan Letak Pembuluh Darah Iskemiknya .....	10
<b>Tabel 2.3</b> Rekomendasi Rehabilitasi Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	12
<b>Tabel 2.4</b> Instrumen yang Digunakan untuk Mengukur <i>Quality of Life</i> Untuk Pasien <i>Stroke</i> .....	14
<b>Tabel 2.5</b> Kecacatan, Limitasi, dan Komplikasi yang Terjadi pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	21
<b>Tabel 4.1</b> PICO yang Digunakan Untuk Menyeleksi Kriteria Inklusi Studi <i>Systematic Review</i> .....	35
<b>Tabel 5.1</b> Karakteristik Studi Inklusi terkait Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap <i>Quality of Life</i> pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	51
<b>Tabel 5.2</b> Karakteristik Studi Inklusi terkait Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap Fungsi Motorik pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	52
<b>Tabel 5.3</b> Karakteristik Studi Inklusi terkait Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap Kemampuan Berjalan pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	54
<b>Tabel 5.4</b> Karakteristik Studi Inklusi terkait Pemanfaatan <i>Wearable Technology</i> terhadap Fungsi Tangan pada Pasien <i>Post-Stroke</i> .....	57
<b>Tabel 5.5</b> Hasil Asesmen Risiko Bias Studi Inklusi menggunakan <i>National Institute of Health Study</i> .....	58

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Salah satu penyakit yang lazim kita dengar di kalangan lansia yang masih tren adalah *stroke*. *Stroke* merupakan penyakit dengan defisit atau gangguan neurologis yang ditandai dengan adanya kerusakan pembuluh darah otak atau gangguan sirkulasi pada pembuluh darah otak sehingga terjadi penurunan suplai atau perfusi oksigen pada otak (Kuriakose and Xiao, 2020). Banyak faktor risiko yang dapat memicu terjadinya *stroke* mulai dari yang faktor yang dapat dimodifikasi hingga faktor yang dapat dimodifikasi. *Stroke* di seluruh dunia merupakan penyakit dengan tingkat disabilitas tertinggi dan menempati posisi kedua tertinggi penyebab kematian di negara berpendapatan menengah ke atas pada sebagian besar insiden (Murphy *et. al.*, 2020). Prevalensi *stroke* menunjukkan peningkatan dari tahun 1990—2016 yang mencapai 13,7 juta kasus baru dan 5,5 juta kematian akibat *stroke* berdasarkan sebuah studi dari *Global Burden Disease* (GBD) dan juga 116,4 juta orang di dunia yang mengalami disabilitas berdasarkan *disability-adjusted life-years* (DALYs). Di Indonesia berdasarkan data Riskesdas 2018 insiden *stroke* dari tahun 2013 ke tahun 2018 mengalami peningkatan prevalensi *stroke* sebanyak 11 orang per 1000 penduduk yang umumnya menyerang lansia walaupun tidak menutup kemungkinan menyerang pada mereka yang masih muda dengan perbandingan kejadian antara laki-laki dan perempuan yang relatif sama. Proporsi disabilitas yang disebabkan oleh *stroke* menjadi yang tertinggi dibandingkan keseluruhan penyakit yang ada. Keadaan ini menunjukkan perlunya perhatian dari berbagai pihak untuk meningkatkan manajemen pencegahan, tatalaksana, serta rehabilitasi pasien *post-stroke*.

Sekuel *post-stroke* yang dimaksud adalah gangguan kemampuan berjalan, gangguan motorik, dan fungsi tangan yang berdampak signifikan pada aktivitas sehari-hari (ADL) (Villafañe *et al.*, 2018; Tanaka *et al.*, 2019) seperti *impairment*, restriksi partisipasi (*handicap*), limitasi aktivitas (*disability*), dan lain sebagainya (Bataar *et. al.*, 2013). Gangguan dari kemampuan berjalan yang

sering dijumpai adalah terjatuh yang bahkan bisa berakibat pada fraktur tulang dan cedera berat jika dibandingkan dengan populasi umum (Önal, Karaca and Sertel, 2020).

Manajemen *stroke* melibatkan rehabilitasi medik untuk mengoptimalkan *outcome* pasien *post-stroke* (Kuriakose and Xiao, 2020). Studi menunjukkan bahwa tindakan rehabilitasi yang lebih awal dalam kurun waktu 3—6 bulan pertama pasien *post-stroke* berdampak signifikan pada QoL (Coleman *et al.*, 2017). Namun, ada berbagai tantangan dalam melakukan terapi rehabilitasi khususnya terapi rehabilitasi konvensional seperti keterbatasan sumber daya manusia dan alat yang memadai, kepatuhan pasien dalam menjalankan terapi, terapi yang berkepanjangan, dan perbaikan yang tidak begitu signifikan (Miller *et al.*, 2017).

*Wearable technology* merupakan wujud perkembangan teknologi yang dapat digunakan secara langsung kepada tubuh manusia yang mampu melakukan pengukuran ataupun stimulasi tertentu berdasarkan pengaturannya. Teknologi ini bisa digunakan di tangan, kaki, panggul, bahkan meliputi seluruh tubuh untuk *setting* pasien yang dirawat jalan atau di rumah sakit untuk dinilai secara langsung maupun dari jarak jauh dan dipantau lebih lanjut mengenai perkembangan terapinya (Godfrey *et al.*, 2018).

Berbagai penelitian membuktikan bahwa pemanfaatan *wearable technology* mampu memberikan dampak positif dari berbagai aspek guna menjawab tantangan yang dihadapi pasien *post-stroke* jika dibandingkan dengan terapi konvensional tanpa menggunakan *wearable technology*. Oleh sebab itu, *reviewer* membuat sebuah studi tinjauan sistematis dengan melakukan pencarian penelitian studi dari berbagai sumber mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap *outcome* fungsi motorik, kemampuan berjalan, QoL, dan fungsi tangan pada rehabilitasi pasien *stroke* menggunakan metode yang terstandarisasi oleh *cochrane guideline for systematic review* dengan kriteria inklusi studi yang ditentukan oleh *reviewer* melalui identifikasi, analisis, dan penilaian secara kritis (*critical appraisal*), sistematis, dan menyeluruh.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada *systematic review* ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil *systematic review* mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap QoL pada rehabilitasi pasien *post-stroke*?
2. Bagaimana hasil *systematic review* mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap *outcome* fungsi motorik pada rehabilitasi pasien *post-stroke*?
3. Bagaimana hasil *systematic review* mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap kemampuan berjalan pada rehabilitasi pasien *post-stroke*?
4. Bagaimana hasil *systematic review* mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap fungsi tangan pada rehabilitasi pasien *post-stroke*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan umum dan tujuan khusus dalam studi ini adalah sebagai berikut:

### 1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengidentifikasi dan menganalisis penelitian yang ada mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap *outcome* QoL, motorik, kemampuan berjalan, dan fungsi tangan pada rehabilitasi pasien *post-stroke*.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui karakteristik pasien *post-stroke* pada berbagai studi.
2. Untuk mengetahui QoL pada pasien *post-stroke* sebelum dan setelah diberikan intervensi *wearable technology* dari berbagai studi primer yang telah ada saat ini.
3. Untuk mengetahui kemampuan motorik pada pasien *post-stroke* sebelum dan setelah diberikan intervensi *wearable technology* dari berbagai studi primer yang telah ada saat ini.

4. Untuk mengetahui kemampuan berjalan pada pasien *post-stroke* sebelum dan setelah diberikan intervensi *wearable technology* dari berbagai studi primer yang telah ada saat ini.
5. Untuk mengetahui fungsi tangan pada pasien *post-stroke* sebelum dan setelah diberikan intervensi *wearable technology* dari berbagai studi primer yang telah ada saat ini.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Bagi Peneliti**

Dengan adanya studi ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan peneliti mulai dari pencarian, pengumpulan, pengolahan studi terinklusi hingga dalam melakukan *qualitative synthesis* mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap berbagai *outcome* pada rehabilitasi pasien *post-stroke*.

### **1.4.2 Bagi Akademis/Institusi Pendidikan**

Tinjauan sistematis ini dapat menjadi referensi dengan *evidence-based medicine* yang tinggi untuk merancang berbagai penelitian berikutnya yang berkaitan dengan topik *wearable technology* dan *stroke* di lingkup Universitas Hasanuddin.

### **1.4.3 Bagi Masyarakat**

Hasil tinjauan sistematis dari berbagai studi dapat dijadikan sumber pengetahuan bagi masyarakat mengenai pemanfaatan *wearable technology* terhadap *outcome* motorik, kemampuan berjalan, QoL, dan fungsi tangan pada rehabilitasi pasien *post-stroke* sehingga masyarakat mampu menerapkan pengetahuan tersebut dalam kehidupan mereka.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Anatomi Pembuluh Darah Otak**

Vaskularisasi otak berasal dari *a. carotis interna* dan *a. vertebralis*. *A. carotis interna* akan memvaskularisasi otak melalui *a. cerebri media* dan *a. cerebri anterior* yang bisa disebut sebagai sirkulasi anterior. Berikutnya, kedua *a. vertebralis* akan beranastomosis pada batas caudal pons membentuk *a. basillaris* yang memvaskularisasi mesencephalon dan cerebellum serta hemisfer cerebri melalui *a. cerebri posterior*. Sirkulasi anterior dan posterior inilah yang akan membentuk sirkulus willisi (Munir and Badrul, 2017).

