

---

## MANFAAT PERANGKAT ELEKTRONIK PADA GAYA BERJALAN DAN PENGKAJIAN RISIKO JATUH

Oleh

Rusjini<sup>1)</sup>, Sigit Mulyono<sup>2)</sup>

Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Indonesia, Depok

Email: <sup>1</sup>[rusjini@gmail.com](mailto:rusjini@gmail.com)

### Abstrak

Risiko tinggi cedera pada dewasa tua terjadi saat jatuh, dan merupakan salah satu penyebab utama kematian dan cedera tidak fatal. Kemajuan teknologi telah memungkinkan pemantauan aktivitas kehidupan sehari-hari menggunakan perangkat yang dapat dipasang di dada, pinggang, betis, dan pergelangan kaki atau ponsel. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mendeskripsikan manfaat perangkat elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh. Penelitian ini menggunakan metode literature review. Basis data yang digunakan adalah Scopus, PROQUEST, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan Artikel Cendekia dengan beberapa kata kunci, seperti perangkat elektronik, gaya berjalan, dan pengkajian risiko jatuh dan tidak membatasi metode penelitian yang digunakan. Hasil studi ini menunjukkan penggunaan sensor atau perangkat elektronik yang dipakai oleh pengguna, dapat digunakan untuk mendeteksi gaya berjalan dan memprediksi risiko jatuh. Perlu adanya studi lebih lanjut terkait sensor atau perangkat yang murah dan mudah digunakan sehingga kejadian jatuh, baik di pelayanan kesehatan maupun di rumah dapat diminimalisir.

**Kata kunci:** perangkat elektronik, gaya berjalan, dan jatuh

### PENDAHULUAN

Risiko tinggi cedera pada dewasa tua terjadi saat jatuh, dan merupakan salah satu penyebab utama kematian dan cedera tidak fatal. Laporan kejadian jatuh untuk menilai risiko jatuh membutuhkan pemantauan yang lama (berminggu-minggu hingga berbulan-bulan). Sebaliknya, kehilangan keseimbangan lebih sering terjadi daripada jatuh dan meningkatkan risiko jatuh. Pada orang dewasa tua, sebagian besar jatuh terjadi saat berjalan dan disebabkan oleh terpeleset dan tersandung(9). Takut jatuh (setelah jatuh) membuat seseorang membatasi aktivitas hidup sehari-hari dan menyebabkan keluhan fisik, isolasi sosial, dan penurunan kualitas hidup. Memprediksi risiko jatuh akan memberikan intervensi pencegahan jatuh, sehingga berpotensi mengurangi kejadian jatuh, biaya terkait jatuh, dan ketakutan akan jatuh. Peralatan berbasis laboratorium dapat digunakan untuk menilai risiko jatuh secara kuantitatif, sementara sensor yang dikenakan dapat dengan cepat dan mudah mengumpulkan

data terkait risiko jatuh di titik perawatan(4). Kemajuan teknologi telah memungkinkan pemantauan aktivitas kehidupan sehari-hari menggunakan perangkat yang dapat dipasang di dada, pinggang, betis, dan pergelangan kaki atau ponsel(2).

### LANDASAN TEORI

Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk mendeskripsikan manfaat perangkat elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh.

### METODE PENELITIAN

Tinjauan pustaka ini menggunakan PRISMA untuk mendeskripsikan manfaat perangkat elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh.

#### 1. Kriteria kelayakan

Penulis menggunakan berbagai jenis desain penelitian diantaranya eksperimental dan non-eksperimental untuk mendeskripsikan manfaat perangkat

elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh.

## 2. Strategi Pencarian

Penulis melakukan beberapa proses pencarian untuk mendapatkan artikel yang relevan tentang perangkat elektronik yang berhubungan dengan gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh. Selama proses pencarian, penulis menggunakan beberapa kata kunci, seperti; "perangkat elektronik", "gaya berjalan" dan "jatuh".

