

Kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* Dibandingkan dengan Pelatihan *Full Walking Tandem Exercise* dalam Meningkatkan Keseimbangan pada Lansia Wanita di Desa Dalung

I Gede Wisnu Pramadita^{1*}, I Made Muliarta², Nur Basuki³

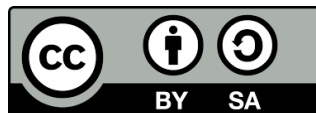
Universitas Udayana, Indonesia^{1,2}

Poltekkes Kemenkes Surakarta, Indonesia³

Email : wgede371@gmail.com^{1*}, muliarta26@gmail.com², nbasuki.ft@gmail.com³

Keywords:

Balance Strategy Exercise; Active Stretching Exercise; Full Walking Tandem Exercise; Balance; Older Adults.



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Riviera Publishing

Kata Kunci:

Balance Strategy Exercise; Active Stretching Exercise; Full Walking Tandem Exercise; Keseimbangan; Lansia

Abstract

As individuals age, older adults experience a decline in musculoskeletal and neuromuscular function, resulting in decreased balance control and an increased risk of falls. Impaired balance may reduce the ability to perform activities of daily living and negatively affect quality of life; therefore, effective exercise programs are needed to improve balance by enhancing flexibility, postural control, and balance strategies. This study aimed to compare the effectiveness of a combination of Balance Strategy Exercise (BSE) and Active Stretching Exercise (ASE) with Full Walking Tandem Exercise (FWTE) in improving balance among older women in Dalung Village. This study employed an experimental design using a pre-test and post-test two-group design. A total of 46 older women who met the inclusion and exclusion criteria were recruited and allocated into two groups: the BSE plus ASE group and the FWTE group. The intervention was conducted over four weeks according to the prescribed exercise program, and balance was assessed before and after the intervention using the Timed Up and Go Test (TUGT). The results showed that both groups demonstrated improvements in balance following the intervention. The BSE plus ASE group showed a reduction in TUGT completion time of 2.01 seconds ($p = 0.000$; $p < 0.05$), whereas the FWTE group showed a reduction of 0.27 seconds ($p = 0.000$; $p < 0.05$). Furthermore, the between-group analysis indicated that the improvement in balance was significantly greater in the BSE plus ASE group than in the FWTE group. In conclusion, the combination of Balance Strategy Exercise and Active Stretching Exercise was more effective than Full Walking Tandem Exercise in improving balance among older women in Dalung Village.

Abstrak

Seiring bertambahnya usia, lansia mengalami penurunan fungsi sistem muskuloskeletal dan neuromuskular yang mengakibatkan menurunnya kemampuan menjaga keseimbangan tubuh sehingga meningkatkan risiko jatuh. Gangguan keseimbangan pada lansia dapat menurunkan kemampuan melakukan aktivitas sehari-hari dan berdampak terhadap kualitas hidup, sehingga diperlukan program latihan yang efektif untuk meningkatkan keseimbangan melalui peningkatan fleksibilitas, kontrol postural, dan strategi keseimbangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan efektivitas kombinasi *Balance Strategy Exercise* (BSE) dan *Active Stretching Exercise* (ASE) dibandingkan dengan *Full Walking Tandem Exercise* (FWTE) dalam meningkatkan keseimbangan pada wanita lansia di Desa Dalung. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan rancangan pre-test dan post-test two group design. Subjek penelitian berjumlah 46 wanita lansia yang memenuhi

kriteria inklusi dan eksklusi, kemudian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok kombinasi BSE dan ASE serta kelompok FWTE. Intervensi diberikan selama empat minggu sesuai program latihan yang telah ditetapkan, dan kemampuan keseimbangan diukur sebelum dan sesudah intervensi menggunakan *Timed Up and Go Test* (TUGT). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua kelompok mengalami peningkatan keseimbangan setelah intervensi. Kelompok kombinasi BSE dan ASE mengalami penurunan waktu TUGT sebesar 2,01 detik ($p=0,000$; $p<0,05$), sedangkan kelompok FWTE mengalami penurunan waktu TUGT sebesar 0,27 detik ($p=0,000$; $p<0,05$). Analisis perbandingan antarkelompok menunjukkan bahwa peningkatan keseimbangan pada kelompok kombinasi BSE dan ASE lebih besar dibandingkan kelompok FWTE. Dengan demikian, kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* lebih efektif dibandingkan *Full Walking Tandem Exercise* dalam meningkatkan keseimbangan pada wanita lansia di Desa Dalung.

PENDAHULUAN

Peningkatan usia harapan hidup merupakan salah satu indikator penting keberhasilan pembangunan di bidang kesehatan. Hal ini menjadi acuan bagi pemerintah dalam menyusun kebijakan serta program kesehatan dan kesejahteraan bagi lansia, sehingga mereka tetap dapat beraktivitas secara mandiri dan berperan aktif dalam kehidupan bermasyarakat. Namun, meningkatnya usia harapan hidup yang ditandai dengan bertambahnya jumlah lansia juga diikuti oleh perubahan demografi kesehatan serta meningkatnya risiko penyakit degeneratif.

Menurut *World Health Organization* (WHO), lanjut usia (lansia) merupakan individu yang berusia 60 tahun atau lebih. Peningkatan jumlah penduduk lanjut usia merupakan salah satu fenomena demografi terbesar di dunia sebagai dampak meningkatnya angka harapan hidup, kemajuan pelayanan kesehatan, serta menurunnya angka fertilitas. WHO melaporkan bahwa jumlah penduduk berusia 60 tahun ke atas diproyeksikan mencapai sekitar 2,1 miliar jiwa pada tahun 2050, atau sekitar 22% dari total populasi dunia (World Health Organization, 2022). Sejalan dengan laporan tersebut, *World Population Prospects* menunjukkan bahwa pada tahun 2022 sekitar 10% populasi dunia telah berusia 65 tahun atau lebih dan diproyeksikan meningkat menjadi sekitar 16% pada tahun 2050. Beberapa negara seperti Jepang, Italia, Jerman, Finlandia, dan Korea Selatan bahkan telah memasuki kategori *super-aged society*, yaitu kondisi ketika lebih dari 20% penduduknya merupakan kelompok lanjut usia (United Nations, 2022). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penuaan penduduk telah menjadi isu kesehatan masyarakat global yang menuntut kesiapan sistem pelayanan kesehatan, rehabilitasi, serta pelayanan jangka panjang untuk mempertahankan kesehatan dan kualitas hidup lansia (Agrawal et al., 2020).

Fenomena penuaan penduduk juga terjadi di Indonesia. Badan Pusat Statistik mencatat bahwa proporsi penduduk lanjut usia meningkat dari 7,6% pada tahun 2010 menjadi 10,8% pada tahun 2023 dan diproyeksikan mencapai sekitar 16,5% pada tahun 2045 (Badan Pusat Statistik, 2023). Di Provinsi Bali, proses penuaan penduduk berlangsung lebih cepat dibandingkan rata-rata nasional; berdasarkan Survei Kesehatan Daerah Bali Tahun 2021, proporsi penduduk lanjut usia diprediksi mencapai sekitar 20% dari total penduduk pada tahun 2030 (Pemerintah Provinsi Bali, 2021). Adapun jumlah lansia wanita di Desa Dalung, Bali, adalah 60 orang.

Seiring bertambahnya usia akan terjadi proses penuaan yang ditandai dengan penurunan massa otot, kekuatan otot, fleksibilitas otot, dan degenerasi sistem *vestibuler* yang menyebabkan kemampuan lansia dalam menjaga keseimbangan tubuh menurun. Penurunan massa otot terjadi sebanyak 1–2% setelah usia 50 tahun, sedangkan penurunan kekuatan otot terjadi sebanyak 12–15% setiap 10 tahun setelah seseorang mencapai usia 50 tahun (Gustafsson & Ulfhake, 2024). Fleksibilitas otot mulai mengalami penurunan sebesar 20–30% pada rentang usia 30–70 tahun (Kedlian et al., 2024). Pada usia 60 tahun ke atas terjadi penurunan yang signifikan pada fleksibilitas otot dan lingkup gerak sendi *ekstensi hip*, *internal rotasi hip*, *abduksi hip*, *dorsofleksi ankle*, serta panjang otot *gastrocnemius*. Penurunan fleksibilitas *ekstensor trunk* sebesar 50% pada usia 70 tahun ke atas mengakibatkan perpindahan *center of mass* (COM) ke tumit, dan fleksibilitas pergelangan kaki pada usia 55 tahun ke atas menurun hingga 50% pada wanita dan 35% pada pria (Roriz-Filho et al., 2020).

