

**HUBUNGAN ANTARA ARKUS PEDIS DENGAN *Q-ANGLE* DAN  
KESEIMBANGAN PADA LANSIA DI PANTI TRESNA WERDHA  
NATAR**

**Skripsi**

**Oleh:**

**Dewi Patresia Sihombing**

**(1918011094)**



**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG**

**2023**

**HUBUNGAN ARKUS PEDIS DENGAN *Q-ANGLE* DAN KESEIMBANGAN  
PADA LANSIA DI PANTI TRESNA WERDHA NATAR**

Oleh

**DEWI PATRESIA SIHOMBING**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Dokter  
Fakultas Kedokteran Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEDOKTERAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : HUBUNGAN ARKUS PEDIS DENGAN Q-ANGLE  
DAN KESEIMBANGAN PADA LANSIA DI PANTI  
TRESNA WERDHA NATAR

Nama Mahasiswa : Dewi Patresia Sihombing


No. Pokok Mahasiswa : 1918011094

Program Studi : Pendidikan Dokter

Fakultas : Kedokteran

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
dr. Dewi Nur Fiana, Sp. KFR, AIFO-K

NIP. 198302212010122002

  
dr. Ari Wahyuni, Sp. An.

NIP. 198406102009122004

**2. Dekan Fakultas Kedokteran**

  
Prof. Dr. Dyah Wulan Suntekar R. W., S. K. M., M. Kes.

NIP. 197206281997022001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji  
Ketua

: dr. Dewi Nur Fiana, Sp. KFR,  
AIFO-K



Sekretaris

: dr. Ari Wahyuni, Sp. An




Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. dr. Ahmad Fauzi, M. Epid,  
Sp. OT(K)Spine



2. Dekan Fakultas Kedokteran



  
Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar R. W., S. K. M., M. Kes.  
NIP. 197206281997022001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 10 Februari 2023

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul "HUBUNGAN ARKUS PEDIS DENGAN Q-ANGLE DAN KESEIMBANGAN PADA LANSIA DI PANTI TRESNA WERDHA NATAR" adalah benar hasil karya penulis, bukan hasil menjiplak atau mengutip hasil karya penulis lain.
2. Hak intelektualitas atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini jika kemudian hari ada hal yang melanggar dari ketentuan akademik universitas, maka saya bersedia bertanggung jawab dan diberikan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandar Lampung, Januari 2023

Penulis



*Dewi Patresia Sihombing*  
Dewi Patresia Sihombing

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandung, 8 Juni 2000, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Lambok Sihombing dan Ibu Triovani Simbolon.

Penulis menempuh pendidikan taman kanak-kanak (TK) di TK Santa Theresia Cimahi pada tahun 2005-2006, sekolah dasar (SD) di SD Santo Yusup Cimahi pada tahun 2006-2012, sekolah menengah pertama (SMP) di SMP Negeri 41 Bandung pada tahun 2015-2018, dan sekolah menengah atas (SMA) di SMA Negeri 3 Bandung pada tahun 2015-2018.

Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam organisasi intrakampus seperti menjadi staf dinas hubungan luar kabinet Dhinakara dan kepala dinas pendidikan dan profesi kabinet Mozaik Asa di BEM FK Unila. Penulis juga pernah menjadi bendahara Paduan Suara Mahasiswa FK Unila tahun 2021 serta anggota pengurus Permako Medis bidang persekutuan umum. Selain itu, penulis pernah menjabat sebagai staf divisi informasi & kepemimpinan kristen serta bendahara di UKM Kristen Unila periode tahun 2022. Di luar kampus, penulis pernah menjadi staf *Medical Education Profession* (MEP) di Ikatan Senat Mahasiswa Kedokteran Indonesia (ISMKI) baik di tingkat wilayah regional Sumatra tahun 2020 maupun tingkat nasional tahun 2021.

Hanya oleh berkat dan anugrah  
Allah Bapa, Tuhan Yesus Kristus, dan Roh Kudus

Ia ada terlebih dahulu dari segala sesuatu dan segala sesuatu ada di dalam Dia.

Kolose 1:7

Sebuah Persembahan untuk  
Papa, Mama, Kakak Putri, Abang Putra, dan Dewa

Another check point of my life and I will never make it through  
without you all

Sebab bumi akan penuh dengan pengetahuan tentang kemuliaan Tuhan,  
seperti air yang menutupi dasar laut.