## 3. Seleksi Studi

Enam database yang terdiri dari Scopus, PROQUEST, PubMed, ScienceDirect, SpringerLink, dan Artikel Cendekia dimasukkan dalam penelitian ini. Seluruh metode penelitian digunakan dalam tinjauan ini meliputi kohort, cross-sectional, maupun eksperimental. Penulis membaca beberapa artikel relevan yang diterbitkan dalam versi bahasa Inggris. Setelah menghilangkan beberapa penelitian serupa, penulis mengumpulkan artikel yang relevan.

## 4. Sintesis Hasil

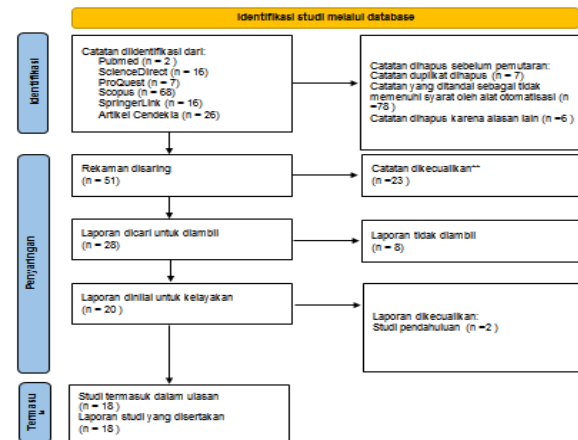
Temuan tinjauan ini menggambarkan dan menjelaskan manfaat perangkat elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil review ini dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Deskripsi Studi

Gambar 1 menggambarkan proses pemilihan studi. Enam database elektronik menyediakan 51 referensi terkait topik tersebut. Di sisi lain, beberapa artikel dikeluarkan karena judul dan abstraknya tidak sesuai dengan kata kunci, topik yang tidak terkait dengan penelitian (review dan bukan artikel penelitian), dan tidak menyediakan teks lengkap (hanya abstrak). Oleh karena itu, hanya delapan belas studi teks lengkap yang ditinjau.



Gambar 1. Proses seleksi tinjauan pustaka diadaptasi dari PRISMA (2020)

## 2. Hasil Studi

Hasil studi menunjukkan bahwa perangkat yang digunakan untuk penilaian gaya berjalan dan keseimbangan layak digunakan. Selain itu, sebagai prediksi penilaian, perkembangan dan penanda respon pengobatan(1). Selain itu peningkatan yang signifikan secara statistik pada kelima ukuran hasil (berjalan 10 meter, tes TUG, Berg Balance Scale, Functional Gait Assessment, dan Stroke Specific Quality of Life) dari sebelum perawatan hingga satu minggu setelah perawatan terakhir(5). Dari delapan belas jurnal, dibahas kegunaan perangkat elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh, dengan desain penelitian, populasi, sensor yang digunakan, metode dan borang penilaian yang berbeda pula.

## 3. Pembahasan

Literatur saat ini telah mengidentifikasi berbagai fitur berbasis perangkat elektronik yang terpasang, tetapi tanpa konsensus mengenai variabel optimal untuk diperiksa dari data yang diperoleh. Fitur yang dipilih, atau cara ekstraksi, dan penempatan perangkat elektronik sering berbeda di antara studi. Menurut studi terbaru-baru ini, frekuensi fitur yang dilaporkan dari berbagai kombinasi tugas fungsional, penempatan sensor, dan kategori fitur sangat bervariasi. Pemodelan prediktif

adalah alat penggalian data, digunakan untuk mengkorelasikan variabel respons dengan sekumpulan variabel prediktor (13).

Penilaian gaya berjalan dan keseimbangan klinis rutin yang dilengkapi dengan evaluasi lengkap parameter geriatri di departemen neurologis di rumah sakit universitas. Sejauh pengetahuan kami, ini adalah studi cross-sectional berbasis sensor pertama di lingkungan klinis rumah sakit universitas, yang mencakup berbagai penyakit neurologis. Penerimaan penilaian berbasis unit sensor sangat tinggi, mudah, dan cepat untuk diterapkan, tidak ada efek samping. Frekuensi defisit gaya berjalan dan keseimbangan pada pasien rawat inap neurologis lebih tinggi dibandingkan dengan masyarakat dan di klinik rawat jalan.