Penurunan sistem sensorik ditandai dengan proses degenerasi sistem *vestibuler*, berupa degenerasi *otolith* (demineralisasi pada *makula*) sehingga terjadi penurunan respons keseimbangan terhadap gravitasi dan pergerakan linear, degenerasi *epithelium sensorik*, berkurangnya sel rambut, dan kerusakan *nervus vestibularis*. Penurunan kekuatan otot, fleksibilitas otot, dan degenerasi sistem *vestibuler* tersebut dapat menyebabkan gangguan keseimbangan pada lansia (Gea et al., 2024). Gangguan keseimbangan selanjutnya meningkatkan risiko jatuh yang dapat mengakibatkan nyeri, terkilir, patah tulang, kelumpuhan, bahkan kematian, serta menimbulkan rasa takut dan hilangnya rasa percaya diri sehingga lansia membatasi aktivitas sehari-hari dan kualitas hidupnya menurun (Wang et al., 2025). Berdasarkan kondisi tersebut, dibutuhkan program latihan keseimbangan yang praktis, mudah diterapkan, dan efektif untuk meningkatkan keseimbangan pada lansia.

Keseimbangan adalah kemampuan dalam mengontrol pusat gravitasi (*center of gravity*) atau pusat massa tubuh (*center of mass*) terhadap bidang tumpu (*base of support*) (Şimşek & Şimşek, 2020). Kemampuan menyeimbangkan *center of mass* dengan *base of support* membuat manusia tetap dalam posisi seimbang, baik saat diam maupun saat bergerak, sehingga dapat beraktivitas secara efektif dan efisien (Fonseca et al., 2021). Keseimbangan terbagi menjadi keseimbangan statis, yaitu kemampuan mempertahankan tubuh pada posisi diam, dan keseimbangan dinamis, yaitu kemampuan mempertahankan tubuh dalam kondisi bergerak dari satu posisi ke posisi lain (Dunsky et al., 2017). Pengontrolan keseimbangan melibatkan sistem informasi sensoris *visual*, *vestibular*, dan *somatosensoris* (Ketterer et al., 2024; Smith et al., 2021) yang diintegrasikan terutama di *serebelum* (Oh, 2025; Orphanides et al., 2025), respons otot-otot postural yang sinergis (Cesari et al., 2022; Monte et al., 2024), kekuatan otot (Sakaguchi et al., 2023), serta lingkup gerak sendi (Shen et al., 2024). Kemampuan mempertahankan keseimbangan juga ditentukan oleh kemampuan menjaga *center of gravity* tetap berada dalam batas stabilitas (*limits of stability*) di atas *base of support* yang menurun seiring bertambahnya usia (Sturnieks, 2021; Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Balance Strategy Exercise merupakan latihan keseimbangan yang gerakannya sederhana, mudah dipahami dan diterapkan, aman, serta mudah diingat oleh lansia, sehingga dapat menjadi latihan keseimbangan yang efektif dilakukan dalam jangka panjang. Latihan ini berdasarkan pada tiga strategi gerakan utama, yaitu *ankle strategy*, *hip strategy*, dan *stepping strategy*, untuk memulihkan keseimbangan (*recover balance*) setelah mendapatkan perturbasi (Kisner & Colby, 2017). *Ankle strategy exercise* terbukti mampu meningkatkan *limits of*

stability sehingga meningkatkan stabilitas pergelangan kaki (Arimbi & Pristianto, 2025), serta dapat meningkatkan stabilitas sendi *ankle* di segala arah gerakan dan kekuatan otot *plantarfleksi* dan *dorsofleksi* sehingga meningkatkan keseimbangan pada lansia (Vittala, 2021). Latihan *ankle strategy* yang dilakukan 3 kali seminggu selama 6 minggu juga terbukti meningkatkan keseimbangan, *limits of stability*, kekuatan otot *dorsofleksi* dan *plantarfleksi ankle*, serta stabilitas dinamis *ankle* (Liang et al., 2024). Metode *Balance Strategy Exercise* dapat menstimulasi sistem *vestibuler* pada sistem saraf pusat dengan cara membangun sinergitas otot sebagai unit gerakan fundamental yang berperan dalam meningkatkan keseimbangan (Malasari et al., 2022).

Namun, penelitian-penelitian tersebut belum memperhatikan kelengkapan latihan penunjang keseimbangan dalam menghadapi perturbasi. *Ankle strategy exercise* hanya mampu mengatasi perturbasi kecil dengan mengembalikan COM ke posisi stabil, sedangkan untuk mengatasi perturbasi yang lebih besar dan perubahan COM yang melebihi *limits of stability* dibutuhkan latihan *hip strategy* (Almasoudi et al., 2024) dan *stepping strategy*. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan serangkaian *balance strategy exercise* yang lengkap. Selain itu, pelatihan *balance strategy* membutuhkan kombinasi dengan metode latihan tambahan untuk lebih meningkatkan kekuatan otot dan lingkup gerak sendi agar dapat meningkatkan keseimbangan lebih efektif pada lansia (Vittala, 2022), yaitu latihan *stretching* yang aman dan mudah dilakukan secara mandiri oleh lansia berupa *active stretching exercise*.

Active stretching exercise adalah metode *stretching* yang melibatkan kontraksi otot untuk meregangkan otot, meningkatkan lingkup gerak sendi, serta meningkatkan performa otot. Latihan ini dilakukan dengan gerakan ritmis dan terkontrol secara berulang dengan tahanan selama beberapa detik di akhir gerakan, ketika lingkup gerak sendi dicapai secara maksimal (Vittala, 2022). Penelitian Gallo et al. yang dirangkum oleh (Vittala, 2022) menyatakan adanya peningkatan lingkup gerak sendi, fleksibilitas, kapasitas fungsional, kekuatan, dan ketahanan otot setelah *active stretching exercise*, sehingga mampu menjaga kestabilan tubuh lebih efektif. Namun, penelitian tersebut tidak menjelaskan secara spesifik fleksibilitas anggota gerak mana yang diteliti, sehingga penelitian ini merancang program *active stretching* yang spesifik pada ekstremitas bawah, yaitu *hip*, *knee*, dan *ankle*, sebagai penunjang kemampuan keseimbangan. Kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* berfokus pada peningkatan kekuatan, performa, dan fleksibilitas otot, serta stimulasi sistem *vestibuler* melalui sinergitas otot sebagai unit fundamental gerakan dasar (Malasari et al., 2022).

Full walking tandem exercise adalah metode latihan keseimbangan yang sederhana, mudah dipahami, mudah diingat, serta aman diterapkan oleh lansia, yang dilakukan dengan cara berjalan pada satu garis lurus dengan posisi satu kaki di depan kaki lainnya sehingga ibu jari kaki satu menyentuh tumit kaki yang lain sejauh 3–6 meter (Krisnantara, 2023). Latihan ini menggunakan metode latihan proprioceptor untuk melatih koordinasi dan refleks otot sehingga dapat menstimulasi sistem *vestibuler* dalam meningkatkan respons keseimbangan terhadap gravitasi (Setyawan et al., 2022). Meski demikian, penelitian terdahulu memiliki keterbatasan berupa ukuran sampel yang relatif kecil, lokasi penelitian yang hanya terfokus pada satu komunitas, serta durasi intervensi yang singkat tanpa tindak lanjut jangka panjang (Krisnantara, 2023). Metode ini juga memiliki kekurangan dalam hal peregangan otot, sehingga lingkup gerak sendi menjadi kurang maksimal (Widiastuti et al., 2021).

Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga aspek. Pertama, penelitian ini membandingkan secara langsung kombinasi *balance strategy exercise* dan *active stretching exercise* dengan *full walking tandem exercise*, yang belum banyak diteliti. Kedua, penelitian ini merancang program *active stretching* yang spesifik pada ekstremitas bawah (*hip*, *knee*, dan *ankle*), yang merupakan komponen penting dalam menjaga keseimbangan. Ketiga, penelitian ini dilakukan pada populasi lansia wanita komunitas di Indonesia, yang memiliki karakteristik sosial budaya yang berbeda dari populasi lansia di negara Barat. Secara teoretis, penelitian ini memperkaya literatur tentang latihan keseimbangan pada lansia; secara praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi bagi fisioterapis dan kader posyandu dalam merancang program latihan keseimbangan berbasis komunitas.

Berdasarkan uraian tersebut, penurunan keseimbangan pada lansia disebabkan oleh penurunan massa otot, kekuatan otot, fleksibilitas otot, dan degenerasi sistem *vestibuler*. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan kombinasi *balance strategy exercise* dan *active stretching exercise* dengan *full walking tandem exercise* dalam meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita di Desa Dalung. Pemilihan lokasi didasarkan pada hasil wawancara di tempat observasi bahwa organisasi lansia di Desa Dalung tergolong aktif, yang tampak dari kegiatan rutin seperti senam lansia, arisan, dan posyandu. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menentukan apakah kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* dapat meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita; (2) menentukan apakah *Full Walking Tandem Exercise* dapat meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita; dan (3) menentukan perbedaan efektivitas kedua intervensi tersebut terhadap peningkatan keseimbangan pada lansia wanita.

METODE PENELITIAN

Desain, Lokasi, dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan pendekatan *pre-test and post-test two group design* untuk mengevaluasi efektivitas kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* dibandingkan dengan *Full Walking Tandem Exercise* terhadap peningkatan keseimbangan wanita lansia. Desain ini memungkinkan peneliti membandingkan hasil sebelum dan sesudah intervensi pada dua kelompok berbeda dalam situasi yang mendekati eksperimen murni (Creswell & Creswell, 2018). Skema rancangan penelitian disajikan pada Tabel 1. Penelitian dilaksanakan di Desa Dalung, Kecamatan Kuta Utara, Kabupaten Badung, Bali, pada bulan Februari hingga April 2026.