*A. cerebri media* merupakan cabang terbesar dari *a. carotis interna* yang memvaskularisasi area lobus parietal, lobus frontal, dan lobus temporal secara luas meliputi korteks motorik dan sensorik primer, area *Broca* dan *Wernicke*, korteks auditorik primer dan korteks gustatorik primer. *A. cerebri anterior* berasal dari *a. carotis interna* yang memvaskularisasi area korteks motorik dan sensorik primer yang luas. *A. basillaris* berasal dari *a. vertebralis dextra et sinistra* di anterior mesencephalon yang nantinya bercabang menjadi *a. cerebelli inferior*, *a. cerebelli anterior*, dan *a. cerebelli superior* (Munir and Badrul, 2017).

Gangguan sirkulasi jangka panjang pada salah satu bagian otak bisa berdampak pada hilangnya fungsi dan bisa terjadi nekrosis jaringan otak (infark serebri) yang nantinya akan bermanifestasi klinis dengan terjadinya defisit neurologis yang onsetnya tiba-tiba (*stroke*). Penyebab iskemik tersering, yaitu emboli yang berasal dari jantung atau oklusi (sumbatan) langsung di pembuluh darah kecil otak akibat plak *atherosclerosis* (Munir and Badrul, 2017).

### **2.2 Stroke**

#### **2.2.1 Definisi**

*Stroke* adalah sekumpulan gejala klinis berupa defisit neurologis yang sifatnya akut pada otak, medulla spinalis, ataupun retina baik sebagian atau keseluruhan yang menetap  $\geq 24$  jam akibat gangguan pada pembuluh darah otak seperti infark pada otak, perdarahan intraserebral, ataupun hemoragik yang bisa

berujung kematian. Definisi ini bisa saja berbeda tergantung penyebab, manifestasi klinis, maupun hasil *imaging*, tetapi memiliki kesamaan, yaitu adanya kematian sel (infark) pada SSP. *Stroke* sendiri masih menjadi penyebab utama disabilitas dan kematian seluruh dunia (Sacco *et al.*, 2013).

Dikenal juga istilah TIA yang memiliki klinis mirip dengan *stroke*. TIA merupakan kegawatdaruratan medis berupa episode gangguan neurologis karena kurangnya suplai oksigen ke sel-sel otak secara fokal, medulla spinalis, ataupun retina kurang dari 1 jam tanpa menunjukkan adanya kematian jaringan yang akut maupun cedera/trauma pada SSP. TIA memberikan isyarat untuk waspada pada serangan *stroke* iskemik dalam 48 jam berikutnya. Maka dari itu, diperlukan skrining/*follow up* yang lebih awal untuk mencegah hal demikian (Chaturvedi and Levine, 2022).

### 2.2.2 Faktor Risiko

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Murphy *et al.* pada tahun 2020, faktor risiko dibagi menjadi sebagai berikut:

**Tabel 2.1 Faktor Risiko Terjadinya *Stroke***

Risiko yang Tidak Dapat Dimodifikasi	Risiko yang Dapat Dimodifikasi
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usia</li> <li>- Jenis Kelamin</li> <li>- Etnis</li> <li>- Genetik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hipertensi</li> <li>- Diabetes Mellitus</li> <li>- Cardiac Factors</li> <li>- Dislipidemia</li> <li>- Obesitas dan <i>Sedentary Lifestyle</i></li> <li>- Merokok dan Alkohol</li> </ul>

### 2.2.3 Klasifikasi dan Patofisiologi

#### ***Stroke* Hemoragik/*Stroke* Perdarahan**

*Stroke* hemoragik merupakan perdarahan akibat ruptur/pecahnya pembuluh darah otak. Secara umum, *stroke* hemoragik bisa diakibatkan oleh hipertensi, *Cerebral Amyloid Angiopathy* (CAA), dan kelainan vaskular otak. *Stroke* hemoragik bisa dibagi menjadi perdarahan intraserebral (ICH) dan perdarahan *subarachnoid* (SAH) (Unnitan *et. al*, 2022).

Perdarahan intraserebral (ICH) merupakan perdarahan di parenkim otak bisa dengan atau tanpa ekstensi darah. ICH bisa disebabkan oleh penyebab trauma (trauma *capitis*) maupun non-trauma (hipertensi, obat-obatan, neoplasma, dan etiologi lainnya) (Rajashekar and Liang, 2022), sedangkan perdarahan *subarachnoid* merupakan perdarahan yang terjadi di antara arachnoid dan piamater (ruptur aneurisma *berry*) yang umumnya disebabkan oleh trauma pada sebagian besar insiden (Ziu and Mesfin, 2022).

Hematoma yang terbentuk di daerah perdarahan seperti di *ganglia basalis, lobus cerebri, thalamus, pons*, batang otak, dan juga *cerebellum* akan mengganggu suplai darah ke neuron sehingga timbullah pelepasan neurotransmitter, disfungsi mitokondria, dan kerusakan seluler. Thrombin kemudian mengaktifasi *microglia* yang mengakibatkan terjadinya inflamasi dan edema (Magid *et. al*, 2022). Hematoma yang terbentuk menekan jaringan sekitar sehingga terjadilah peningkatan intracranial sebagai cedera primer. Sedangkan, untuk cedera sekunder bisa berasal dari inflamasi, disrupsi sawar darah otak, overproduksi *Reactive Oxygen Species* (ROS), dan sebagainya.

Hematoma yang terbentuk bisa juga membesar dalam kurun waktu tiga sampai dua belas jam. Di daerah sekitar hematoma akan ada daerah yang mengalami hipoperfusi sehingga bisa terjadi nekrosis jaringan dan menimbulkan manifestasi klinis defisit neurologis sesuai daerah yang mengalami nekrosis (Chen *et. al*, 2014).

## **Stroke Iskemik**

Stroke iskemik didefinisikan sebagai gangguan neurologis yang erat kaitannya dengan adanya *thrombosis* atau emboli yang memicu terjadinya penurunan suplai aliran darah ke otak sehingga jaringan otak berpotensi untuk mengalami nekrosis. Proses obstruksi dalam hal ini *thrombosis* bisa menghambat aliran darah ke beberapa daerah di otak. Yang termasuk faktor risiko dalam hal ini adalah adanya disfungsi endotel (plak *atherosclerosis*, *fibromuscular dysplasia*, *vasculitis*, diseksi arteri). Emboli terjadi jika ada sumbatan yang berasal dari lokasi lain di tubuh misalnya yang sering itu dari katup atau ruang jantung ataupun di pembuluh darah besar yang kemudian bermigrasi ke sirkulasi intrakranial (Hui C. *et al.*, 2022).

Ketika sumbatan/*thrombus* sudah ada di daerah tertentu di otak maka gejala akan berkembang seiring dengan banyaknya neuron yang tidak mendapat suplai glukosa dan oksigen. Namun, beberapa pembuluh darah kolateral masih bisa menyediakan substansi metabolik pada daerah otak yang terdampak untuk beberapa saat. Sirkulasi kolateral sangat bervariasi antar individu, genetik, dan determinan dari lingkungan. Kegagalan sirkulasi kolateral bisa mengakibatkan pada cedera iskemik yang irreversibel (Campbell, 2019).

### **2.2.4 Diagnosis**

#### **2.2.4.1 Alur Diagnosis**

Diagnosis *stroke* didapatkan dari hasil anamnesis, pemeriksaan fisik termasuk di dalamnya pemeriksaan neurologis, dan pemeriksaan penunjang seperti laboratorium, *electrocardiography* (EKG), *electroencephalogram* (EEG), radiologi (CT-scan tanpa kontras, MRI), pemeriksaan kadar gula darah, saturasi oksigen, kadar elektrolit serum, ataupun marker penanda penyakit tertentu bergantung dari jenis *stroke* yang diderita pasien.

Alur diagnosis *stroke* di Indonesia berdasarkan pedoman pengendalian *stroke*, yaitu dimulai dengan anamnesis terarah dengan mengklasifikasikan *stroke* pada pasien menggunakan instrumen *Cincinnati Prehospital Stroke Scale* (CPSS) dan juga jenis *stroke* (hemoragik/iskemik) menggunakan *Siriraj Score*. Anamnesis dimulai dengan menanyakan keluhan-keluhan terkait *stroke* termasuk faktor risiko yang memperparah keadaan pasien. Setelah itu, dilakukanlah pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang yang mendukung kecurigaan kita terhadap suatu kausa *stroke* pada pasien (Direktorat P2PTM, 2013).