Dalam studi berbasis komunitas yang menyelidiki 467 peserta, prevalensi defisit gaya berjalan adalah 14% pada mereka yang berusia antara 67 dan 74 tahun, 29% pada mereka yang berusia antara 75 dan 84 tahun, dan 49% pada mereka yang berusia 85 tahun ke atas. Dalam investigasi cross-sectional dari 488 komunitas yang tinggal orang dewasa berusia antara 60 dan 97 tahun, 32% dari kohort disajikan dengan gangguan gaya berjalan dan prevalensi meningkat seiring bertambahnya usia. Namun, 38% dari subyek berusia 80 tahun dan lebih tua masih memiliki gaya berjalan yang normal. Di klinik rawat jalan, defisit kiproh terjadi pada 35% pasien, kebanyakan dari mereka memiliki penyebab neurologis(1). Gaya berjalan yang tidak seimbang memiliki usia yang sama dengan kontrol. Ini menunjukkan bahwa keterlambatan kecepatan gaya berjalan tidak disebabkan oleh penurunan kinerja secara keseluruhan karena penuaan, melainkan karena proses penyakit yang mendasarinya. Penelitian lanjutan dapat dilakukan mengingat studi ini menyelidiki kecepatan kiproh sebagai parameter hasil yang relevan untuk penyakit dan kecacatan(1).

Secara komprehensif membahas fitur terkait dengan keseimbangan fungsional dalam hal kepentingan variabel. Nilai kepentingan relatif yang lebih tinggi menunjukkan semakin pentingnya fitur ini untuk estimasi keseimbangan. Identifikasi mendalam dari variabel-variabel sangat membantu untuk menentukan penyebab yang mendasari defisit keseimbangan. Panjang langkah merupakan indikator klinis yang berguna untuk mobilitas, keseimbangan, dan risiko jatuh pada lansia.. Ini memiliki kekuatan diskriminatif yang sangat baik untuk membedakan.

### **Kekuatan dan Keterbatasan**

Tinjauan Pustaka kali ini mengacu pada penelitian sebelumnya yang membahas terkait perangkat elektronik, gaya berjalan, dan jatuh tidak pada satu populasi, namun pada beberapa sampel dengan penyakit tertentu dan pada orang sehat (uji coba sensor). Sebagian besar menyatakan kemudahan pengkajian gaya berjalan dan jatuh menggunakan perangkat elektronik yang dikoneksikan dengan mesi pembaca perangkat tersebut. Sebagian besar dari Pustaka menggunakan studi eksperimen (uji coba) dengan atau tanpa menggunakan kontrol. Ada pula metodologi penelitian non-eksperimen lain.. Hal ini berlaku juga untuk perangkat elektronik yang digunakan beragam, sampel tidak spesifik, sehingga tinjauan pustaka sulit digeneralisasi.

### **PENUTUP**

#### **Kesimpulan**

Pemanfaatan teknologi dengan menggunakan perangkat elektronik yang dapat dipakai pada bagian tubuh sebagai alat ukur gaya berjalan dan pengkajian pengkajian risiko jatuh dapat menjadi alternatif penilaian objektif. Pengkajian jatuh yang benar berbanding lurus dengan perencanaan dan pencegahan jatuh, sehingga angka kejadian jatuh menurun. Hal ini sesuai dengan prinsip keselamatan pasien dalam hal identifikasi pengkajian risiko jatuh. Tidak adanya kejadian jatuh menunjukkan salah satu tolak ukur dari

mutu pelayanan yang baik. Perlu dilakukan uji lebih lanjut terkait perangkat yang paling mudah digunakan, didapatkan, dan diujikan atau diteliti dengan menggunakan uji eksperimen dengan randomisasi sehingga hasil lebih mudah digeneralisasikan.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Indonesia yang telah memfasilitasi pencarian database untuk melakukan tinjauan pustaka ini. Terima kasih khusus kepada Dr. Sigit Mulyono, S. Kp., MM. selaku fasilitator tinjauan pustaka ini.