Habakuk 2:14

## SANWACANA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi dengan judul **“Hubungan Antara Arkus Pedis dengan Q-Angle dan Keseimbangan pada Lansia di Panti Tresna Werdha Natar”** menjadi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, saya menerima berbagai masukan, bimbingan, dukungan, motivasi, kritik dan saran dari berbagai pihak. Maka dengan segala kerendahan hati saya ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D. E. A., IPM., selaku rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Dyah Wulan Sumekar R. W., S. K. M., M. Kes., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung;
3. Dr. dr. Khairun Nisa Berawi, M. Kes., AIFO-K, selaku Kepala Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
4. dr. Dewi Nur Fiana, Sp. KFR, AIFO-K, selaku pembimbing utama yang telah bersedia dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik membangun dalam penyusunan skripsi ini;
5. dr. Ari Wahyuni, Sp. An., selaku pembimbing kedua yang telah bersedia dan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, dan kritik membangun dalam penyusunan skripsi ini;
6. Dr. dr. Ahmad Fauzi, M. Epid., Sp. OT(K)Spine, selaku pembahas skripsi atas waktu, ilmu, saran, dan kritik membangun agar skripsi ini menjadi lebih baik;
7. Dr. dr. Betta Kurniawan, M. Kes., Sp. Par-K, AIFO-K, dan dr. Waluyo Rudiyanto, M. Kes., selaku pembimbing akademik yang telah meluangkan waktu dan membimbing saya selama menimba ilmu di FK Unila.
8. Seluruh staf dosen pengajar atas ilmu pengetahuan, pengalaman, dan motivasi yang diberikan sehingga penulis bisa mencapai titik ini dan melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi nantinya;
9. Seluruh jajaran *civitas academica* FK Unila yang telah mendukung dalam berbagai usaha dan jasa sehingga penulis dapat menimba ilmu dengan baik di kampus ini.



10. Bapak Zufrianto Ali Syahroni selaku Kepala UPTD Panti Pelayanan Sosial Lanjut Usia Tresna Werdha Natar atas kesediaan dan izinnya saya dapat mengadakan penelitian di tempat.
11. Ibu Anna, Ibu Gista, Mbah Ambar, dan seluruh pihak Panti Tresna Werdha, Natar, Kabupaten Lampung Selatan, atas kesediaan, bimbingan, pengalaman, selama proses pengambilan data sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
12. Orang tua yang saya kasihi, ayahanda Drs. Lambok Ezra Parasian Sihombing, M. T. dan ibunda Dra. Triovani Simbolon, S. Si., atas segala dukungan dalam berbagai wujud dan doa demi kelancaran studi saya.
13. Putri Vanesia Sihombing, S. Farm., apt., Putra Lamsatria Tievyndo Sihombing, S. Kel., dan Dewa Alvario Sihombing selaku saudara kandung yang selalu ada, selalu mendukung, dan selalu menjadi batu karang yang teguh.
14. Seluruh mahasiswa angkatan 2019 Fakultas Kedokteran Universitas Lampung yang saya banggakan untuk tujuh semester penuh cerita dan pelajaran yang tidak akan saya lupakan;
15. Sahabat terdekat di masa menimba ilmu tiga setengah tahun ini: Arsistya Ayu Marella, Diora Gabriella Madumey, Letifa Rahmadani, dan Putri Grace Aiko Purba yang telah menemani saya selama penyusunan skripsi ini; menjadi pendengar yang baik, sandaran, sumber tawa, dan terapis terdekat dan terjangkau;
16. Teman seperjuangan saya dalam penelitian ini, Irfan Zaki Rici, dan teman-teman yang sudah menjadi tim dan membantu proses pengambilan data: Aldiano Rachmantiawan, Farhan Ridho Pangestu, Farah Adelia Adikusumah, dan Mahardika Putra;
17. Keluarga Achilles DPA 16, yang telah menjadi keluarga pertama di FK Unila, membantu saya berdiri dengan tegak dan membawa saya kepada perjalanan pengenalan luar biasa di tempat ini;
18. Keluarga Badan Pengurus Harian BEM FK Unila Kabinet Mozaik Asa yang telah memberikan saya tempat berkembang menjadi pribadi yang lebih baik, menjadi seorang pemimpin, dan yang telah menjadi sumber motivasi selama satu tahun ini;
19. Daffa Bimantara Sukma, S. T., Berliana Rachmawati, dan Giani Khoirunnisa, yang setia menjadi karib hingga titik dimana skripsi ini ditulis;
20. Seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan namanya satu-persatu.

Semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi kita semua. Akhir kata, tiada yang sempurna di dunia ini, pun skripsi ini. Saya mengharapkan segala masukan, saran, dan kritik membangun demi perbaikan skripsi ini.

Bandar Lampung, Januari 2023

Penulis

Dewi Patresia Sihombing

## ABSTRAK

### HUBUNGAN ANTARA ARKUS PEDIS DENGAN *Q-ANGLE* DAN KESEIMBANGAN PADA LANSIA DI PANTI TRESNA WERDHA NATAR

Oleh

DEWI PATRESIA SIHOMBING

**Latar Belakang:** Peningkatan populasi lansia memerlukan perhatian khusus akibat penurunan fungsi fisiologis yang dialami dan salah satunya fungsi muskuloskeletal. Lansia memiliki kecenderungan deformitas bentuk kaki yang selanjutnya dapat menyebabkan penurunan nilai keseimbangan. Kelainan struktur arkus pedis menyebabkan kelainan pada sudut *quadriceps*. Dalam penelitian ini, peneliti hendak melihat gambaran arkus pedis terhadap keseimbangan dan *quadriceps angle* (Q-Angle).