Tabel 1. Rancangan penelitian *pre-test and post-test two group design*

Populasi	Sampel	Alokasi	Pre-test	Perlakuan (4 minggu)	Post-test
P	S	RA	O1 O3	P1 (kombinasi BSE + ASE) P2 (FWTE)	O2 O4

P = populasi; S = sampel; RA = *random allocation*; P1 = kelompok yang diberikan kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* selama 4 minggu; P2 = kelompok yang diberikan *Full Walking Tandem Exercise* selama 4 minggu; O1 dan O3 = hasil pengukuran keseimbangan sebelum perlakuan pada kelompok P1 dan P2; O2 dan O4 = hasil pengukuran keseimbangan setelah 4 minggu perlakuan pada kelompok P1 dan P2.

Populasi dan Sampel

Populasi target adalah seluruh wanita lansia berusia 60 tahun ke atas yang berdomisili di wilayah Desa Dalung. Kriteria inklusi penelitian meliputi: (1) wanita lansia berusia 60–85

tahun; (2) mampu berdiri dan berjalan mandiri tanpa alat bantu; (3) tidak memiliki gangguan penglihatan yang berat; (4) mengalami gangguan keseimbangan berdasarkan hasil pengukuran *Timed Up and Go Test* (TUGT); (5) indeks massa tubuh (IMT) kategori normal dan *overweight* berdasarkan kriteria Asia Pasifik; (6) tidak sedang mengikuti program latihan fisik lain selama periode penelitian; dan (7) bersedia mengikuti seluruh sesi intervensi serta menandatangani *informed consent*.

Kriteria eksklusi meliputi: (1) riwayat stroke atau gangguan neurologis berat yang memerlukan alat bantu berjalan; (2) riwayat gangguan muskuloskeletal berat, yaitu fraktur dalam 6 bulan terakhir dan memerlukan alat bantu berjalan; (3) gangguan penglihatan sedang hingga berat, termasuk katarak yang signifikan; (4) vertigo kronis atau gangguan keseimbangan lain yang serius; (5) jatuh berulang dalam 3 bulan terakhir; (6) menggunakan obat-obatan yang dapat memengaruhi keseimbangan, seperti obat sedatif; (7) penyakit penyerta yang serius, seperti penyakit jantung, hati, dan paru, yang dapat memengaruhi partisipasi atau keselamatan selama intervensi; (8) menggunakan alat bantu gerak untuk mobilitas sehari-hari; (9) gangguan muskuloskeletal akut atau nyeri berat; dan (10) gangguan kognitif sedang hingga berat. Subjek dinyatakan *drop out* apabila mengundurkan diri, ingin pindah kelompok intervensi, mengalami cedera atau komplikasi medis selama pelatihan, tidak hadir ≥ 3 kali selama sesi intervensi, atau tidak mengikuti instruksi latihan dengan benar.

Ukuran sampel dihitung menggunakan rumus Pocock (2008), yaitu:

$$n = [2\sigma^2 \times f(\alpha, \beta)] / (\mu_1 - \mu_2)^2$$

dengan n adalah jumlah sampel, σ adalah simpangan baku, μ_1 adalah rerata skor *post-test*, μ_2 adalah rerata skor *pre-test*, dan $f(\alpha, \beta)$ adalah interval kepercayaan sebesar 10,5 berdasarkan tabel Pocock. Berdasarkan hasil penelitian Rachmawati (2017), diperoleh $n = 18$ orang, yang setelah ditambah 10% untuk mengantisipasi *drop out* menjadi 20 orang per kelompok. Berdasarkan hasil penelitian Krismantara (2023), diperoleh $n = 23$ orang, yang setelah ditambah 10% menjadi 25 orang per kelompok. Mengacu pada kedua rujukan tersebut, estimasi sampel ditetapkan sebesar $(25 + 20)/2 \approx 23$ orang per kelompok, sehingga jumlah keseluruhan sampel pada kedua kelompok adalah 46 orang. Teknik *purposive sampling* digunakan dengan mempertimbangkan karakteristik yang relevan dengan tujuan penelitian, kemudian pembagian kelompok dilakukan melalui pengambilan nomor undian secara acak (Palinkas et al., 2015).

Variabel Penelitian

Variabel independen dalam penelitian ini adalah kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* serta *Full Walking Tandem Exercise*; variabel dependen adalah keseimbangan; sedangkan variabel kendali meliputi usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, dan indeks massa tubuh. Hubungan antarvariabel beserta definisi operasionalnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Variabel penelitian dan definisi operasional

Jenis variabel	Variabel	Definisi operasional
Independen	Kombinasi BSE + ASE	Latihan dengan cara melatih strategi keseimbangan tubuh yang dikombinasikan dengan latihan peregangan tubuh
	<i>Full Walking Tandem Exercise</i> (FWTE)	Gerakan untuk melatih keseimbangan tubuh dengan cara meletakkan tumit kaki di ujung ibu jari kaki sebelahnya
Dependen	Keseimbangan	Kemampuan tubuh untuk mempertahankan posisi tubuh yang stabil dalam berbagai kondisi, diukur menggunakan TUGT (detik); skala interval
Kendali	Usia	Ditentukan dari tanggal lahir pada KTP
	Jenis kelamin	Lansia wanita
	Berat badan	Massa tubuh responden yang diukur menggunakan timbangan (kg)
	Tinggi badan	Tinggi tubuh responden yang diukur menggunakan alat ukur tinggi badan (cm)
	IMT	Berat badan dibagi tinggi badan kuadrat (kg/m ²)

Program Intervensi

Kelompok 1 menerima kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise*, sedangkan Kelompok 2 menerima *Full Walking Tandem Exercise*. Rincian program intervensi pada kedua kelompok disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Program intervensi pada kedua kelompok

Kelompok	Komponen dan dosis latihan	Frekuensi dan durasi
Kelompok 1: kombinasi BSE + ASE	<i>Active stretching exercise</i> pada <i>dorsoflektor</i> dan <i>plantarflektor ankle</i> , <i>hip ekstensor</i> dan <i>hamstring</i> , serta <i>hip flektor</i> ; 5 repetisi tiap regio, tiap repetisi ditahan 20 detik dengan istirahat 10 detik; dilanjutkan <i>balance strategy exercise</i> berupa <i>ankle strategy</i> , <i>hip strategy</i> , dan <i>stepping strategy</i>	3 kali seminggu selama 4 minggu; jeda istirahat ±3–5 menit per sesi
Kelompok 2: FWTE	Berjalan maju pada satu garis lurus dengan tumit kaki menyentuh ibu jari kaki sebelahnya sejauh 3–6 meter; dilakukan 10 kali kemudian istirahat	3 kali seminggu selama 4 minggu; jeda istirahat ±3–5 menit per sesi

Active stretching exercise dilakukan sebelum *balance strategy exercise* untuk meningkatkan fleksibilitas dan performa otot. Gerakan *stretching* pada *dorsoflektor* dan *plantarflektor ankle* dilakukan dengan lansia tidur terlentang di atas matras, mengangkat salah satu kaki sedikit lebih tinggi daripada tubuh, lalu melakukan gerakan *dorsofleksi* dan *plantarfleksi ankle*. Gerakan *stretching* pada *hip ekstensor* dan *hamstring* dilakukan dengan lansia tidur terlentang, mengangkat salah satu kaki setinggi mungkin hingga mencapai lingkup gerak sendi maksimal, kemudian menggerakkan *ankle* ke arah *dorsofleksi*. Gerakan *stretching* pada *hip flektor* dilakukan dalam posisi tengkurap dengan *fleksi knee* dan *dorsofleksi ankle*, kemudian mengangkat pinggul ke arah hiperekstensi hingga mencapai lingkup gerak sendi maksimal.

Balance strategy exercise terdiri atas tiga gerakan. *Ankle strategy exercise* bertujuan mengembalikan COM ke posisi stabil pada fase menapak diam dan selama terjadinya gangguan kecil, dengan aktivasi otot berurutan dari *distal* ke *proksimal*. *Hip strategy exercise* bertujuan mengatasi gangguan eksternal yang cepat dan besar yang menyebabkan *center of gravity* mendekati batas stabilitas, menggunakan *fleksi* dan *ekstensi* pinggul yang cepat dengan aktivasi otot dari *proksimal* ke *distal* (Almasoudi et al., 2024; Kisner & Colby, 2017). *Stepping strategy exercise* digunakan ketika COM berpindah melampaui batas stabilitas, sehingga langkah

dilakukan untuk memperbesar *base of support* dan mengembalikan kontrol keseimbangan (Kisner & Colby, 2017). Adapun *full walking tandem exercise* dilakukan dengan meletakkan tumit kaki di ujung ibu jari kaki sebelahnya, lalu subjek berjalan maju pada satu garis lurus dengan menempatkan kaki kanan menyentuh tumit kaki kiri sejauh 3–6 meter. Dosis yang dianjurkan untuk menghasilkan keseimbangan yang adekuat melalui latihan ini adalah 2–4 minggu (Utami & Sudaryanto, 2025).