## Benturan Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam tinjauan pustaka ini. Tidak ada sponsor pendanaan dalam penulisan naskah atau keputusan untuk menerbitkan tinjauan pustaka ini.

Table 1. Penggunaan perangkat elektronik pada gaya berjalan dan pengkajian risiko jatuh

| No | Pengarang                | Judul                                                                                                                                               | Metode              | Tujuan                                                                                                                                                                  | Hasil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Zhang, Y., dkk (2021)    | Walking stability in patients with benign paroxysmal positional vertigo: an objective assessment using wearable accelerometers and machine learning | Eksperimen          | Untuk menyelidiki stabilitas berjalan pasien BPPV dan menguraikan klasifikasi berbasis mesin untuk menentukan tingkat keparahan gangguan gaya berjalan dari pasien BPPV | Hasil studi menunjukkan pasien BPPV secara signifikan menggunakan gaya berjalan konservatif dan mengurangi stabilitas berjalan dibandingkan kontrol. Analisis gaya berjalan yang dilakukan pada penggabungan mesin dan perangkat akselerometer (kepala dan ekstremitas bawah) memberikan pendekatan objektif untuk menilai gangguan gaya berjalan dan efek kecacatan dari pasien yang ditimbulkan oleh BPPV.                                                                                                 |
| 2  | Hauth, J., dkk (2021)    | Automated Balance Event Identification in Older Adults at Risk of Falls during Real-World Walking Using Wearable Inertial Measurement Units         | Eksperimen          | Mengetahui kejadian kehilangan keseimbangan melalui pemantauan yang ditempatkan pada pasien.                                                                            | Hasil studi menunjukkan keterbatasan yang baik (presisi) dari dua kelas yang diidentifikasi yaitu kehilangan keseimbangan dan tidak.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3  | Yu, Liha, dkk (2021)     | Assessing elderly's functional balance and                                                                                                          | Eksperimen          | Untuk mengembangkan pendekatan pengkajian                                                                                                                               | Hasil studi menunjukkan bahwa gangguan variabel berbasis klinis dan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4  | Meyer, M. B., dkk (2020) | Wearable and Deep Learning Classify Fall Risk from Gait in Multiple Sclerosis                                                                       | Retrospektif, Trial | Untuk mengetahui sensor pengukur pengkajian risiko jatuh yang murah dan sederhana                                                                                       | Hasil studi menunjukkan bahwa keberhasilan dan kesederhanaan (dua sensor) dari pendekatan ini menunjukkan hasil sensor (murah) untuk memprediksi pengkajian risiko jatuh di PoMS dan tindakan yang dilaporkan pasien (19%) dan yang dilakukan oleh ahli saraf (24%) dalam sampel ini. Keberhasilan dan kesederhanaan (dua sensor yang dapat dikenakan, hanya satu menit berjalan kaki) dari pendekatan ini menunjukkan janji sensor dapat digunakan dan murah untuk menilai pengkajian risiko jatuh di PoMS. |
| 5  | Huizenga, D., dkk (2020) | Wearable gait device for stroke gait rehabilitation at home                                                                                         | Eksperimen          | Untuk mengetahui penggunaan perangkat iStroke™ di rumah dapat memberikan perawatan yang aman dan efektif pada pasien dengan hemiparesis (stroke)                        | Hasil studi menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada kelima ukuran hasil (berjalan 10 meter, tes TUG, Berg Balance Scale, Functional Gait Assessment, dan Stroke Specific Quality of Life) dari sebelum perawatan hingga satu minggu setelah sesi perawatan terakhir.                                                                                                                                                                                                                   |
| 6  | Gonz, N., dkk (2020)     | Automatic Quantification of Tandem Walking Using a Wearable Device: New Insights into Dynamic Balance and Mobility in Older Adults                  | Eksperimen          | Mengembangkan metrik tandem walking (TW), memvalidasi, dan menganalisis hubungannya dengan kelainan mobilitas dan ukuran gaya berjalan dan kontrol postural.            | Metrik TW yang diturunkan dari sensor memprediksi karakteristik gaya berjalan dan kontrol postural dan menunjukkan bahwa TW memonomikan domain mobilitas yang relatif independen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7  | Wang, J., dkk (2020)     | Measurement of Step Angle for Quantifying                                                                                                           | Studi Kontrol       | Mengukur sudut langkah selama berjalan, dan                                                                                                                             | Studi ini menunjukkan bahwa karakteristik sudut gaya berjalan, yang                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|    |                                  |                                                                                                                                                                                 |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                  | the Gait Impairment of Parkinson's Disease by Wearable Sensors: Controlled Study                                                                                                |                       | mengkaji: apakah metrik sudut langkah baru ini efektif dengan tingkat keparahan PD dan efek pengobatan termasuk uji tantangan levodopa akut (ALCT) dan stimulasi otak dalam (DBS).                                                                                                           | dikur dengan sudut langkah, sensitif terhadap tingkat keparahan penyakit Parkinson dan dapat memperkirakan efek perawatan pada gaya berjalan, yang tidak dapat diperlihatkan pada metrik tradisional. Ini menunjukkan bahwa metrik ini dapat berfungsi sebagai panduan baru untuk membantu penilaian gaya berjalan pasien PD serta rehabilitasinya.                                                   |