#### 2.2.4.2 Gejala Klinis

##### ***Stroke Hemoragik/Stroke Perdarahan***

Secara umum pasien yang mengalami *stroke* akan mengalami sakit kepala, *aphasia*, dan kelumpuhan pada wajah (facial palsy) (Fekadu *et. al*, 2019). Pada pasien *stroke* hemoragik perlangsungan gejalanya bisa akut dan progresif serta ditandai dari lokasi perdarahannya (An SJ *et. al*, 2017):

- Sakit kepala dengan hematoma yang besar
- Koma → Adanya penekanan batang otak, bisa disertai *quadriparesis* pada hematoma daerah pons
- Disfungsi nn. Craniales pada hematoma batang otak (*brainstem*)
- Kejang, *aphasia*, dan *hemianopia* pada *lobar hemorrhage*
- Defisit sensorimotor kontralateral pada perdarahan ganglia basalis dan thalamus
- Penyebaran perdarahan dari thalamus ke *midbrain* mengakibatkan *vertical gaze palsy*, *ptosis*, dan *unreactive pupil*
- Muntah-muntah

- *Cerebellar hemorrhage* → Peningkatan ICP (*lethargia*, muntah-muntah, dan *bradikardi*)
- *Subarachnoid hemorrhage* → *Thunderclap headache*, muntah-muntah, fotofobia, kejang, penurunan kesadaran (Coelho *et. al*, 2016).

### **Stroke Iskemik**

Menurut Tadi P. dan Lui F. (2023) *stroke* iskemik memiliki serangkaian gejala klinis sesuai daerah yang mengalami okklusi, yakni sebagai berikut:

**Tabel 2.2 Gejala Klinis *Stroke* Iskemik Berdasarkan Letak Pembuluh Darah Iskemiknya (Tadi P. and Lui F., 2022)**

<i>a. cerebri anterior</i> (ACA)	<i>a. cerebri media</i> (MCA)	<i>Vertebrobasilar</i>	<i>a. cerebri posterior</i> (PCA)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inkontinensia urin</li> <li>• <i>Gait apraxia</i></li> <li>• Gangguan bicara</li> <li>• Gangguan status mental</li> <li>• Defisit sensoris kontralateral</li> <li>• Hemiplegia kontralateral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Hemianopia ipsilateral</i></li> <li>• <i>Aphasia</i> reseptif dan ekspresif</li> <li>• <i>Hypesthesia</i></li> <li>• Inatensi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lobus occipital → <i>Hemianopia homonym</i> dan defisit visual lainnya</li> <li>• <i>Cerebellum</i> → <i>ataxia, nystagmus</i></li> <li>• Kelumpuhan nn. <i>Craniales</i> → <i>diplopia</i>, kelumpuhan pada wajah, <i>vertigo</i>, <i>dysphagia</i>, <i>dysphonia</i></li> <li>• <i>Tractus spinalis</i> → <i>Hemiparesis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kebutaan</li> <li>• <i>Hemianopsia</i> kontralateral</li> <li>• Gangguan status mental</li> <li>• Gangguan memori</li> </ul>

		dan <i>hemisensory loss</i>	
--	--	-----------------------------	--

#### 2.2.4.3 Pemeriksaan Penunjang

Adapun pemeriksaan penunjang yang dapat diminta jika memenuhi indikasi, yakni sebagai berikut: (Casella *et. al*, 2017)

- CT-Scan kepala tanpa kontras dan MRI → untuk kecurigaan *stroke* hemoragik
- EKG dan troponin → *stroke* sering dikaitkan dengan penyakit arteri koroner
- Hitung darah total → untuk kecurigaan anemia atau infeksi
- Nitrogen urea darah (BUN) dan kreatinin → menilai fungsi ginjal
- Faktor koagulasi → PTT, PT, dan INR untuk kecurigaan gangguan hematologis, *stroke* hemoragik
- CT Angiografi → kecurigaan *stroke* iskemik dan aneurisma

#### 2.2.5 Tatalaksana Rehabilitasi

Dalam mengoptimalkan fungsi-fungsi yang terganggu seperti fungsi tubuh maupun fungsi sosial serta mencegah terjadinya komplikasi akibat *stroke* maka keterlibatan rehabilitasi medik dalam hal ini sangat diperlukan. Rehabilitasi medik *post-stroke* merupakan kegiatan yang aktif dan berorientasikan hasil yang menggunakan pendekatan pasien sebagai pusatnya (*patient centered*) sesegera mungkin setelah ditegakkannya diagnosis *stroke* dan adanya indikasi untuk diadakannya tindakan rehabilitasi. Rehabilitasi memerlukan berbagai instrumen penilaian, terapi, dan manajemen multidisiplin untuk mengembalikan kemampuan fungsional dari pasien tersebut. Tujuan akhir dari rehabilitasi pasien *stroke* itu bisa berlangsung dalam jangka pendek hingga jangka panjang tergantung dari riwayat disabilitas sebelumnya, komorbid, dan komplikasi dari *stroke* itu sendiri. Sebuah studi

menunjukkan bahwa semakin cepat rehabilitasi dilakukan setelah onset *stroke* maka semakin efektif juga terapi yang diberikan daripada pasien yang lama mendapatkan rehabilitasi, yaitu pada 20 hari pertama (Winstein *et al.*, 2016).

**Tabel 2.3 Rekomendasi Rehabilitasi Pasien *Post-Stroke***

<p><b>Latihan <i>Exercise-Training</i></b> → Terdiri atas latihan kardiorespirasi-latihan aerobik dan latihan penguatan (<i>strengthening</i>). Latihan kardiorespirasi dan latihan aerobik bermanfaat untuk kecepatan, daya tahan berjalan, meningkatkan toleransi berjalan, jarak berjalan, <i>peak oxygen uptake</i>, kapasitas berjalan, dan QoL. Namun, tidak baik jika menggabungkan kedua latihan sekaligus. Latihan penguatan bermanfaat untuk peningkatan kekuatan otot, aktivitas motorik, keseimbangan, meningkatkan jarak langkah, dan kecepatan berjalan pada pasien <i>post-stroke</i> (Lin and Dionne, 2018).</p>
<p><b><i>Task-Oriented Training</i></b> → Terdiri atas 15 komponen dan akan berhasil jika terdapat kombinasi dari komponen spesifik, intensitas, dan durasi yang baik. Terbukti latihan ini memberikan peningkatan performa berjalan (<i>gait velocity, gait endurance, balance, Timed Up and Go Test</i>) (Lin and Dionne, 2018).</p>
<p><b><i>Constraint Induced Movement Therapy (CIMT)</i></b> → Terdiri atas 3 komponen, yaitu: 1) Latihan bertahap dan intensif pada ekstremitas atas yang mengalami paresis hingga 6 jam sehari selama 2 minggu; 2) Membatasi/menggunakan sarung tangan secara paksa pada ekstremitas atas yang tidak mengalami kelumpuhan guna meningkatkan aktivitas dari ekstremitas yang terganggu; 3) Metode perilaku (peningkatan kepatuhan). Efek signifikan paska intervensi CIMT adalah peningkatan aktivitas lengan-tangan yang berhubungan dengan ADL (Lin and Dionne, 2018).</p>
<p><b><i>Mirror Therapy/Terapi Cermin</i></b> → Cermin diletakkan secara strategis agar memberi <i>feedback</i> visual dari gerakan tangan yang sehat sehingga menghasilkan ilusi bahwa tangan yang terganggu bergerak dengan cara yang sama. Terapi ini bermanfaat terhadap fungsi ekstremitas bawah (Lin and Dionne, 2018).</p>

<p><b>Terapi Mental</b> → Terapi ini mampu meningkatkan pemulihan dari ekstremitas atas dan bawah, kemampuan dalam beraktivitas sehari-hari, dan pemulihan fungsional. (Lin and Dionne, 2018).</p>
<p><b><i>Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES)</i></b> → Terapi yang menargetkan perbaikan pada kelemahan otot, koordinasi, spastisitas. dan fungsi pada populasi pasien <i>post-stroke</i>. Terapi ini juga dapat meningkatkan performa ekstremitas atas, kemampuan berjalan (<i>gait speed</i>), dan pemulihan fungsi motorik pada fase akut pemulihan <i>stroke</i> (Lin and Dionne, 2018).</p>
<p><b><i>Active or Passive Range of Motion (ROM)</i></b> → Membantu pasien memperoleh kembali ROM pada sendi tubuh yang terdampak <i>stroke</i></p>
<p><b><i>Cognitive-Behaviour Therapy (CBT)</i></b> → Terapis dan pasien berkolaborasi untuk memodifikasi pola pikir dan perilaku sehingga menghasilkan perubahan yang bermanfaat bagi hati pasien dan cara pasien dalam menjalani kehidupan. Terapi ini berorientasi tujuan, terstruktur, dan mendidik sehingga digunakan untuk membantu berbagai masalah yang dihadapi pasien (Hagen and Hjemdal, 2022)</p>

### 2.3 Quality of Life (QoL)

*Stroke* memiliki dampak yang besar terhadap *quality of life* (QoL) seseorang. *Quality of life* (QoL) merupakan konsep yang bertujuan untuk menggambarkan “kesejahteraan” populasi atau individu, baik itu elemen positif dan negatif yang menyeluruh dari eksistensi dari suatu makhluk hidup. QoL meliputi kesehatan pribadi (fisik, mental, dan spiritual), hubungan sesama manusia, riwayat pendidikan, lingkungan kerja, status sosial, kekayaan, rasa aman, kebebasan, autonomi dalam membuat keputusan, ketergantungan sosial dan hal lain di sekitar makhluk hidup (Teoli and Bhardwaj, 2022).