Instrumen dan Prosedur Penelitian

Keseimbangan diukur menggunakan *Timed Up and Go Test* (TUGT) yang merupakan salah satu alat ukur gangguan keseimbangan (Da Rocha et al., 2025). Pada pelaksanaannya, subjek berjalan sesuai kemampuannya menempuh jarak 3 meter menuju dinding, berbalik tanpa menyentuh dinding, berjalan kembali menuju kursi, kemudian duduk kembali bersandar. Waktu dihitung sejak aba-aba "mulai" hingga subjek duduk bersandar kembali. Subjek tidak diperbolehkan mencoba atau berlatih lebih dahulu. Nilai normal pada lanjut usia sehat berumur 75 tahun adalah rata-rata 8,5 detik (Choi et al., 2021), sedangkan waktu lebih dari 30 detik menunjukkan subjek memiliki masalah berjalan dan membutuhkan bantuan, dan waktu lebih dari 40 detik menunjukkan subjek sangat berisiko jatuh sehingga memerlukan pengawasan optimal. Nilai normal dan interpretasi TUGT disajikan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Instrumen pendukung lainnya meliputi *stopwatch*, timbangan, alat ukur tinggi badan, kamera untuk dokumentasi, alat tulis, dan komputer untuk pengolahan data (Sugiyono, 2019).

Tabel 4. Nilai normal *Timed Up and Go Test*

Umur (tahun)	Jenis kelamin	Nilai rata-rata (detik)	Nilai normal (detik)
60–69	Laki-laki	8	4–12
60–69	Perempuan	8	4–12
70–79	Laki-laki	9	5–13
70–79	Perempuan	9	5–15
80–89	Laki-laki	10	8–12
80–89	Perempuan	10	5–17

Sumber: Jacob & Fox (2008).

Tabel 5. Interpretasi *Timed Up and Go Test*

Waktu tempuh	Status
< 10 detik	Mobilitas bebas
< 20 detik	Mobilitas baik
< 30 detik	Mobilitas tidak stabil

Sumber: Jacob & Fox (2008).

Prosedur penelitian diawali dengan perizinan di Kantor Desa Dalung, edukasi kepada calon subjek mengenai manfaat, tujuan, dan prosedur penelitian, serta pengisian *informed consent*. Peneliti kemudian menyeleksi subjek berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi melalui pengukuran tinggi badan, berat badan, IMT, dan TUGT. Subjek yang memenuhi kriteria dibagi ke dalam dua kelompok melalui undian berupa gulungan kertas bernomor 1 dan 2. Pengukuran TUGT dilakukan sehari sebelum intervensi pertama (*pre-test*) dan sehari setelah intervensi terakhir (*post-test*) oleh pengukur yang tidak mengetahui alokasi kelompok subjek (*single blind*). Pelatihan dilakukan secara berkelompok di Aula Gedung Serbaguna Desa Dalung dengan pendampingan peneliti untuk memastikan latihan dilakukan dengan baik dan benar. Alur penelitian disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Alur penelitian

Tahap	Kelompok 1	Kelompok 2
1	Populasi lansia wanita Desa Dalung	
2	Seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan kriteria eksklusi	
3	Sampel lansia (n = 46)	
4	Random allocation	
5	Kelompok 1 (n = 23)	Kelompok 2 (n = 23)
6	Pre-test TUGT	Pre-test TUGT
7	Intervensi kombinasi <i>Balance Strategy Exercise</i> dan <i>Active Stretching Exercise</i>	Intervensi <i>Full Walking Tandem Exercise</i>
8	Post-test TUGT	Post-test TUGT
9	Analisis data dan pelaporan	

Analisis Data dan Etika Penelitian

Data dianalisis dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Statistik deskriptif digunakan untuk menganalisis usia, berat badan, tinggi badan, IMT, serta skor keseimbangan sebelum dan sesudah perlakuan. Uji normalitas dilakukan dengan *Shapiro-Wilk*; data dinyatakan berdistribusi normal apabila $p > 0,05$. Uji beda berpasangan menggunakan *paired sample t-test* untuk data berdistribusi normal dan *Wilcoxon signed-rank test* untuk data tidak berdistribusi normal. Uji beda antarkelompok menggunakan *independent sample t-test* untuk data normal dan homogen atau *Mann-Whitney test* untuk data tidak normal. Hipotesis diterima apabila $p < 0,05$ pada taraf signifikansi 5% (Sugiyono, 2019). Penelitian ini telah mendapatkan izin dari Komite Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Nomor 0566/UN14.2.2.VII.14/LT/2026. Seluruh peserta diberikan penjelasan mengenai tujuan dan prosedur penelitian serta menandatangani *informed consent*, dan seluruh pelaksanaan dilakukan di bawah pengawasan fisioterapis bersertifikat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada 46 lansia wanita di Desa Dalung yang dibagi menjadi dua kelompok, masing-masing berjumlah 23 orang, yaitu kelompok kombinasi *balance strategy exercise* dan *active stretching exercise* serta kelompok *full walking tandem exercise*. Responden yang terpilih mendapatkan pengarahan terlebih dahulu mengenai tujuan dan pengaruh pelatihan serta menandatangani formulir *informed consent*. Selama penelitian berlangsung tidak ada responden yang *drop out*, sehingga seluruh responden mengikuti proses penelitian dengan baik dari awal sampai selesai.

Karakteristik Responden

Karakteristik responden berdasarkan umur, berat badan, tinggi badan, dan IMT disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	Kombinasi BSE + ASE (n = 23)	Full Walking Tandem Exercise (n = 23)	P
Umur (tahun)	68,17 ± 3,61 (62–76)	66,70 ± 4,74 (60–74)	0,326*
Berat badan (kg)	55,26 ± 4,81 (48–63)	55,52 ± 3,74 (49–62)	0,838**
Tinggi badan (cm)	151,21 ± 2,39 (148–160)	150,73 ± 1,54 (148–154)	0,590*
IMT (kg/m ²)	24,14 ± 1,68 (21,9–27,3)	24,41 ± 1,37 (22,4–27,6)	0,548**

*Diuji dengan *Mann-Whitney test*, data disajikan median ± interquartile range (minimum–maksimum).

**Diuji dengan *independent sample t-test*, data disajikan mean ± standar deviasi (minimum–maksimum).

Berdasarkan Tabel 7, umur pada kelompok kombinasi BSE + ASE sebesar $68,17 \pm 3,61$ tahun dengan nilai minimum 62 dan maksimum 76, sedangkan pada kelompok *full walking tandem exercise* sebesar $66,70 \pm 4,74$ tahun dengan nilai minimum 60 dan maksimum 74. Berat badan pada kelompok kombinasi BSE + ASE memiliki *mean* 55,26 kg dengan standar deviasi 4,81 (48–63), sedangkan pada kelompok *full walking tandem exercise* memiliki *mean* 55,52 kg dengan standar deviasi 3,74 (49–62). Tinggi badan pada kelompok kombinasi BSE + ASE sebesar $151,21 \pm 2,39$ cm (148–160) dan pada kelompok *full walking tandem exercise* sebesar $150,73 \pm 1,54$ cm (148–154). IMT pada kelompok kombinasi BSE + ASE memiliki *mean* 24,14 dengan standar deviasi 1,68 (21,9–27,3), sedangkan pada kelompok *full walking tandem exercise* memiliki *mean* 24,41 dengan standar deviasi 1,37 (22,4–27,6). Secara keseluruhan, hasil uji terhadap seluruh variabel karakteristik responden pada kedua kelompok menunjukkan nilai $p > 0,05$. Hal ini membuktikan bahwa kedua kelompok memiliki karakteristik dasar yang homogen, sehingga variabel-variabel tersebut tidak memberikan bias yang signifikan terhadap hasil intervensi.

Uji Normalitas

Sebelum dilakukan uji hipotesis, dilakukan uji asumsi normalitas terhadap data hasil pengukuran keseimbangan (dalam satuan detik) pada kondisi *pre-test* dan *post-test* serta selisihnya pada masing-masing kelompok. Hasil uji normalitas disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji normalitas skor keseimbangan pada kedua kelompok perlakuan

Kelompok	p sebelum	p sesudah	p Δ (post – pre)
Kombinasi BSE + ASE	0,077	0,037	0,082
<i>Full Walking Tandem Exercise</i>	0,945	0,837	0,005

Uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk test*.

Berdasarkan Tabel 8, data pada kelompok kombinasi BSE + ASE sebelum perlakuan berdistribusi normal, sedangkan data sesudah perlakuan tidak berdistribusi normal. Data pada kelompok *full walking tandem exercise* sebelum dan sesudah perlakuan berdistribusi normal. Selisih skor keseimbangan sebelum dan sesudah perlakuan pada kelompok kombinasi BSE + ASE berdistribusi normal, sedangkan pada kelompok *full walking tandem exercise* tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas ini menjadi dasar dalam menentukan penggunaan uji statistik parametrik atau non-parametrik pada tahap analisis hipotesis berikutnya.