| 8  | Nouredineh, M., Tung, J., (2019) | IMU, sEMG, or their cross-correlation and temporal similarities: Which signal features detect lateral compensatory balance reactions more accurately?                           | RCT                   | Membandingkan serial measurement unit (IMU) dan surface electromyography (sEMG) untuk mendeteksi kompensasi balance responses (CBRs)                                                                                                                                                         | Hasil studi menunjukkan bahwa fitur berbasis IMU lebih disukai daripada fitur sEMG dan Hybrid untuk tugas deteksi CBR, dengan nilai tambahan untuk identifikasi jenis. Bukti yang disajikan menunjukkan bahwa fitur Hybrid dapat meningkatkan kinerja untuk aplikasi sensor (misalnya sistem pengendalian aktivitas).                                                                                 |
| 9  | Nguyen, dkk (2019)               | Differentiation of Patients with Balance Insufficiency (Vestibular Hypofunction) versus Normal Subjects Using a                                                                 | Kohort                | Untuk dapat menggunakan sensor jarak jauh seperti WGAS (Wireless Gait Analysis Sensor) untuk mengidentifikasi secara                                                                                                                                                                         | Hasil studi menunjukkan bahwa data gaya berjalan yang dikumpulkan dari sensor WGAS sangat murah dan secara efektif dapat membedakan pasien dengan gangguan keseimbangan dari subjek                                                                                                                                                                                                                   |
| 8  | Nouredineh, M., Tung, J., (2019) | IMU, sEMG, or their cross-correlation and temporal similarities: Which signal features detect lateral compensatory balance reactions more accurately?                           | RCT                   | Membandingkan serial measurement unit (IMU) dan surface electromyography (sEMG) untuk mendeteksi kompensasi balance responses (CBRs)                                                                                                                                                         | dikur dengan sudut langkah, sensitif terhadap tingkat keparahan penyakit Parkinson dan dapat memperkirakan efek perawatan pada gaya berjalan, yang tidak dapat diperlihatkan pada metrik tradisional. Ini menunjukkan bahwa metrik ini dapat berfungsi sebagai panduan baru untuk membantu penilaian gaya berjalan pasien PD serta rehabilitasinya.                                                   |
| 9  | Nguyen, dkk (2019)               | Differentiation of Patients with Balance Insufficiency (Vestibular Hypofunction) versus Normal Subjects Using a                                                                 | Kohort                | Untuk dapat menggunakan sensor jarak jauh seperti WGAS (Wireless Gait Analysis Sensor) untuk mengidentifikasi secara                                                                                                                                                                         | Hasil studi menunjukkan bahwa data gaya berjalan yang dikumpulkan dari sensor WGAS sangat murah dan secara efektif dapat membedakan pasien dengan gangguan keseimbangan dari subjek                                                                                                                                                                                                                   |
| 10 | Zahiri, M., dkk (2019)           | Using wearables to screen motor performance deterioration because of cancer and chemotherapy-induced peripheral neuropathy (CIPN) in adults - Toward an early diagnosis of CIPN | Eksperimen terkontrol | Mengetahui apakah gaya berjalan dan keseimbangan yang dinamis dapat memprediksi secara akurat penurunan kinerja motorik dari neuropati perifer yang diinduksi kemoterapi.                                                                                                                    | Hasil studi ini memperlihatkan dampak negatif CIPN pada kinerja motor dengan efek taburan pada stabilitas pengkajian kaki dan waktu langkah. VPT adalah prediktor kerusakan motorik dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat keparahan gejala CIPN.                                                                                                                                               |
| 11 | Martens, M., dkk (2019)          | Use of wearable sensors to quantify fall risk in psychogeriatric environment: a feasibility study                                                                               | Eksperimen            | Menggunakan sistem sensor untuk penilaian pengkajian risiko jatuh untuk pasien bangsal psikiatri dan memprediksi tindakan risiko.                                                                                                                                                            | Hasil studi menunjukkan bahwa teknologi Perangkat (sangat dapat diprediksi) dapat diterima oleh kelompok sasaran. Pengukuran gaya berjalan otomatis berkecilan dengan tes penilaian risiko yang saat ini digunakan dan pada akhirnya menghasilkan tes secara manual.                                                                                                                                  |