Efek *stroke* terhadap QoL dilaporkan terjadi pada mereka yang usia muda dan lansia. Pada mereka yang masih muda dan mengalami *stroke*, mereka akan mengalami penurunan konsentrasi yang dihubungkan dengan QoL yang rendah. Bahkan, defek minor yang berkaitan dengan *stroke* bisa

menjadi penanda yang berdampak pada QoL seperti yang mayoritas dilaporkan dengan adanya limitasi untuk melakukan aktivitas santai (58%) dan bekerja (52%) (Cumming *et al.*, 2019).

Asesmen/instrumen yang digunakan oleh peneliti dalam studi ini menggunakan asesmen universal ataupun asesmen yang spesifik mengukur QoL pasien *stroke*. Adapun asesmen universal yang dimaksud seperti *Barthel Index*, *Functional Independence Measure (FIM)*, *Activlim*, serta untuk asesmen spesifiknya ada *Stroke Impact Scale (SIS)*.

**Tabel 2.4 Instrumen yang Digunakan untuk Mengukur *Quality of Life* Untuk Pasien *Stroke***

<b>SIS (<i>Stroke Impact Scale</i>)</b>	<b>SF-36</b>	<b>SSQOL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strength</li> <li>• Hand Function</li> <li>• ADL</li> <li>• Mobility</li> <li>• Communication</li> <li>• Emotion</li> <li>• Memory and thinking</li> <li>• Participation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physical Functioning</li> <li>• Role Physical</li> <li>• Role Emotional</li> <li>• Vitality</li> <li>• Mental Health</li> <li>• Social Functioning</li> <li>• Bodily Pain</li> <li>• General Health Perceptions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Energy</li> <li>• Family Role</li> <li>• Language</li> <li>• Mobility</li> <li>• Mood</li> <li>• Personality</li> <li>• Self-Care</li> <li>• Social Role</li> <li>• Thinking</li> <li>• UE Functioning</li> <li>• Vision</li> <li>• Work</li> </ul>

Adapun instrumen lainnya yang bisa menjadi prediktor meningkatnya *Quality of Life* seseorang seperti MMSE (*Mini Mental State Examination*), WMFT (*Wolf Motor Function Test*), FMA (*Fugl-Meyer Assessment*), FIM (*Functional Independence Measure*), ARAT (*Action Research Arm Test*), ABILHAND, dan MAL (*Motor Activity Log*) yang

terbagi menjadi dua, yaitu MAL\_QOM (*Quality of Movement Scale*) dan MAL\_AOU (*Amount of Use Scale*). Kombinasi antara pengukuran menggunakan instrumen seperti MAL\_QOM dan SIS dapat menjadi prediktor yang optimal dalam mengukur Quality of Life pasien *stroke* (Lee *et al.*, 2016).

## 2.4 Kemampuan Motorik

Kemampuan motorik sangat erat kaitannya dengan neuron motorik yang dulunya dianggap sebagai satu-satunya neuron yang mengkonduksi terjadinya pergerakan. Namun, faktanya seiring berkembangnya pengetahuan neuron motorik itu dibagi menjadi *Upper Motor Neuron* (UMN) dan *Lower Motor Neuron* (LMN) yang dibedakan menurut asalnya, titik sinapsnya, *pathway*, neurotransmitter, dan karakteristik lesinya. Secara umum, neuron motorik memberikan pergerakan yang sangat terkontrol dari sirkuit kompleks yang tersebar di seluruh tubuh baik itu gerakan yang disadari maupun gerakan yang tidak kita sadari melalui inervasi otot dan kelenjar. UMN berasal dari *cortex cerebri* dan akan berjalan menuju ke bawah hingga batang otak (*brainstem*) atau *medulla spinalis*, sedangkan LMN berasal dari *medulla spinalis* hingga ke otot dan kelenjar pada tubuh yang diinervasi. UMN dan LMN menggunakan neurotransmitter yang berbeda untuk menyampaikan sinyalnya. UMN menggunakan glutamate, sedangkan LMN menggunakan asetilkolin (Stifani N. *et al.*, 2014). Pemahaman dalam membedakan UMN dan LMN menjadi penting bukan hanya untuk mendiagnosis saja, tetapi juga untuk melokalisasi tempat terjadinya lesi secara efisien (diagnosis topis) (Zayia and Tadi, 2022).

Untuk menghasilkan sebuah gerakan, sebuah sinyal harus mulai dari korteks motorik primer otak, *gyrus precentral* (*Betz cell*) (Genc B. *et al.*, 2019). UMN bertanggung jawab dalam mengintegrasikan semua sinyal eksitatorik dan inhibitorik dari korteks dan menerjemahkannya menjadi sinyal yang akan memulai atau menghambat pergerakan yang *voluntary*. Akson dari UMN berjalan melalui ekstremitas posterior *capsula interna* dan

kemudian berlanjut melalui batang otak (*brainstem*) di otak tengah, serat pontin longitudinal, hingga piramida meduler. Di lokasi inilah mayoritas serabut akan mengalami *decussation* (persilangan) dan turun melalui *medulla spinalis* pada sisi kontralateral tubuh sebagai *tractus corticospinalis lateralis* yang merupakan jalur *descendens* (turun) terbesar dan terletak di *funiculus lateralis*. Traktus ini nantinya akan bersinaps langsung ke LMN di *cornu anterior medulla spinalis* (Zayia and Tadi, 2022).

LMN bertanggung jawab untuk mentransmisikan sinyal dari UMN ke otot efektor sehingga terjadilah sebuah gerakan. LMN sendiri terbagi menjadi neuron motorik somatik, neuron motorik *visceral afferent*, dan neuron motorik visceral umum. Neuron motorik somatik berada di batang otak dan terbagi atas tiga jenis, yaitu neuron alfa, beta, dan gamma. Gangguan pada neuron motorik alfa atau gamma dapat menyebabkan gangguan tonus otot. Adapun neuron motorik visceral memiliki fungsi untuk mengatur sistem saraf simpatis dan parasimpatis pada sistem saraf otonom (Zayia and Tadi, 2022).

Temuan klinis akibat lesi LMN dan UMN sangat berbeda. Lesi UMN bisa terjadi di bagian korteks hingga *tractus corticospinalis*. Sedangkan, lesi LMN bisa terjadi pada *cornu anterior medulla spinalis*, saraf perifer, *neuromuscular junction*, atau otot. Dikatakan sebagai sindrom UMN apabila terdapat cedera/lesi pada *tractus descendens* sebelum *cornu anterior medulla spinalis* seperti pada kasus *stroke*, *traumatic brain injury*, *spinal cord injury*, *amyotrophic lateral sclerosis (ALS)*, *primary lateral sclerosis (PLS)*, *multiple sclerosis (MS)*, atau *anoxic brain injury*. Gambaran positif dari lesi UMN yang bisa kita nilai adalah adanya *hyperreflexia*, spastisitas, dan refleks *Babinsky* positif, sedangkan untuk gambaran negatifnya, yaitu gangguan kontrol motorik, mudah lelah, kelemahan, dan hilangnya ketangkasan. Dikatakan sebagai sindrom LMN apabila terdapat cedera/lesi pada sel *cornu anterior* atau saraf perifer. Penyakit *neuromuscular junction* (misalnya *myasthenia gravis*) bisa

menyerupai lesi LMN sehingga penting untuk dijadikan diagnosis banding. Temuan yang bisa kita dapatkan pada lesi LMN yang membedakan dengan lesi UMN adalah adanya *hiporeflex*, paralisis *flaccid*, fasikulasi, dan atrofi otot (Zayia and Tadi, 2022).

Kemampuan motorik merupakan salah satu hal yang sangat dipengaruhi oleh *stroke*. Pasien *stroke* dapat mengalami kecacatan mulai dengan derajat yang berbeda (akut, sedang, kronik), pada hemisfer berbeda (satu sisi atau kedua sisi tubuh), dan pada tingkat yang berbeda: atas (wajah, leher), tengah (trunkus, ekstremitas atas), dan bawah (anggota tubuh bagian bawah). Hemiparesis merupakan gangguan penting pada tahap awal setelah *stroke* yang menyebabkan imobilitas anggota badan. Hemiparesis sendiri didefinisikan sebagai kelemahan otot atau kelumpuhan parsial pada satu sisi tubuh bisa mengenai ekstremitas superior atau ekstremitas inferior. Hemiparesis pada ekstremitas atas umumnya memengaruhi tangan sehingga terjadi kelemahan dan spastisitas sehingga terjadi penurunan presisi gerakan, kelemahan otot, menurunnya koordinasi, dan gangguan untuk memegang benda/objek yang semua hal itu sangat besar dampaknya pada kehidupan sehari-hari (Aqueveque *et al.*, 2017).