Uji Hipotesis

Uji beda berpasangan dilakukan untuk mengetahui apakah perubahan yang terjadi pada masing-masing kelompok signifikan secara statistik. Tabel 9 menyajikan nilai rerata sebelum dan sesudah intervensi, rentang *confidence interval* 95%, serta nilai p pada masing-masing kelompok.

Tabel 9. Hasil uji nilai keseimbangan (TUGT, detik) sebelum dan sesudah perlakuan pada tiap kelompok

Kelompok	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>	CI 95%	p
Kombinasi BSE + ASE	$15,24 \pm 1,07$ (13,60–17,34)	$13,24 \pm 1,08$ (10,44–15,34)	1,53–2,48	0,000*
<i>Full Walking Tandem Exercise</i>	$15,18 \pm 1,30$ (12,38–17,43)	$14,99 \pm 2,13$ (12,18–17,30)	–	0,000**

*Diuji dengan *Wilcoxon signed-rank test*; **Diuji dengan *paired sample t-test*.

Karena data kelompok kombinasi BSE + ASE sesudah perlakuan tidak berdistribusi normal, uji peningkatan skor keseimbangan pada kelompok ini menggunakan uji non-parametrik. Hasil *Wilcoxon test* menunjukkan peningkatan skor keseimbangan yang signifikan ($p = 0,000$) dengan interval kepercayaan 95% sebesar 1,53–2,48 dan selisih rerata sebesar $2,008 \pm 1,10$ detik. Data kelompok *full walking tandem exercise* sebelum dan sesudah perlakuan berdistribusi normal, sehingga digunakan uji parametrik. Hasil *paired sample t-test* pada kelompok ini menghasilkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang mengindikasikan adanya perubahan yang bermakna pada keseimbangan lansia setelah latihan *full walking tandem exercise*.

Setelah terbukti bahwa masing-masing kelompok mengalami peningkatan yang signifikan secara internal, dilakukan perbandingan antarkelompok menggunakan *Mann-Whitney test* terhadap selisih (*delta*) perubahan skor keseimbangan. Hasil analisis disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbedaan peningkatan skor keseimbangan antarkelompok

Kelompok	Mean rank	p
Kombinasi BSE + ASE	12,52	0,000*
Full Walking Tandem Exercise	34,48	

*Diuji dengan *Mann-Whitney test*.

Berdasarkan Tabel 10, hasil *Mann-Whitney test* menunjukkan perbedaan peningkatan skor keseimbangan yang signifikan antara kedua kelompok ($p = 0,000$), dengan nilai *mean rank* pada kelompok kombinasi BSE + ASE sebesar 12,52 dan pada kelompok *full walking tandem exercise* sebesar 34,48. Kelompok kombinasi BSE + ASE berhasil memangkas waktu TUGT rata-rata sebesar 2,01 detik, sedangkan kelompok *full walking tandem exercise* hanya memangkas waktu TUGT rata-rata sebesar 0,27 detik. Dengan demikian, metode kombinasi *balance strategy exercise* dan *active stretching exercise* lebih efektif dalam memulihkan dan meningkatkan keseimbangan lansia dibandingkan *full walking tandem exercise*.

Pembahasan

Pengaruh Kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* terhadap Keseimbangan Lansia Wanita

Hasil penelitian pada kelompok kombinasi *balance strategy exercise* (BSE) dan *active stretching exercise* (ASE) menunjukkan perubahan yang signifikan pada nilai TUGT sebelum dan sesudah intervensi. Rata-rata waktu tempuh pada tahap *pre-test* adalah 15,24 detik, yang kemudian menurun pada tahap *post-test* menjadi 13,24 detik. Penurunan waktu tempuh sekitar 2 detik ini merepresentasikan peningkatan kemampuan fungsional dalam berpindah dan berjalan. Secara klinis, hal ini memberikan makna bahwa integrasi kedua latihan tersebut mampu meningkatkan stabilitas postur dan efisiensi gerak pada lansia wanita di Desa Dalung, sehingga subjek memiliki kontrol keseimbangan yang lebih baik.

Hasil *Wilcoxon test* menghasilkan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang berarti hipotesis pertama diterima. Temuan ini menunjukkan bahwa sinergi antara strategi aktivasi motorik (melalui strategi pergelangan kaki, panggul, dan melangkah) dan optimalisasi fleksibilitas jaringan lunak bekerja efektif dalam memperbaiki mekanisme umpan balik (*biofeedback*) sensorimotor. Secara fisiologis, sistem saraf pusat menggunakan tiga sistem gerak yang saling berinteraksi untuk memastikan respons yang sesuai terhadap tantangan

postural, yaitu refleks regang dengan masa laten tersingkat (<70 ms), reaksi otomatis postural dengan masa laten sedang (80–120 ms) yang merupakan respons pertama yang secara efektif mencegah jatuh, serta respons volunter dengan masa laten terlama (>150 ms). Latihan yang teratur akan melatih *feed-forward mechanism*, yaitu mekanisme adaptasi sistem saraf terhadap input sensoris yang diberikan berulang-ulang, sehingga efek latihan bekerja secara otomatis (Kisner & Colby, 2017). Pola aktivitas otot pada *ankle strategy* yang berurutan dari *distal* ke *proksimal* serta pada *hip strategy* dari *proksimal* ke *distal* melatih sinergitas otot sebagai unit fungsional yang dibutuhkan untuk mengembalikan keseimbangan setelah perturbasi (Cesari et al., 2022; Monte et al., 2024).

Penambahan *active stretching exercise* melengkapi mekanisme tersebut. *Active stretching exercise* menggunakan kontraksi otot agonis secara aktif melalui mekanisme inervasi resiprokal yang menyebabkan relaksasi dan peregangan pada otot antagonis, sehingga fleksibilitas otot meningkat sekaligus meningkatkan fungsi otot agonis dan antagonis. Peningkatan torsi pada otot agonis dan antagonis menstimulasi *co-contraction* untuk menjaga stabilitas sendi, dan peningkatan ambang aktivasi *golgi tendon organ* (GTO) meningkatkan jumlah unit motorik yang aktif sehingga menghasilkan tegangan otot yang lebih baik (Vittala et al., 2021). Hal ini penting karena penuaan menyebabkan penurunan elastisitas, fleksibilitas, dan kekuatan otot lansia yang dapat membuat *balance strategy exercise* kurang efektif bila diberikan secara tunggal; efek *stretching* terhadap keseimbangan adalah meningkatkan ROM dan fleksibilitas otot, sedangkan *balance strategy exercise* meningkatkan performa otot ekstremitas bawah dan kemampuan mengembalikan keseimbangan setelah mendapat perturbasi (Vittala et al., 2021).

Temuan penelitian ini didukung oleh penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa penambahan *active stretching exercise* pada *balance strategy exercise* merupakan protokol yang paling efektif untuk meningkatkan keseimbangan lansia. Vittala (2022) mengonfirmasi bahwa kombinasi ini memberikan hasil yang signifikan dalam program latihan berbasis rumah (*home-based exercise*) bagi populasi geriatri. Azkia et al. (2021) juga menekankan efektivitas *balance strategy exercise* dalam meningkatkan stabilitas postural pada wanita lansia melalui penguatan respons motorik. Fong et al. (2021) semakin memperkuat hasil ini dengan menyatakan bahwa peregangan aktif secara spesifik berdampak positif pada sistem proprioseptif dan kontrol keseimbangan dinamis, yang menjadi komponen krusial dalam pencegahan jatuh pada orang dewasa tua. Pemahaman mengenai batas stabilitas juga digunakan dalam merancang latihan keseimbangan, misalnya melalui latihan pergeseran berat badan (*weight shifting*) untuk meningkatkan kontrol postural dan mencegah jatuh (Cramer et al., 2020).

Pengaruh *Full Walking Tandem Exercise* terhadap Keseimbangan Lansia Wanita

Hasil penelitian pada kelompok yang diberikan *full walking tandem exercise* menunjukkan adanya perbaikan, meskipun dalam skala yang terbatas. Nilai rata-rata TUGT pada saat *pre-test* sebesar 15,18 detik menurun menjadi 14,99 detik pada saat *post-test*. Hasil *paired sample t-test* menghasilkan nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$), sehingga hipotesis kedua diterima. Hal ini bermakna bahwa latihan *full walking tandem exercise* memiliki pengaruh yang signifikan secara statistik terhadap peningkatan keseimbangan pada lansia wanita di Desa Dalung. Namun, secara klinis efektivitasnya lebih rendah dibandingkan intervensi kombinasi,

yang mengindikasikan bahwa *full walking tandem exercise* memerlukan dukungan latihan lain untuk mengoptimalkan stabilitas postural secara maksimal.