| 12 | Rivolta, M.W., dkk (2018)        | Evaluation of the Tinetti score and fall risk assessment via accelerometer based movement analysis                                                                              | Eksperimen            | Mengetahui kelayakan penggunaan fitur keseimbangan dan gaya berjalan yang dikurangi dari satu sensor wearable berbasis rendah, yaitu, accelerometer triaksial untuk mendeteksi gerakan yang sama dari pengkajian risiko jatuh yang dinilai oleh skala Tinetti yang divalidasi secara klinis. | Hasil studi menunjukkan bahwa terhadap kesalahan penilaian risiko, penggunaan instrumen pemantauan akan mengurangi ketidakpastian penilaian manual item tersebut seperti goyangan badan.                                                                                                                                                                                                              |
| 13 | Bernhard, dkk (2018)             | Wearables for gait and balance assessment in the neurological ward: study design and first results of a prospective cross-sectional feasibility study with 384 inpatients       | Cross-sectional       | Untuk mengetahui penilaian objektif gaya berjalan dan keseimbangan.                                                                                                                                                                                                                          | Hasil studi menunjukkan bahwa perangkat yang digunakan untuk penilaian gaya berjalan dan keseimbangan layak digunakan. Selain itu, sebagai prediksi perbandingan dan pemantauan respon pengobatan.                                                                                                                                                                                                    |
| 14 | Pisarski, M., dkk (2018)         | Wearable technology reveals gait compensations, unstable walking patterns and fatigue in people with Multiple Sclerosis                                                         | Eksperimen            | Mengukur gerakan yang terjadi di kepala, gait pengkajian sensor pola PoMS dengan korelasi dengan kompensasi pada stabilitas gaya berjalan.                                                                                                                                                   | Hasil studi menunjukkan teknologi perangkat yang memberikan cara yang efisien dan akurat untuk menyaring kelebihan gerakan di PoMS dan dampak pada mobilitas, variabilitas waktu langkah dan stabilitas gaya berjalan. Dapat membantu dokter mengidentifikasi                                                                                                                                         |
| 15 | Muchna, dkk (2018)               | Foot Problems in Older Adults Associations with Incident Falls, Frailty Syndrome, and Sensor-Derived Gait, Balance, and Physical Activity Measures                              | Kohort                | Untuk mengetahui akibat masalah kaki pada kejadian jatuh, sindrom kelemahan, kinerja motorik dan aktivitas fisik pada orang dewasa yang tinggal di komunitas.                                                                                                                                | PoMS yang berisiko tinggi jatuh dan mengembangkan intervensi rehabilitasi yang lebih baik, selain meningkatkan mobilitas, dapat membantu memfasilitasi perawatan mendasar dari gaya berjalan yang tidak stabil.                                                                                                                                                                                       |
| 16 | Zhou, dkk (2018)                 | Hemodialysis Impact on Motor Function beyond Aging and Diabetes Objectively Assessing Gait and Balance by Wearable Technology                                                   | RCT                   | Untuk menguji apakah proses hemodialisis (HD) akan berdampak negatif pada gaya berjalan dan keseimbangan.                                                                                                                                                                                    | Hasil studi menunjukkan bahwa adanya diabetes dapat memperburuk gaya berjalan dan keseimbangan, dan kerusakan ini dapat diperbaiki dengan proses HD. Penilaian objektif menggunakan perangkat kaki dapat membantu dalam mengidentifikasi penurunan dini fungsi motorik yang dapat memprediksi intervensi tepat waktu.                                                                                 |
| 17 | Howcroft, dkk (2017)             | Prospective Fall-Risk Prediction Model for Older Adults based on Wearable Sensors                                                                                               | Eksperimen            | Untuk mengetahui peningkatan prediksi pengkajian risiko jatuh menggunakan model yang mempertimbangkan jenis sensor                                                                                                                                                                           | Model berbasis sensor (dipakai) mampu memprediksi kemungkinan terjadinya jatuh pada orang dewasa yang lebih tua (akurasi 57%) dan menggunakan kemampuan prediksi model berbasis penilaian klinis. Penilaian gaya berjalan multi-sensor memberikan prediksi pengkajian risiko jatuh terbaik, yaitu menggunakan kombinasi akselerometer panggul posterior, kepala, dan betis kaki serta jaringan saraf. |
| 18 | Brodie, dkk (2016)               | Disentangling the health benefits of walking from increased exposure to falls in older people using remote gait monitoring and multi-dimensional analysis                       | RCT                   | Untuk mengetahui apakah peningkatan pemantauan berjalan jarak jauh dengan pengkajian risiko jatuh pada orang yang cacat dengan pengkajian risiko jatuh (paparan)                                                                                                                             | Hasil studi menunjukkan bahwa monitoring jarak jauh pola berjalan dapat menjadi cara baru untuk membedakan pengkajian risiko jatuh pada orang cacat dan aktif dalam pengkajian.                                                                                                                                                                                                                       |