Untuk menilai tingkat keparahan ataupun perbaikan tindakan rehabilitasi yang dilakukan maka asesmen motorik dilakukan. Dalam hal ini penulis memasukkan studi-studi yang mengukur *outcome* motorik pasien *stroke* dengan menggunakan instrumen/asesmen seperti *Fugl Meyer Assessment (FMA)*, *Wolf Motor Function Test (WMFT)*, *Motricity Index*, *Brunnstrom Recovery Stage-Upper/Lower Extremity (BR-Stage-UE/LE)*.

## **2.5 Kemampuan Berjalan**

Berjalan merupakan aktivitas umum yang selalu kita lakukan dan pada waktu yang sama merupakan proses yang sangat kompleks yang melibatkan berbagai sistem seperti sistem saraf, muskuloskeletal, dan sistem kardiorespirasi. Pola gaya berjalan seorang individu dipengaruhi

oleh usia, kepribadian, mood, dan faktor sosiokultural. Gaya berjalan yang normal umumnya bersifat stabil dan fleksibel, memungkinkan adanya perubahan kecepatan dan bermanuver melalui medan yang berbeda ketika menjaga efisiensi energi (Mirelman *et al.*, 2018).

Gangguan berjalan mengakibatkan hilangnya kebebasan seseorang, meningkatnya peristiwa jatuh, dan cedera yang berujung pada menurunnya QoL seseorang. Gangguan berjalan dengan onset akut mengindikasikan adanya lesi *cerebrovascular* atau lesi akut di sistem saraf atau sistemik. Prevalensi dari gangguan berjalan meningkat 10% pada populasi dalam rentang usia 60—69 tahun (Pirker and Katzenschlager, 2017). Dilaporkan bahwa 20% individu membutuhkan sebuah kursi roda selama 6 bulan—3 tahun setelah *stroke* sekalipun sekitar 70% bisa kembali berjalan diikuti dengan penurunan kecepatan dan pola *hemiplegic gait* (Li *et al.*, 2021). *Hemiplegic gait* dicirikan dengan penurunan kecepatan berjalan, panjang langkah kaki (*step length*), dan munculnya posisi asimetris sisi kiri-kanan yang melibatkan panjang langkah (N. Tanaka *et al.*, 2019b).

Tiga struktur utama yang mengatur *postural gait* yang teridentifikasi di *brainstem* dan *spinal cord*: (1) *midbrain regio locomotor*; (2) *subthalamus regio locomotor*; dan (3) *cerebellum* bagian *midpart* pada regio *cerebellar locomotor*. Informasi akan diproses di *cortex vestibular* dan akan digunakan untuk mempertahankan postur vertikal. Informasi mengenai gerakan yang direncanakan berasal dari *cortex prefrontal* yang nantinya akan memfasilitasi gerakan motorik tertentu. Sebagai tambahan, pemanfaatan gerakan motorik yang spesifik akan menghasilkan penyesuaian postur yang antisipatif melalui *tractus corticospinalis* dan *tractus reticulospinalis*. Kemudian gerakan motorik yang paling sesuai akan disampaikan ke *cortex motoric* untuk menghasilkan gerakan terampil yang sesuai tujuan (*goal-directed skilled movement*) (Mirelman *et al.*, 2018).

Gangguan berjalan pada pasien *post-stroke* umumnya mengenaistruktur *ganglia basalis*, *thalamus*, dan *cerebellum*. Pada pasien

usia 50—70 tahun (51,4%), *posterolateral thalamus* merupakan struktur tersering (29%) yang mengalami gangguan dengan gejala umum seperti *myoclonus* dan *dystonia* (24—27%). Bagi pasien yang lebih muda dari 50 tahun, *putamen* dan *nucleus caudatus* merupakan lokasi tersering (19—28%) terjadinya gangguan dengan gejala umum *dystonia* (40%). Sedangkan, pada pasien diatas 70 tahun, *putamen* merupakan struktur yang sering (25%) mengalami gangguan dengan gejala umum *chorea*. Sebagian besar gangguan akan bermanifestasi pada 7 hari awal setelah *stroke*. *Chorea* merupakan gangguan yang paling awal muncul dalam 24 jam pertama diikuti *tremor* dan *dystonia* yang bisa dilihat dalam beberapa bulan. Variasi dari periode laten ini bergantung pada dimana lokasi *stroke* itu terjadi (Suri *et al.*, 2018).

Sekitar setengah dari pasien *stroke* yang bertahan tidak bisa berjalan pada onset awal *stroke* dan sekitar 12% membutuhkan bantuan untuk berjalan (Spaich *et al.*, 2014), namun mereka masih memiliki kesempatan sebesar 60% untuk mendapatkan kemampuan berjalan yang independen setelah rehabilitasi selama 3 bulan (Yeung *et al.*, 2018). Mengacu pada prinsip yang dipaparkan oleh *International Classification of Functioning, Disability, and Health* (ICF), latihan berjalan tidak semata bertujuan untuk mengembalikan kemampuan pasien untuk berjalan, melainkan untuk mencapai kemampuan berjalan yang mampu membuat mereka kembali untuk berpartisipasi dalam komunitas (Li *et al.*, 2021).

Asesmen yang digunakan untuk menilai kemampuan berjalan pasien *stroke* dalam studi ini antara lain:

- *Gait Analysis/Gait Parameter* (*walking/gait velocity, cadence, step length, stride length*)
- *10-Minutes Walking Test* (10MWT)
- *6-Minutes Walking Test* (6MWT)
- *Berg Balance Scale* (BBS)

- *Functional Ambulation Classification (FAC)*
- *Trunk Control Test (TCT)*

## 2.6 Fungsi Tangan

Memahami gangguan ekstremitas atas pada pasien tertentu (termasuk *stroke*) merupakan hal yang kompleks karena 1) gangguan yang tidak bersifat statis, yaitu seiring dengan pemulihannya, jenis dan sifat gangguan bisa berubah. Oleh karena itu, pengobatan perlu menargetkan pada gangguan yang berkontribusi terhadap disfungsi pada suatu titik waktu. 2) Beberapa gangguan dapat muncul dalam waktu yang bersamaan sehingga gangguan yang timbul bisa berlapis-lapis dan memungkinkan kesulitan untuk menentukan gangguan yang lebih baik untuk diobati terlebih dahulu. Cara yang paling berguna untuk memahami bagaimana gangguan berkontribusi pada disfungsi ekstremitas atas adalah dengan memeriksanya dari sudut pandang konsekuensi fungsionalnya, yaitu (1) apakah sudah tidak dapat digunakan? (2) apakah penggunaannya tidak tepat? (3) bagaimana analisa perilaku pasien terhadap suatu aktivitas (Cho and Possomato-Vieira, José S. and Khalil, 2016)

Namun demikian, sebagai konsekuensi dari kerusakan fungsional pada otak akibat *stroke*, kemampuan untuk mengaktivasi jaringan otot secara selektif untuk melakukan pergerakan akan berkurang. Dilaporkan bahwa 60% dari individu yang masih bertahan dari *stroke* menunjukkan defisit sensorimotor, limitasi ROM lengan dan pergerakan tangan yang lambat dan tidak terkoordinasi pada satu atau kedua tangan sehingga diharapkan rehabilitasi dapat memaksimalkan pemulihan dari ekstremitas atas pasien *stroke*. Restorasi lengan dan motilitas tangan sangat bermakna untuk melakukan aktivitas sehari-hari secara independen. Rehabilitasi yang efektif dapat mencegah pemendekan tendon, spastisitas dan rasa nyeri (Villafañe *et al.*, 2018; El-Kafy *et al.*, 2021; Park, An and Lim, 2021).