Secara mekanistik, *full walking tandem exercise* merupakan pelatihan proprioseptif yang menginformasikan presisi gerak dan refleks muskular yang berkontribusi pada pembentukan stabilitas dinamis sendi. Pelatihan proprioseptif bertujuan melatih kembali jaras aferen untuk mengembangkan sensasi gerakan sendi dan aktivitas motorik pada sistem saraf pusat, sehingga umpan balik proprioseptif meningkatkan dan mempertahankan stabilitas fungsional sendi (Fauziah et al., 2021). Aktivasi *co-contraction* otot stabilisator pergelangan kaki diupayakan terjadi secara semi-otomatis melalui *central pattern generator* (CPG), dan gerakan yang lambat pada setiap perpindahan posisi memberi kesempatan pada *nuclei subcortical* dan *basal ganglia* untuk menganalisis sensasi posisi, yang kemudian diadaptasi sebagai stabilitas fungsional yang baru (Utami & Sudaryanto, 2025). Adaptasi neural dapat terjadi setelah 2 minggu, namun proprioseptif yang adekuat dihasilkan dengan pelatihan selama 4 minggu karena pada waktu tersebut telah terjadi adaptasi neural dan adaptasi serabut otot (Setyawan et al., 2022). Latihan ini lebih ditujukan pada fungsi jaras proprioseptif daripada fungsi *cerebellum* (Macpherson et al., 2025).

Temuan ini didukung oleh berbagai literatur yang mengkaji efektivitas jalan tandem. Krisnantara (2023) mengonfirmasi bahwa berjalan dalam posisi tandem penuh mampu melatih stabilitas postural dan menurunkan risiko jatuh pada lansia. Utami dan Sudaryanto (2025) menyatakan bahwa *full walking tandem exercise* dapat meningkatkan keseimbangan lateral yang krusial dalam mengurangi risiko jatuh. Setyawan et al. (2022) menjelaskan bahwa latihan ini bekerja melalui stimulasi sistem proprioseptif untuk melatih koordinasi dan refleks otot, kemudian meningkatkan respons sistem *vestibuler* terhadap gravitasi. Meski demikian, hasil penelitian ini juga sejalan dengan kritik Widiastuti et al. (2021) bahwa metode jalan tandem memiliki kekurangan dalam aspek peregangan, sehingga memerlukan kombinasi latihan tambahan untuk mencapai lingkup gerak sendi yang maksimal.

Efektivitas Kombinasi *Balance Strategy Exercise* dan *Active Stretching Exercise* Dibandingkan dengan *Full Walking Tandem Exercise*

Hasil analisis antarkelompok menunjukkan bahwa kelompok kombinasi BSE + ASE berhasil memangkas waktu TUGT rata-rata sebesar 2,01 detik, sedangkan kelompok *full walking tandem exercise* hanya memangkas waktu TUGT rata-rata sebesar 0,27 detik, dengan perbedaan yang signifikan ($p = 0,000$). Dengan demikian, hipotesis ketiga diterima. Makna klinis dari temuan ini menegaskan bahwa pendekatan fisioterapi yang bersifat komprehensif, dengan mengintegrasikan perbaikan fleksibilitas otot melalui *active stretching exercise* dan reorganisasi strategi motorik melalui *balance strategy exercise*, mampu memberikan dampak yang lebih kuat terhadap kontrol stabilitas dinamis. Sinergi ini bekerja efektif dalam memperbaiki mekanisme *biofeedback* sensorimotor dibandingkan latihan tandem yang lebih berfokus pada penyempitan *base of support* tanpa menyasar komponen biomekanik secara luas.

Perbedaan efektivitas ini dapat dijelaskan melalui faktor-faktor yang memengaruhi keseimbangan. Kemampuan mempertahankan keseimbangan sangat dipengaruhi oleh kemampuan tubuh menjaga *center of gravity* tetap berada dalam area batas stabilitas, sedangkan *base of support* dan batas stabilitas bersifat dinamis serta dipengaruhi oleh kekuatan otot, fleksibilitas sendi, dan koordinasi gerak (Sturnieks, 2021; Shumway-Cook & Woollacott, 2017). Kombinasi BSE + ASE menyasar ketiga komponen tersebut sekaligus: *ankle strategy*

untuk gangguan kecil, *hip strategy* untuk gangguan yang besar dan cepat, dan *stepping strategy* untuk gangguan yang melampaui batas stabilitas, ditunjang oleh peningkatan lingkup gerak sendi *hip*, *knee*, dan *ankle* melalui peregangan aktif. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa kontrol keseimbangan berkorelasi secara berurutan dengan proprioepsi, lingkup gerak sendi, dan kekuatan otot pada lansia (Shen et al., 2024), serta bahwa penurunan kekuatan otot ekstremitas bawah pada lansia menyebabkan langkah memendek, jalan melambat, dan tubuh mudah goyah (Wang et al., 2025; Sakaguchi et al., 2023).

Temuan ini didukung oleh Vittala et al. (2021) dan Vittala (2022) yang menyatakan bahwa penambahan *active stretching exercise* pada *balance strategy exercise* merupakan protokol yang paling efektif untuk meningkatkan keseimbangan lansia. Malasari et al. (2022) juga menjelaskan bahwa stimulasi sinergitas otot sebagai unit gerakan fundamental sangat berperan dalam membangun keseimbangan yang adekuat. Di sisi lain, hasil penelitian ini selaras dengan kajian Widiastuti et al. (2021) yang mencatat bahwa meskipun jalan tandem bermanfaat untuk kekuatan otot, metode ini memiliki kekurangan dalam aspek peregangan sehingga lingkup gerak sendi menjadi kurang maksimal. Dengan demikian, hasil ini membuktikan hipotesis penelitian bahwa kombinasi *balance strategy exercise* dan *active stretching exercise* secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita di Desa Dalung dibandingkan dengan pelatihan *full walking tandem exercise*.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Meskipun variabel kendali telah diupayakan homogen melalui penerapan kriteria inklusi, kriteria eksklusi, dan analisis homogenitas, hasil penelitian tetap memiliki keterbatasan dalam validitas eksternal karena dilakukan pada lansia wanita di Desa Dalung, Kecamatan Kuta Utara, sehingga penerapannya pada populasi dengan karakteristik demografis, sosial, maupun lingkungan yang berbeda perlu dilakukan secara hati-hati. Penelitian ini juga hanya mengevaluasi perubahan keseimbangan selama periode intervensi, sehingga belum dapat memberikan informasi mengenai retensi efek latihan dalam jangka panjang. Selain itu, luaran penelitian hanya diukur menggunakan TUGT; meskipun valid dan reliabel untuk menilai keseimbangan dinamis dan mobilitas fungsional lansia, instrumen ini belum menggambarkan seluruh komponen keseimbangan secara komprehensif, seperti keseimbangan statis dan kontrol postural dalam berbagai kondisi. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan periode observasi yang lebih panjang melalui evaluasi *follow-up*, melibatkan populasi yang lebih beragam, serta mengombinasikan beberapa instrumen penilaian keseimbangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pemberian kombinasi Balance Strategy Exercise (BSE) dan Active Stretching Exercise (ASE) selama empat minggu dapat meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita di Desa Dalung, yang ditunjukkan oleh penurunan waktu TUGT sebesar 2,01 detik ($p = 0,000$). Pemberian Full Walking Tandem Exercise juga dapat meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita di Desa Dalung, dengan penurunan waktu TUGT sebesar 0,27 detik ($p = 0,000$). Perbandingan antarkelompok menunjukkan bahwa kombinasi Balance Strategy Exercise dan Active Stretching Exercise lebih efektif dibandingkan Full Walking Tandem Exercise dalam meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita di Desa Dalung ($p = 0,000$), karena

mengintegrasikan reorganisasi strategi motorik melalui ankle, hip, dan stepping strategy dengan peningkatan fleksibilitas dan lingkup gerak sendi ekstremitas bawah. Berdasarkan temuan tersebut, klinisi dan fisioterapis disarankan menggunakan kombinasi Balance Strategy Exercise dan Active Stretching Exercise sebagai intervensi fisioterapi untuk meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita, termasuk dalam program latihan berbasis komunitas bersama kader posyandu lansia. Bagi akademisi, hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan bagi penelitian selanjutnya untuk menemukan metode yang lebih baik dalam meningkatkan keseimbangan pada lansia wanita, dengan periode follow-up yang lebih panjang, populasi yang lebih beragam, dan instrumen penilaian keseimbangan yang lebih komprehensif.

PENDANAAN

Penelitian ini dibiayai secara mandiri oleh penulis. Tidak ada dukungan dana dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi lain.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian dan penulisan artikel ini.

KONTRIBUSI PENULIS

Penulis 1 berperan sebagai penulis utama, yaitu menyusun konsep penelitian, mengumpulkan data, menganalisis data, dan menulis naskah. Penulis 2 sebagai dosen pembimbing 1 dan Penulis 3 sebagai dosen pembimbing 2 memberikan bimbingan, arahan metodologi, serta telaah dan revisi naskah. Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui naskah akhir untuk diterbitkan.

PERNYATAAN PENGGUNAAN KECERDASAN ARTIFISIAL GENERATIF

Penulis menggunakan alat bantu kecerdasan buatan (AI) hanya untuk memperbaiki tata bahasa dan kejelasan penulisan naskah. AI tidak digunakan untuk analisis data, interpretasi hasil, maupun penyusunan kesimpulan. Seluruh isi naskah telah diperiksa dan menjadi tanggung jawab penuh penulis.