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Bernhard, F. P., Sartor, J., Bettecken, K., Hobert, M. A., Arnold, C., Weber, Y. G., Poli, S., Margraf, N. G., Schlenstedt, C., Hansen, C., Hansen, C., & Maetzler, W. (2018). Wearables for gait and balance assessment in the neurological ward - study design and first results of a prospective cross-sectional feasibility study with 384 inpatients. *BMC Neurology*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12883-018-1111-7>
- [2] Brodie, M. A., Okubo, Y., Annegarn, J., Wieching, R., Lord, S. R., & Delbaere, K. (2017). Disentangling the health benefits of walking from increased exposure to falls in older people using remote gait monitoring and multi-dimensional analysis. *Physiological Measurement*, 38(1), 45–62. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/38/1/45>
- [3] Ganz, N., Gazit, E., Giladi, N., Dawe, R. J., Mirelman, A., Buchman, A. S., & Hausdorff, J. M. (2021). Automatic quantification of tandem walking using a wearable device: New insights into dynamic balance and mobility in older adults. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 76(1), 101–107. <https://doi.org/10.1093/GERONA/GLAA235>
- [4] Hauth, J., Jabri, S., Kamran, F., Feleke, E. W., Nigusie, K., Ojeda, L. V., ... Sienko, K. H. (2021). Automated loss-of-balance event identification in older adults at risk of falls during real-world walking using wearable inertial measurement units. *Sensors*, 21(14). <https://doi.org/10.3390/s21144661>
- [5] Howcroft, Jennifer, Kofman, J., & Lemaire, E. D. (2017). Prospective Fall-Risk Prediction Models for Older Adults Based on Wearable Sensors. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 25(10), 1812–1820. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2017.2687100>
- [6] Huizenga, D., Rashford, L., Darcy, B., Lundin, E., Medas, R., Shultz, S. T., DuBose, E., & Reed, K. B. (2021). Wearable gait device for stroke gait rehabilitation at home. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 28(6), 443–455. <https://doi.org/10.1080/10749357.2020.1834272>
- [7] Mertens, M., Raepsaet, J., Debar, G., Mondelaers, M., Vanrumste, B., & Davis, J. (2019). Use of wearable technology to quantify fall risk in psychogeriatric environments: A feasibility study. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 3187–3190. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856337>
- [8] Meyer, B. M., Tulipani, L. J., Gurchiek, R. D., Allen, D. A., Adamowicz, L., Larie, D., Solomon, A. J., Cheney, N., & McGinnis, R. S. (2021). Wearables and Deep Learning Classify Fall Risk from Gait in Multiple Sclerosis. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 25(5), 1824–1831. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.3025049>
- [9] Muchna, A., Najafi, B., Wendel, C. S., Schwenk, M., Armstrong, D. G., & Mohler, J. (2018). Foot problems in older adults associations with incident falls, frailty syndrome, and sensor-derived gait, balance, and physical activity measures. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 108(2), 126–139. <https://doi.org/10.7547/15-186>
- [10] Nguyen, T. Q., Young, J. H., Rodriguez, A., Zupancic, S., & Lie, D. Y. C. (2019). Differentiation of patients with balance insufficiency (Vestibular hypofunction) versus normal subjects using a low-cost small wireless wearable gait sensor. *Biosensors*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/bios9010029>