**Metode:** Penelitian dilakukan dengan pendekatan cross sectional menggunakan teknik total sampling. Data diambil di Panti Tresna Werdha, Natar, Lampung Selatan dengan 50 orang lansia diambil menjadi sampel penelitian. Arkus Pedis dinilai dengan rumus *Chippaux-Smirak Index*. Pengukuran *Q-Angle* dilakukan dengan goniometri dan keseimbangan dengan tes *Time Up and Go*. Data dianalisis dengan korelasi Spearman.

**Hasil:** Terdapat hubungan searah antara arkus pedis dengan Q-Angle dengan nilai  $p$  0,032 dan 0,003 ( $p < 0,05$ ) dengan korelasi lemah ( $r = 0,303$ ) pada kaki kanan dan korelasi sedang ( $r = 0,413$ ) pada kaki kiri. Terdapat hubungan terbalik antara arkus pedis dengan keseimbangan dengan nilai  $p$  0,007 pada kaki kanan dan 0,043 pada kaki kiri dengan korelasi lemah ( $r = -0,0352$  kaki kanan;  $r = -0,287$ ; kaki kiri).

**Kesimpulan:** Tinggi arkus pedis dapat mempengaruhi Q-Angle dan keseimbangan seseorang. Ketika arkus pedis lebih tinggi dari nilai normal maka sudut Q-Angle akan semakin tinggi. Tinggi arkus pedis mempengaruhi keseimbangan dimana semakin tinggi maka dapat memperburuk keseimbangan.

**Kata Kunci:** Lansia, Arkus Pedis, Keseimbangan, *Q-Angle*, CSI, TUG

## ABSTRACT

### CORRELATION BETWEEN FOOT ARCH WITH Q-ANGLE AND POSTURAL BALANCE ON ELDERLY IN TRESNA WERDHA NURSING HOME NATAR

By

DEWI PATRESIA SIHOMBING

**Background:** As elderly population increases, additional hospitality is needed as most of elderly experience a decrease in body functions. The elderly feet have a tendency to deform which can cause imbalance and misalignment. Structural abnormalities of the arcus pedis can cause abnormalities in the quadriceps angle so that it can result various problems.. This study, aims to see a correlation of the arcus pedis on balance and Q-Angle.

**Methods:** Using cross sectional approach, data accumulated from Tresna Werdha Nursing Home, Natar, South Lampung with 50 elderly chosen by total sampling technique. Arcus Pedis measured by Chippaux-Smirak Index. Q-Angle measured by goniometry and balance by the Time Up and Go. Data were analyzed with Spearman's correlation rank.

**Results:** There is a relationship between arcus pedis and Q-Angle with p-values 0.032 and 0.003 ( $p < 0.05$ ) with weak correlation ( $r = 0.303$ ) on the right foot and moderate correlation ( $r = 0.413$ ) on the left foot. There is a relationship between arcus pedis and balance with a p-value of 0.007 on the right foot and 0.043 on the left foot with inverse weak correlation ( $r = -0.0352$  right;  $r = -0.287$  left).

**Conclusion:** The height of the arcus pedis impacts Q-Angle and balance. When the arcus pedis is higher than the normal value, the Q-Angle's degree also increases. The height of the arcus pedis also affects balance where the higher it can worsen the balance.

**Keywords:** Arkus Pedis, Balance, CSI, Elderly, Q-Angle, TUG

## DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR .....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1. Tujuan Umum.....	4
1.3.2. Tujuan Khusus .....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1. Bagi Praktisi.....	4
1.4.2. Bagi Masyarakat .....	4
1.4.3. Bagi Institusi.....	4
1.4.4. Bagi Peneliti.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Lansia .....	5
2.2. Keseimbangan dan Risiko Jatuh.....	8
2.2.1. Keseimbangan.....	8
2.2.2. Risiko Jatuh .....	13
2.3. Pengukuran Keseimbangan .....	15