REFERENCES

- Agrawal, Y., Merfeld, D. M., Horak, F. B., Redfern, M. S., Manor, B., Westlake, K. P., Holstein, G. R., Smith, P. F., Bhatt, T., & Bohnen, N. I. (2020). Aging, vestibular function, and balance: proceedings of a national institute on aging/national institute on deafness and other communication disorders workshop. *The Journals of Gerontology: Series A*, 75(12), 2471–2480.
- Almasoudi, A., Seyam, M., & Sanchez, F. (2024). The effect of trunk exercises with hip strategy training to maximize independence level and balance for patient with stroke: Randomized controlled study. *Physiotherapy Research International: The Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*, 29(4). <https://doi.org/10.1002/pri.2142>
- Arimbi, C. K., & Pristianto, A. (2025). The effect of balance strategy exercise and tandem walking exercise on dynamic balance in the elderly. *Jurnal Kesehatan*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.23917/jk.v18i1.3633>

- Azchia, R. M., Setiawan, A., & Rahmatullah, R. (2021). The effectiveness of balance strategy exercise on postural stability in elderly women. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 44(2), 87–93. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000262>
- Badan Pusat Statistik. (2023). Statistik penduduk lanjut usia 2023. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Bali. (2022). Analisis profil penduduk Provinsi Bali. Badan Pusat Statistik Provinsi Bali.
- Bohannon, R. W. (2019). Measurement of gait speed in clinical and research settings. *Journal of Physical Therapy Science*, 31(7), 643–646. <https://doi.org/10.1589/jpts.31.643>
- Buchman, A. S., et al. (2021). Neuromuscular control and balance in older adults: Implications for rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 102(6), 1173–1180.
- Cesari, P., Piscitelli, F., Pascucci, F., & Bertucco, M. (2022). Postural threat influences the coupling between anticipatory and compensatory postural adjustments in response to an external perturbation. *Neuroscience*, 490, 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2022.03.005>
- Choi, J., Parker, S., Knarr, B., Gwon, Y., & Youn, J.-H. (2021). Wearable sensor-based prediction model of Timed Up and Go test in older adults. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21206831>
- Choi, T., Kim, M., Lee, J., & Lee, J. (2020). The effect of virtual reality-based exercise on balance in individuals with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40462-020-0192-2>
- Choi, Y., Jang, Y., & Kim, K. (2019). Effects of dynamic visual stimuli on postural control in patients with balance impairments. *Frontiers in Physiology*, 10, 1626. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01626>
- Cramer, H., Lauche, R., Langhorst, J., & Dobos, G. (2020). Effectiveness of active stretching in physical rehabilitation: A systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 52(2), 105–112. <https://doi.org/10.2340/16501977-2640>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.). SAGE Publications.
- Da Rocha, I. F., Abreu, A. M. S., Guedes, L. S., De Souza Barros, R., Neri, S. G. R., Mendes, F. A. D. S., & Garcia, P. A. (2025). Balance perception as a potential tool for screening postural imbalance in the Timed Up and Go test among cognitively impaired older adults. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2025v27e87710>
- Dahbour, S., Hashim, M., Alhyasat, A., Salameh, A., Qtaishat, A., Braik, R., & Alnimer, T. M. A. (2021). Mini-mental state examination (MMSE) scores in elderly Jordanian population. *Cerebral Circulation, Cognition, and Behavior*, 2, 100016. <https://doi.org/10.1016/j.cccb.2021.100016>
- Darmawati, I. G. A. A., & Aulianti, I. (2022). Effect of walking full tandem on balance in elderly women. *Indonesian Journal of Physiotherapy*, 10(1), 22–28. <https://doi.org/10.32539/ijpt.v10i1.121>
- Dunsky, A., Zeev, A., & Netz, Y. (2017). Balance performance is task specific in older adults. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6987017>
- Fauziah, E., Zulfah, K., & Oktaviani, Y. E. (2021). Penatalaksanaan fisioterapi untuk meningkatkan keseimbangan dinamis lansia dengan teknik core stability exercise dan tandem walking exercise. *FISIO MU: Physiotherapy Evidences*. <https://doi.org/10.23917/fisiomu.v3i1.14126>
- Fong, D. T. P., Chan, W. Y., & Yung, P. S. H. (2021). The impact of active stretching on proprioception and balance in older adults: A randomized controlled trial. *Archives of*

- Physical Medicine and Rehabilitation, 102(4), 647–654.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.11.030>
- Fonseca, P., Sousa, M., Sebastião, R., Goethel, M., Barralon, P., Idígoras, I., Sousa, F., Machado, L., & Vilas-Boas, J. (2021). Equimetrix device: Criteria based validation and reliability analysis of the center of mass and base of support of a human postural assessment system. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21020374>
- Gea, F., Hulu, A., & Lase, N. (2024). Analisis sistem gerak yang memengaruhi keseimbangan tubuh lansia. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*.
<https://doi.org/10.54373/imeij.v5i3.1342>
- Guerraz, M., et al. (2020). Effects of vestibular rehabilitation on balance disturbance in older adults. *Geriatrics & Gerontology International*, 20(2), 107–113.
- Guerraz, M., et al. (2020). Vestibular disorders and balance impairment in the elderly: Pathophysiology and clinical considerations. *Journal of Clinical Neuroscience*, 72, 48–55.
- Gustafsson, T., & Ulfhake, B. (2024). Aging skeletal muscles: What are the mechanisms of age-related loss of strength and muscle mass, and can we impede its development and progression? *International Journal of Molecular Sciences*, 25(20), 10932.
<https://doi.org/10.3390/ijms252010932>
- Hermens, H. J., et al. (2021). The Timed Up & Go test: A review of its measurement properties. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 44(1), 1–11.
- Horak, F. B. (2020). Postural control and falls in older adults. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 17(1), 1–12.
- Huang, Y., Zhang, Z., & Wang, H. (2021). The effects of physical exercise on balance in elderly individuals: A meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 21(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1186/s12877-021-02122-9>
- Janah, N., Wardoyo, S. S. I., & Yuliadarwati, N. M. (2023). Analisa faktor yang mempengaruhi keseimbangan statis pada lansia dengan diabetes melitus tipe 2. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Husada: Health Sciences Journal*, 14(02), 396–401.
<https://doi.org/10.34305/jikbh.v14i02.956>
- Kang, B., Son, M., & Lee, J. (2020). A wearable device for balance control using a combination of the vestibular and somatosensory systems. *Sensors*, 20(11), 3247.
<https://doi.org/10.3390/s20113247>
- Kartya, N. S. U. (2018). Pengaruh latihan jalan tandem terhadap keseimbangan untuk mengurangi resiko jatuh lansia di PSTW Kabupaten Ponorogo [Doctoral dissertation, STIKES Bhakti Husada Mulia].
- Kedlian, V. R., Wang, Y., Liu, T., Chen, X., Bolt, L., Tudor, C., Shen, Z., Fasouli, E. S., Prigmore, E., Kleshchevnikov, V., Pett, J. P., Li, T., Lawrence, J. E. G., Perera, S., Prete, M., Huang, N., Guo, Q., Zeng, X., Yang, L., ... Zhang, H. (2024). Human skeletal muscle aging atlas. *Nature Aging*, 4(5), 727–744. <https://doi.org/10.1038/s43587-024-00613-3>
- Ketterer, J., Gollhofer, A., Ringhof, S., Assländer, L., Granacher, U., & Gehring, D. (2024). Effects of balance training with visual input manipulations on balance performance and sensory integration in healthy young adults: A randomized controlled trial. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-79736-x>
- Krismantara, I. K. A. Y. (2023). Pelatihan jalan semi tandem sama baiknya dengan pelatihan jalan full tandem terhadap peningkatan fungsi kognitif dan keseimbangan lansia di PWRI Kota Denpasar [Tesis, Universitas Udayana]. Repositori Universitas Udayana.
- Kumara. (2020). Kebijakan humanis Pemerintah Desa Dalung terhadap masyarakat lanjut usia. *Vidya Wertta*, 3(2).