Dalam studi ini asesmen/instrument yang digunakan untuk menilai fungsi tangan pasien *stroke* antara lain:

- *Box and Block Test (BBT)*

- *Grip Power*
- *Brunnstrom Recovery-Stage-Finger (BR-Stage-Finger)*
- *Action Research Arm Test (ARAT)*
- *Jebsen-Taylor Hand Function Test (JTHFT)*
- *QuickDASH (Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand)*

## 2.7 Kecacatan, Limitasi, dan Komplikasi yang Terjadi pada Pasien *Post-Stroke*

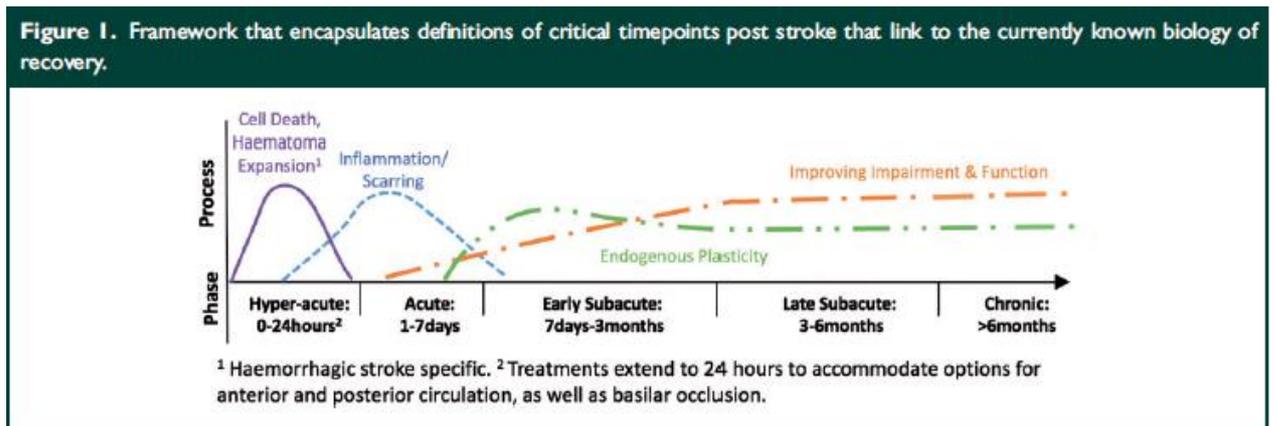
**Tabel 2.5 Kecacatan, Limitasi, dan Komplikasi yang Terjadi pada Pasien *Post-Stroke* (Bataar et. al, 2013)**

Kecacatan yang umumnya terjadi setelah <i>stroke</i> :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Aphasia</i></li> <li>• Kelemahan ekstremitas atas/bawah</li> <li>• Gangguan kognitif</li> <li>• Disarthria</li> <li>• Disfagia</li> <li>• Kelemahan pada wajah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gait/masalah dalam berjalan</li> <li>• Gangguan persepsi</li> <li>• <i>Sensory loss</i></li> <li>• Masalah penglihatan</li> </ul>
Limitasi aktivitas yang umum terjadi pada pasien <i>post-stroke</i> :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mandi</li> <li>• Komunikasi</li> <li>• Berpakaian dan perawatan diri</li> <li>• Makan dan minum</li> <li>• Restriksi partisipasi (kembali bekerja)</li> <li>• Psikologis (<i>e.g</i> mengambil keputusan)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi seksual</li> <li>• Buang air</li> <li>• Berpindah tempat</li> <li>• Berjalan dan mobilitas</li> </ul>
Komplikasi yang umumnya terjadi pada pasien <i>post-stroke</i> :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cemas, depresi, emosional, pusing</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terjatuh</li> <li>• Lemas</li> <li>• Infeksi (ISK, dsb.)</li> <li>• Malnutrisi</li> <li>• <i>Stroke</i> yang rekuren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nyeri bahu</li> <li>• Sublukasi bahu</li> <li>• Spastisitas</li> <li>• Thromboemboli vena</li> </ul>
--	---

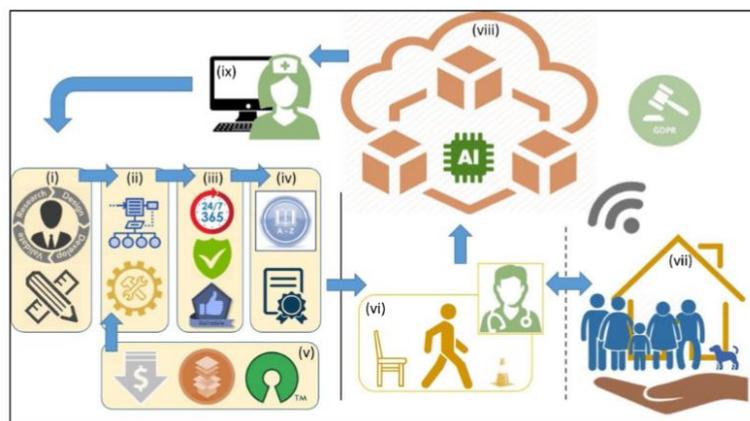
## 2.8 Timeline Pemulihan *Stroke*

Tantangan lebih lanjut di lapangan adalah menentukan waktu yang optimal untuk mengimplementasikan intervensi yang terfokus pada pemulihan dan perbaikan. Sebagai permulaan, kita perlu memahami pemulihan biologis dengan mendefinisikan apa artinya “akut”, “sub-akut”, dan “kronik” karena istilah-istilah ini sering digunakan dalam penelitian mengenai pemulihan tanpa definisi yang adekuat. **Gambar 2.1** di bawah ini menggambarkan *timing* (jam, hari, bulan) di beberapa proses biologis yang penting pada *stroke* iskemik dan *stroke* perdarahan/*hemorrhagic* (hiperakut, akut, *early sub-acute*, *late-subacute*, kronik) di sepanjang 6 bulan pertama *post-stroke* dan seterusnya. Seminggu setelah onset *stroke* terkategori sebagai “akut” yang mana beberapa uji coba pemulihan mulai menginisiasi tatalaksana restoratif. Minggu pertama hingga bulan pertama *post-stroke* (akut dan *early sub-acute*) adalah waktu kritis untuk plastisitas saraf dan ditargetkan menjadi uji coba pemulihan. Yang terpenting adalah pada saat penelitian pemulihan dan rehabilitasi, onset *stroke* itu terkumpul dan dilaporkan. Awal hingga akhir dari sebuah intervensi, eksperimen yang diberikan atau standar pelayanan yang diberikan sebagaimana *timing* dari *outcome* dan *follow up assessment* juga sebaiknya dilaporkan. Perspektif waktu merepresentasikan pentingnya target tatalaksana yang tepat untuk memaksimalkan potensi dari intervensi yang sifatnya restoratif (Bernhardt *et al.*, 2017).



**Gambar 2.1** Timeline Pemulihan Biologis pada Pasien *Post-Stroke* (Bernhardt *et al.*, 2017)

### 2.9 *Wearable Technology* dan Pengaplikasiannya pada Pasien *Post-Stroke*



**Gambar 2.2** Alur Pembuatan *Wearable Technology* dan Koneksinya Dengan Aspek Kesehatan (Godfrey *et al.*, 2018)

*Wearable Technology* atau teknologi yang dikenakan merupakan semacam perangkat khusus yang dilekatkan pada tubuh manusia yang dalam hal ini memberikan informasi, menangkap aksi/aktivitas spesifik, ataupun melakukan pengukuran (misalnya, *heart-rate monitor* yang dikenakan di dada) untuk kemudian dianalisis. Dalam konteks rehabilitasi pasien *post-stroke*, *wearable technology/wearable device* didefinisikan sebagai perangkat yang dikenakan di tubuh secara eksternal, bersifat *portable* (pengguna mampu memakai perangkat tersebut dalam keadaan bebas bergerak dan tidak terfiksasi di satu titik), dan dapat digunakan secara independen oleh terapis (Parker, Powell and Mawson, 2020).

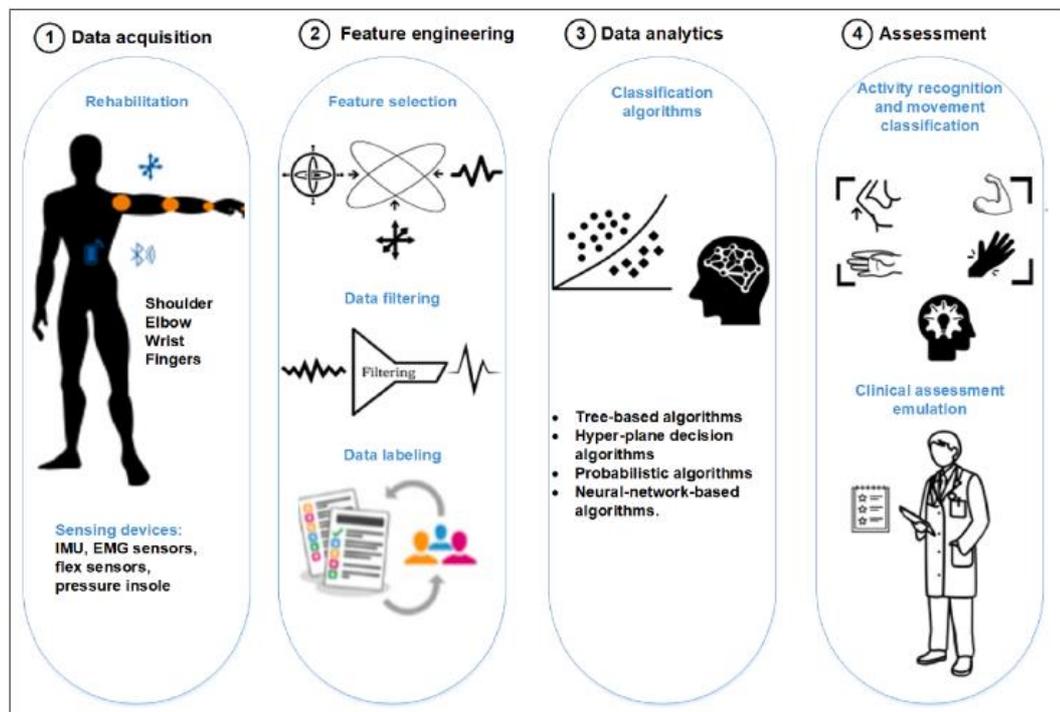
Dari **Gambar 2.2** didapatkan bahwa (i) dibutuhkan desain, pengembangan, penelitian, serta validasi dari segala usia untuk mendapatkan *wearable technology*