- 
- [11] Nouredanesh, M., & Tung, J. (2019). IMU, sEMG, or their cross-correlation and temporal similarities: Which signal features detect lateral compensatory balance reactions more accurately? *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 182. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105003>
- [12] Psarakis, M., Greene, D. A., Cole, M. H., Lord, S. R., Hoang, P., & Brodie, M. (2018). Wearable technology reveals gait compensations, unstable walking patterns and fatigue in people with multiple sclerosis. *Physiological Measurement*, 39(7). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aac0a3>
- [13] Rivolta, M. W., Aktaruzzaman, M., Rizzo, G., Lafortuna, C. L., Ferrarin, M., Bovi, G., Bonardi, D. R., Caspani, A., & Sassi, R. (2019). Evaluation of the Tinetti score and fall risk assessment via accelerometry-based movement analysis. *Artificial Intelligence in Medicine*, 95, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2018.08.005>
- [14] Wang, J., Gong, D., Luo, H., Zhang, W., Zhang, L., Zhang, H., ... Wang, S. (2020). Measurement of step angle for quantifying the gait impairment of Parkinson's disease by wearable sensors: Controlled study. *JMIR MHealth and UHealth*, 8(3). <https://doi.org/10.2196/16650>
- [15] Yu, L., Zhao, Y., Wang, H., Sun, T.-L., Murphy, T. E., & Tsui, K.-L. (2021). Assessing elderly's functional balance and mobility via analyzing data from waist-mounted tri-axial wearable accelerometers in timed up and go tests. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01463-4>
- [16] Zahiri, M., Chen, K. M., Zhou, H., Nguyen, H., Workeneh, B. T., Yellapragada, S. V., Sada, Y. H., Schwenk, M., & Najafi, B. (2019). Using wearables to screen motor performance deterioration because of cancer and chemotherapy-induced peripheral neuropathy (CIPN) in adults - Toward an early diagnosis of CIPN. *Journal of Geriatric Oncology*, 10(6), 960–967. <https://doi.org/10.1016/j.jgo.2019.01.010>
- [17] Zhang, Y., Wang, H., Yao, Y., Liu, J., Sun, X., & Gu, D. (2021). Walking stability in patients with benign paroxysmal positional vertigo: an objective assessment using wearable accelerometers and machine learning. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00854-y>
- [18] Zhou, H., Al-Ali, F., Rahemi, H., Kulkarni, N., Hamad, A., Ibrahim, R., Talal, T. K., & Najafi, B. (2018). Hemodialysis impact on motor function beyond aging and diabetes—objectively assessing gait and balance by wearable technology. *Sensors (Switzerland)*, 18(11). <https://doi.org/10.3390/s18113939>
-