- Li, F., Harmer, P., & McAuley, E. (2020). The effects of tai chi on balance and fall prevention in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Aging and Physical Activity*, 28(3), 421–434. <https://doi.org/10.1123/japa.2019-0223>
- Liang, S. G., Chow, J. C. M., Leung, N. M., Mo, Y. N., Ng, T. M. H., Woo, C. L. C., & Lam, F. M. H. (2024). The effects of ankle and foot exercises on ankle strength, balance, and falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzae157>
- Liu, Y., Li, J., & Zhang, X. (2022). Comparing the effects of active stretching and tandem walking on balance in older adults: A randomized controlled trial. *Geriatrics & Gerontology International*, 22(5), 554–560. <https://doi.org/10.1111/ggi.14315>
- Liu, Y., Zhang, H., & Li, J. (2023). The effects of full tandem training on balance and stability in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 46(1), 19–28. <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000255>
- Macpherson, C., Kempner, K., King, M., Kaplan, M., Pacheco, A., Wani, D., Kuo, S.-H., & Quinn, L. (2025). Feasibility of a telehealth physical activity coaching intervention for degenerative cerebellar ataxia. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. <https://doi.org/10.1097/npt.0000000000000516>
- Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2019). The role of the visual system in postural control and the age-related decline in visual input to balance. *Journal of Vestibular Research*, 29(5–6), 1–16.
- Malasari, S., Sutriani, S., & Irwan, A. M. (2022). Balance exercise improves muscle strength and body stability in frail older people. *Journal of Nursing Care*, 5(1). <https://doi.org/10.24198/jnc.v5i1.34837>
- Monte, A., Benamati, A., Pavan, A., D'avella, A., & Bertucco, M. (2024). Muscle synergies for multidirectional isometric force generation during maintenance of upright standing posture. *Experimental Brain Research*, 242, 1881–1902. <https://doi.org/10.1007/s00221-024-06866-z>
- Oh, S.-Y. (2025). Imaging of vestibular system. *Annals of Clinical Neurophysiology*. <https://doi.org/10.14253/acn.24006>
- Orphanides, G., Demosthenous, C., Georgianakis, A., Stylianides, V., Antoniou, K., Kyriacou, P., Ioannides, A., & Capurro, A. (2025). Cerebellar micro complex model using histologic boolean mapping simulates adaptive motor control. *Neuroinformatics*, 23. <https://doi.org/10.1007/s12021-025-09730-9>
- Palinkas, L. A., Horwitz, S. M., Green, C. A., Wisdom, J. P., Duan, N., & Hoagwood, K. (2015). Purposeful sampling for qualitative data collection and analysis in mixed method implementation research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42(5), 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- Pemerintah Provinsi Bali. (2021). *Survei Kesehatan Daerah Bali Tahun 2021*. Dinas Kesehatan Provinsi Bali.
- Peterka, R. J. (2018). Sensory integration for human balance control. *Handbook of Clinical Neurology*, 159, 27–42. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63916-5.00002-1>
- Pradana, A., Puspitasari, I., & Rahmawati, L. (2019). Prevalensi jatuh pada lansia di Indonesia: Sebuah tinjauan sistematis. *Jurnal Geriatri Indonesia*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.22146/jgi.36594>
- Rachmawati, A. (2017). Pengaruh walking semi tandem heel raises exercise terhadap fungsi kognitif dan keseimbangan lansia di UPTD Griya Werdha Surabaya. *Repositori Universitas Airlangga*.
- Rieker, J. A., Reales, J. M., Muiños, M., & Ballesteros, S. (2022). The effects of combined cognitive-physical interventions on cognitive functioning in healthy older adults: A

- systematic review and multilevel meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 838968. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.838968>
- Roriz-Filho, J. S., et al. (2020). Influence of age and sex on ankle joint flexibility and balance in community-dwelling older adults. *Clinical Biomechanics*, 74, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2020.01.011>
- Rubenstein, L. Z., et al. (2018). Falls in the elderly: Risk factors and prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*, 66(2), 349–356.
- Rubenstein, L. Z., et al. (2018). The role of somatosensory feedback in postural control across the lifespan. *Age and Ageing*, 47(1), 23–29.
- Sakaguchi, M., Miyai, N., Kobayashi, H., & Arita, M. (2023). Effect of lower-extremity muscle power training on muscle strength, balance function and walking ability in older adults with heart failure: A randomized controlled trial. *European Geriatric Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s41999-023-00905-8>
- Setyawan, M. G. M., Adiputra, L. M. I. S. H., & Basuki, N. (2022). The implementation of square step exercise is as good as tandem walking exercise on dynamic balance of the elderly in the Kedungwuni II health center area. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 10(9), 1826. <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20222254>
- Shao, Y., Li, X., Li, T., & Zhang, Y. (2022). Effects of vestibular stimulation on postural control in individuals with neurological disorders: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13, 986881. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.986881>
- Shen, P., Li, S., Li, L., Fong, D., Mao, D., & Song, Q. (2024). Balance control is sequentially correlated with proprioception, joint range of motion, strength, pain, and plantar tactile sensation among older adults with knee osteoarthritis. *Sports Medicine – Open*, 10. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00735-3>
- Sherrington, C., Tiedemann, A., Fairhall, N., Close, J. C., & Lord, S. R. (2020). Exercise to prevent falls in older adults: An updated systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 54(15), 893–898. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101688>
- Shin, S. S., & Wüensche, B. (2023). Postural control enhancement through balance strategy interventions in aging populations. *Gait & Posture*, 102, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2023.02.005>
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Şimşek, T. T., & Şimşek, İ. E. (2020). Balance and postural control. *Comparative Kinesiology of the Human Body*, 467–475. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812162-7.00026-6>
- Smith, C., Curthoys, I., Mukherjee, P., Wong, C., & Laitman, J. (2021). Three-dimensional visualization of the human membranous labyrinth: The membrana limitans and its role in vestibular form. *The Anatomical Record*, 305, 1037–1050. <https://doi.org/10.1002/ar.24675>
- Smith, M. L., Roberts, M. M., & Jones, R. (2021). The impact of balance.
- Smith, M. L., Roberts, M. M., & Jones, R. (2023). Comparative effects of balance training on fall prevention in older adults: A systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 104(2), 205–213. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.09.012>
- Sturnieks, D. (2021). Biomechanics of balance and falling. In *Falls in older people*. <https://doi.org/10.1017/9781108594455.006>
- Sugiyono. (2019). *Metodologi penelitian*. Alfabeta.
- Tan, L. H., & Feng, L. (2022). Validity and reliability of Mini-Mental State Examination. *Journal of Clinical Psychology*, 78(6), 211–220.

- Tinetti, M. E., Baker, D. I., & Ginter, S. F. (2021). A multifactorial intervention to reduce the risk of falls among older adults living in the community. *New England Journal of Medicine*, 385(3), 213–222. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2000774>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2022). *World population prospects 2022: Summary of results*. United Nations.
- Utami, A. R., & Sudaryanto, W. T. (2025). Tandem walking exercise improves dynamic balance in reducing fall risk among the elderly: A quasi-experimental study. *Majalah Ilmiah Fisioterapi Indonesia*. <https://doi.org/10.24843/mifi.2025.v13.i01.p08>
- Vittala, G. (2021). Perbandingan efektivitas penambahan dynamic stretching exercise dengan active stretching exercise pada balance strategy exercise sebagai program home-based exercise dalam meningkatkan keseimbangan lansia di Banjar Munang Maning, Denpasar Barat [Tesis, Universitas Udayana].
- Vittala, G. (2022). The addition of active stretching to balance strategy exercise is the most effective as a home-based exercise program in improving the balance of the elderly. *Journal of Mid-Life Health*, 12(4), 294–298. https://doi.org/10.4103/jmh.jmh_184_21
- Vittala, G., Sundari, L. P. R., Basuki, N., Kuswardhani, R., Purnawati, S., & Muliarta, I. (2021). The addition of active stretching to balance strategy exercise is the most effective as a home-based exercise program in improving the balance of the elderly. *Journal of Mid-Life Health*, 12, 294–298. https://doi.org/10.4103/jmh.jmh_184_21
- Vittala, V., & Setiawan, H. (2023). Active stretching as a neuromuscular priming method to enhance dynamic balance. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*, 30(4), 134–140. <https://doi.org/10.12968/ijtr.2023.30.4.134>
- Völter, C., Thomas, J. P., Maetzler, W., Guthoff, R., Grunwald, M., & Hummel, T. (2021). Sensory dysfunction in old age. *Deutsches Ärzteblatt International*, 118(29–30), 512–520. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2021.0212>
- Wang, H., Li, Y., & Chen, L. (2022). The effects of a 12-week active stretching program on balance and mobility in older adults: A randomized controlled trial. *Journal of Aging and Physical Activity*, 30(1), 110–118. <https://doi.org/10.1123/japa.2022-0021>
- Wang, J., Li, Y., Yang, G.-Y., & Jin, K. (2025). Age-related dysfunction in balance: A comprehensive review of causes, consequences, and interventions. *Aging and Disease*, 16(2), 714. <https://doi.org/10.14336/ad.2024.0124-1>
- Wang, Y., Li, J., & Chen, L. (2022). Balance training for fall prevention in older adults: A systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatrics*, 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12877-022-02893-1>
- Widiastuti, H. P., Pamungkas, L., Arsyawina, A., & Hilda, H. (2021). Tandem walking exercise for the risk of falling and the daily activities' independency toward elderly people at UPT PSTW Nirwana Puri Samarinda. *Journal of Nursing Practice*, 5(1), 155–161. <https://doi.org/10.30994/jnp.v5i1.166>
- World Health Organization. (2021). Falls. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
- World Health Organization. (2022). Ageing and health. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Yardley, L., Beyer, N., Hauer, K., Kempen, G., Piot-Ziegler, C., & Todd, C. (2019). Development and validation of balance assessment tools for fall prevention. *Age and Ageing*, 48(1), 62–68. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>