yang tepat guna sehingga (ii) didapatkan desain *hardware* dan algoritme yang terbaik untuk mengukur aktivitas fisiologis tubuh. (iii) Selanjutnya *wearable technology* yang dibuat ini akan diuji terlebih dahulu apakah bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama dan (iv) apakah sudah tersertifikasi oleh pakar. (v) *Wearable technology* yang baik tentunya membutuhkan biaya produksi yang hemat, sumber daya yang terbuka bebas, dan terus berkesinambungan yang nantinya akan berkaitan lagi dengan poin (ii) mengenai algoritme dan desain *hardware* yang mau dibuat kedepannya. (vi) Perangkat yang telah valid kemudian dipakaikan kepada pasien yang mana dokter ataupun tenaga kesehatan lainnya bisa melakukan asesmen terhadap pasien tanpa bertemu secara langsung (vii) sekaligus bisa dilakukan perekaman data kebiasaan pasien yang nantinya (viii) terhubung ke *cloud computing* atau *big data* dalam pengawasan hukum (GDPR) secara ketat. (ix) Informasi mengenai data pengukuran dari perangkat tersebut dapat diakses oleh tenaga kesehatan untuk melakukan pemantauan lebih lanjut dan menentukan intervensi berikutnya yang dapat diberikan kepada pasien ataupun bisa menjadi bahan untuk pengembangan *wearable technology* yang lebih lanjut (i) (Godfrey *et al.*, 2018).

*Wearable technology* dilekatkan pada bagian tubuh yang ingin dilakukan pengukuran (*data acquisition*) memiliki sensor yang ditanamkan di perangkat yang terpasang dan akan terhubung ke terapis melalui jaringan *Wi-Fi*, *Bluetooth*, ataupun jaringan lainnya. Sejumlah tugas akan diberikan kepada pasien seiring dengan pemakaian perangkat tersebut yang kemudian dari pengukuran tersebut akan dilakukan seleksi data pada tahap kedua *feature engineering*, misalnya data seperti arah pergerakan, irama jantung, frekuensi gerakan, dan *outcome* lainnya. Data yang terekam disaring kemudian diberi label sesuai dengan karakter pasien yang dinilai. Dari berbagai proses penyaringan dan pelabelan data tadi akan dibuatkan analisis data dalam berbagai bentuk algoritme yang akan dibaca oleh terapis dan dinilai lebih lanjut guna merekognisi perkembangan dari terapi rehabilitasi yang diterapkan (Boukhennoufa *et al.*, 2022).

*Wearable technology* dalam rehabilitasi medik pasien *post-stroke* seperti pada **Gambar 2.3** digunakan untuk melakukan penilaian reguler sehingga bisa menurunkan waktu untuk mengevaluasi serta memberikan data yang objektif dan

terukur mengenai kapabilitas pasien serta melengkapi penilaian yang dilakukan oleh dokter spesialis. Perangkat tersebut memiliki potensi dalam menurunkan kesalahan diagnosis yang memengaruhi pengambilan keputusan dalam menentukan terapi. Informasi tambahan seperti aktivitas otot bisa diekstraksi dari eksekusi beberapa tugas yang bisa digunakan untuk menggambarkan fungsi motorik pasien, memberi stratifikasi yang lebih baik ke dalam grup yang spesifik yang mengantarkan pada terapi yang bertujuan (*personalized therapies*). Perangkat ini juga memungkinkan pengambilan data dengan tidak mengganggu pasien dan sifatnya berkelanjutan sehingga fungsi motorik pasien bisa dinilai sementara pasien sedang melakukan aktivitas sehari-hari (MacEira-Elvira *et al.*, 2019)



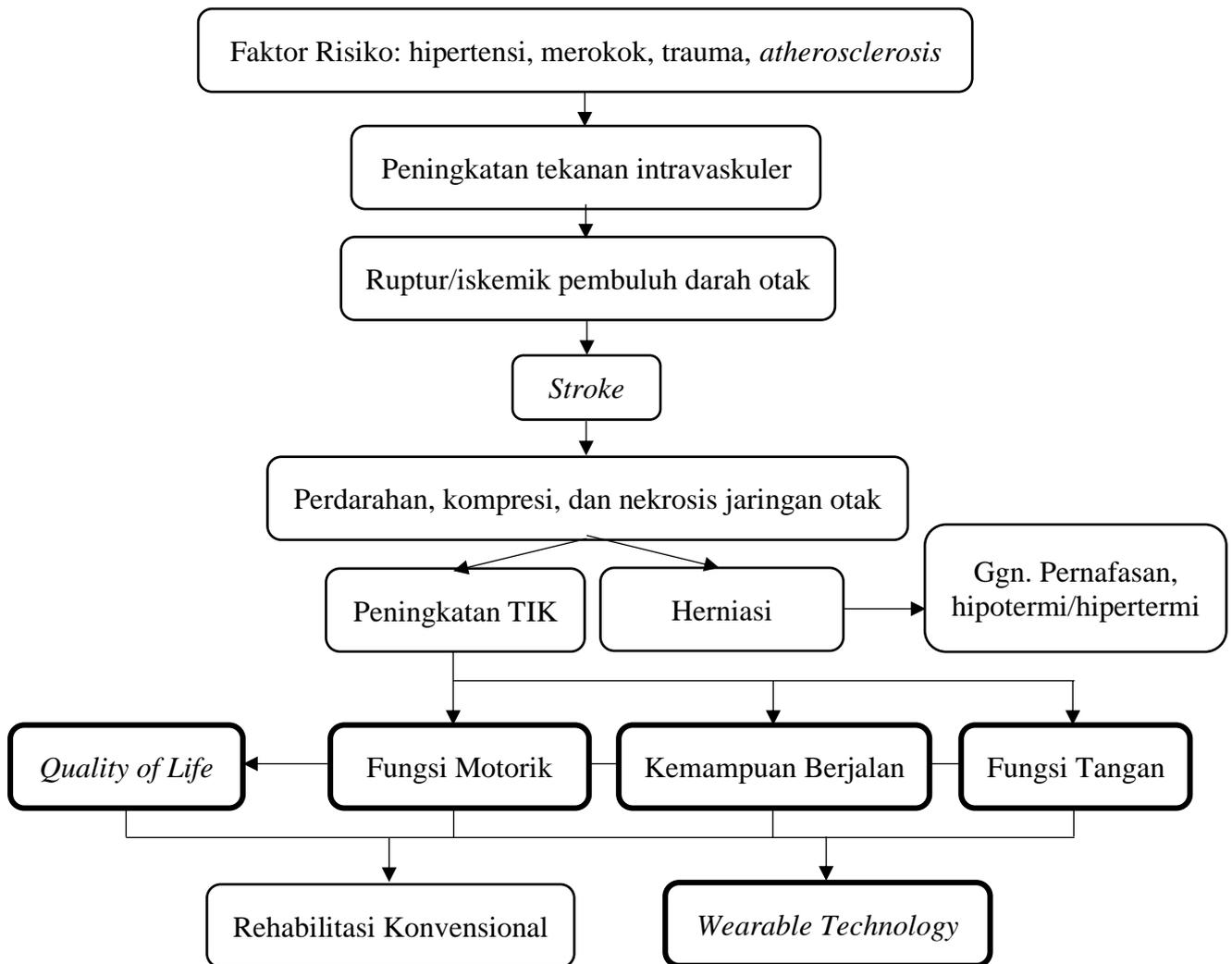
**Gambar 2.3** Asesmen Rehabilitasi Berbasis *Wearable Technology* (MacEira-Elvira *et al.*, 2019)

## BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEPTUAL

### 3.1 Variabel yang Diteliti

Variabel yang diteliti pada studi ini terdiri dari variabel independen berupa *wearable technology* dan variabel dependen berupa *outcome* motorik, kemampuan berjalan, QoL (*Quality of Life*), dan fungsi tangan.

### 3.2 Kerangka Teori



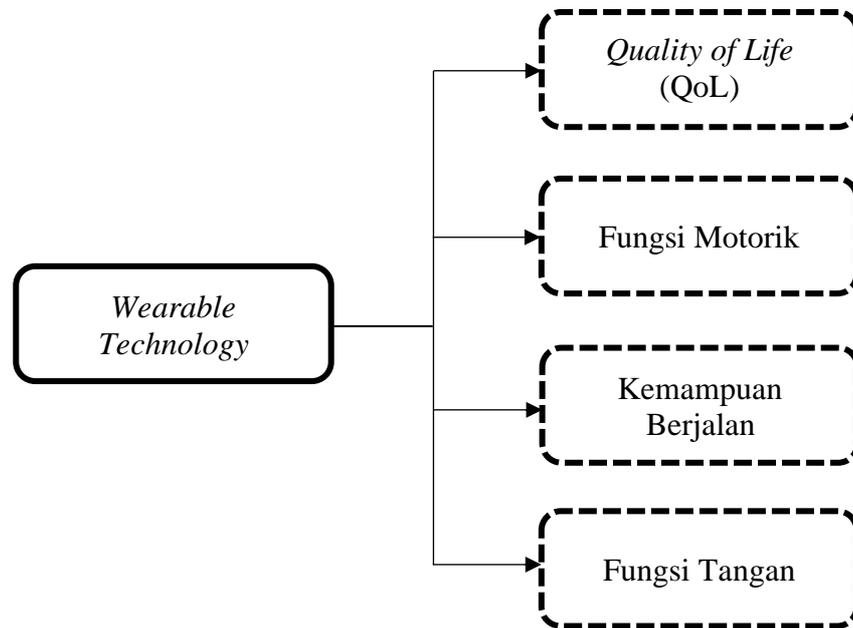
**Keterangan:**



————— : Variabel yang diteliti

————— : Variabel yang tidak diteliti

### 3.3 Kerangka Konsep



**Keterangan:**

————— : Variabel independen

- - - - - : Variabel dependen

### 3.4 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Variabel	Definisi Operasional	Satuan Ukur/Cara Pengukuran	Kategori	Skala
<i>Wearable Technology</i>	Perangkat khusus yang dilekatkan pada tubuh manusia yang dalam hal ini memberikan informasi, menangkap aksi/aktivitas spesifik, ataupun melakukan pengukuran untuk kemudian dianalisis (Parker, Powell and Mawson, 2020)	Pengambilan data sekunder dari studi yang terverifikasi	-	Nominal
Peningkatan <i>Quality of Life</i> Pasien <i>Stroke</i>	Peningkatan <i>Quality of Life</i> yang diharapkan terjadi pada pemberian intervensi <i>wearable technology</i> pada pasien <i>stroke</i>	Kuesioner <i>Barthel Index</i> dan K-MBI	Skor 0 - 20 = Ketergantungan total	Rasio
			Skor 21 - 60 = Ketergantungan berat	
			Skor 61-90 = Ketergantungan sedang	
			Skor 91 - 99 = Ketergantungan ringan	
		Kuesioner <i>Stroke Impact Scale</i>	Skor 0 = Tidak ada perbaikan	Rasio
			Skor 100 = Pulih total	
		Kuesioner <i>Activlim</i>	Skor per item:	Rasio
			0 = Mustahil	
1 = Sulit				
Kuesioner <i>Functional Independence Measure</i>	18-30 = Total Assistance	Interval		
	31-53 = Maximal Assistance			

			54-71 = Moderate Assistance	
			72-89 = Minimal Assistance	
			90-107 = Supervision/Setup	
			108-119 = Modified Independence	
			120-126 = Complete Independence	
Peningkatan Fungsi Motorik Pasien Stroke	Peningkatan fungsi motorik yang diharapkan terjadi pada pemberian intervensi <i>wearable technology</i> pada pasien <i>stroke</i>	Kuesioner/Asesmen <i>Fugl-Meyer Assessment Upper/Lower Extremity</i>	0 - 35 = Very Severe	Rasio
			36 - 55 = Severe	
			56 - 79 = Moderate	
			>79 = Mild	
		Asesmen <i>Brunnstrom Recovery Stage Upper/Lower Extremity</i>	Stage 1 = Flaccidity	Interval
			Stage 2 = Spasticity Appears	
			Stage 3 = Increased Spasticity	
			Stage 4 = Decreased Spasticity	
			Stage 5 = Complex Movement Combination	
			Stage 6 = Spasticity Disappears	
			Stage 7 = Normal Function Returns	
		Asesmen <i>Motricity Index</i>	Minimum Score = 0	Interval
			Maximum Score = 100	
Asesmen <i>Wolf Motor Function Test</i>	Minimum Score = 34	Interval		
	Maximum Score = 170			
	17 task for least affected extremity and 17 task for more affected extremity			
	Every task given score from 1 – 5			
Peningkatan Kemampuan Berjalan Pasien Stroke	Peningkatan kemampuan berjalan yang diharapkan terjadi pada pemberian	Asesmen kecepatan berjalan	Manusia normal = 1.42 m/s (5.1 km/jam; 3.2 mph)	Rasio
		Asesmen <i>cadence</i>	Berjalan = 100 - 130 langkah/menit	Interval

intervensi <i>wearable technology</i> pada pasien <i>stroke</i>		Berlari = 170 - 180 langkah/menit	
	Asesmen <i>step length</i>	Manusia normal = 1.05 - 1.25 kaki (32 - 38.1 cm)	Rasio
	Asesmen <i>stride length</i>	Manusia normal = 2.1 - 2.5 kaki (64 - 76.2 cm)	Rasio
	Asesmen 6MWT	Dewasa sehat = 400 - 700 m	Interval
	Asesmen 10MWT	Usia 20-29 = 1.36-1.34 m/s	Rasio
		Usia 30-39 = 1.43-1.34 m/s	
		Usia 40-49 = 1.43-1.39 m/s	
		Usia 50-59 = 1.43-1.31 m/s	
		Usia 60-69 = 1.34-1.24 m/s	
		Usia 70-79 = 1.26-1.13 m/s	
Usia 80-99 = 0.97-0.94 m/s			
Asesmen FAC	0 = Ambulator tidak berfungsi	Interval	
	1 = Pasien memerlukan kontak manual yang terus-menerus		
	2 = Pasien memerlukan sentuhan ringan secara intermitten/terus- menerus		
	3 = Pasien memerlukan penjagaan siaga oleh orang lain		
	4 = Ambulasi mandiri hanya pada permukaan yang rata dan perlu pengawasan		
	5 = Pasien bisa berjalan kemana-mana secara mandiri		
Asesmen BBS	0-20 = Mobilitas hanya menggunakan kursi roda	Rasio	

			21-40 = Berjalan dengan bantuan	
			41-56 = Berjalan secara independen	
		Asesmen TUG	Kelompok 1 = <10 detik – Normal	Rasio
			Kelompok 2 = 10-20 detik – Risiko jatuh ringan	
			Kelompok 3 = 20-29 detik – Risiko jatuh sedang	
			Kelompok 4 = >30 detik – Risiko jatuh tinggi	
		Asesmen TCT	Range score = 0-100 yang terdiri dari 4 tes	Rasio
			Nilai 0 = tidak mampu melakukan gerakan tanpa bantuan	
			Nilai 12 = mampu melakukan gerakan dengan sikap yang abnormal	
			Nilai 25 = melakukan gerakan secara komplit secara normal	
Peningkatan Fungsi Tangan Pasien <i>Stroke</i>	Peningkatan fungsi tangan yang diharapkan terjadi pada pemberian intervensi <i>wearable technology</i> pada pasien <i>stroke</i>	Asesmen <i>Brunnstrom Recovery Stage Finger</i>	Stage 1 = Flaccidity	Interval
			Stage 2 = Spasticity Appears	
			Stage 3 = Increased Spasticity	
			Stage 4 = Decreased Spasticity	
			Stage 5 = Complex Movement Combination	
			Stage 6 = Spasticity Disappears	
			Stage 7 = Normal Function Returns	
		Asesmen ARAT	0- 19 = Low ability	Rasio
			20-38 = Moderate ability	
			39-57 = High ability	
			Laki-laki	Rasio

		<p>Excellent = &gt;64 kg  Very good = 56-64 kg  Above average = 52-55 kg  Average = 48-51 kg  Below Average = 44-47 kg  Poor = 40-43 kg  Very poor = &lt;40 kg</p> <p>Perempuan  Excellent = &gt;38 kg  Very good = 34-38 kg  Above average = 30-33 kg  Average = 26-29 kg  Below Average = 23-25 kg  Poor = 20-22 kg  Very poor = &lt;20 kg</p>	
	Asesmen <i>Grip Power/Strength</i>		
	Asesmen JTHFT	<p>Maximum score = 120  Akumulasi dari semua subtes dan dihitung terpisah pada tiap tangan</p>	Rasio
	Asesmen BBT	Semakin banyak blok yang dipindahkan dari satu kompartemen ke kompartemen lainnya dalam 60 detik semakin baik fungsi tangannya	Interval
	Asesmen <i>QuickDASH</i>	<p>Skor 0 (tidak ada disabilitas)  Skor 100 (disabilitas berat)</p>	Rasio
	Kuesioner Abilhand	Range score = 0-114, terdiri atas 57 pertanyaan dengan skor per pertanyaan 0-2	Rasio