2.3.1.	Timed Up and Go .....	15
2.3.2.	Four Stage Balance .....	16
2.3.3.	Four Square Step.....	17
2.3.4.	Star Excursion Balance.....	17
2.3.5.	<i>Berg Balance Scale</i> .....	19
2.4.	Arkus Pedis .....	19
2.5.	Pengukuran Arkus Pedis.....	24
2.5.1.	<i>Chippaux-Smirak Index</i> .....	25
2.5.2.	Staheli's Arch Index .....	26
2.5.3.	Clark's Angle.....	26
2.6.	Q-Angle .....	27
2.7.	Kerangka Penelitian.....	30
2.7.1.	Kerangka Teori .....	30
2.7.2.	Kerangka Konsep.....	30
2.8.	Hipotesis .....	31
2.8.1.	Hipotesis Null(H <sub>0</sub> ).....	31
2.8.2.	Hipotesis Kerja(H <sub>1</sub> ).....	31
BAB III METODE PENELITIAN.....		32
3.1.	Jenis Penelitian .....	32
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian.....	32
3.2.1.	Waktu Penelitian.....	32
3.2.2.	Lokasi Penelitian .....	32
3.3.	Subjek Penelitian .....	32
3.3.1.	Populasi Penelitian.....	32
3.3.2.	Sampel Penelitian .....	33
3.4.	Rancangan Penelitian .....	34
3.5.	Variabel Penelitian .....	34
3.5.1.	Variabel Terikat ( <i>Dependent Variable</i> ).....	34
3.5.2.	Variabel Bebas ( <i>Independent Variable</i> ) .....	34
3.6.	Definisi Operasional.....	35
3.7.	Instrumen Penelitian.....	35
3.8.	Alur Penelitian.....	37
3.9.	Teknik Analisis Data .....	37
3.9.1.	Teknik Pengolahan Data.....	37

3.9.2. Analisis Data.....	38
3.10. Etika Penelitian.....	38
3.10.1. Izin Penelitian .....	38
3.10.2. Informed Consent .....	38
3.10.3. Anonymity (tanpa nama) .....	38
3.10.4. Confidentiality .....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	40
4.1. Hasil Penelitian.....	40
4.1.1. Analisis Univariat .....	40
4.1.2. Analisis Bivariat .....	43
4.2. Pembahasan Penelitian .....	45
4.2.1. Distribusi Arkus Pedis .....	45
4.2.2. Hubungan Arkus Pedis dengan <i>Q-Angle</i> .....	45
4.2.3. Hubungan Arkus Pedis dengan Keseimbangan.....	47
4.3. Keterbatasan Penelitian .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
5.1. Kesimpulan.....	49
5.2. Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Skema homeostenosis .....	7
2 Fisiologi Keseimbangan.....	9
3 Ringkasan jalur kortikal (A) dan subkortikal (B) yang menghubungkan struktur input sistem visual dan koneksi sistem visual ke struktur yang mengontrol gerakan dan postur.....	10
4 Timed Up and Go Test.....	15
5 <i>4-Stage Balance Test</i> .....	17
6 Skema Four Square Step Test .....	17
7 Arah <i>Star Excursion Balance Test</i> .....	18
8 Os Pedis Dextra, dorsal view .....	20
9 Musculi pada pedis bagian plantar dextra, tampak dorsal .....	21
10 Musculi pada Regio Pedis dextra, tampak plantar, tiga lapis .....	21
11 Tulang penyusun arkus pedis (a) tampak dorsal (b) tampak plantar .....	22
12 Arkus Pedis .....	23
13 Pengukuran Jejak Kaki.....	24
14 <i>Chippaux-Smirak Index</i> (Ozer & Barut, 2012) .....	25
15 Staheli's Index .....	26
16 Pengukuran Clarke's Angle .....	27
17 <i>Q-Angle</i> .....	28
18 Kerangka Teori.....	30
19 Kerangka Konsep.....	30
20 Alur Penelitian .....	37



**DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1 Definisi Operasional.....	35
2 Distribusi Karakteristik Sampel.....	41
3 Analisis Deskriptif Karakteristik Sampel.....	42
4 Distribusi arkus pedis.....	43
5 Hubungan Arkus Pedis dengan Q-Angle.....	43
6 Hubungan Arkus Pedis dengan Keseimbangan.....	44

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1 Lembar Penjelasan Sebelum Persetujuan

Lampiran 2 Lembar Informasi Umum

Lampiran 3 Lembar Informed Consent

Lampiran 4 Data Penelitian

Lampiran 5 Hasil SPSS

Lampiran 6 Persetujuan Etik

Lampiran 7 Dokumentasi Penelitian

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Saat ini, dunia sedang mengalami fenomena penuaan populasi akibat meningkatnya jumlah orang lanjut usia (lansia). Berdasarkan data dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), setidaknya terdapat 703 juta penduduk berusia di atas 60 tahun per tahun 2019 dan diperkirakan akan menjadi 1,5 miliar di tahun 2050 (United Nations, 2020). Indonesia menempati peringkat lima besar dengan jumlah lansia terbanyak di dunia, yaitu total 29,3 juta jiwa per tahun 2021. Selanjutnya, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2021, Provinsi Lampung menduduki posisi ke tujuh dengan populasi lansia terbanyak, yaitu sebanyak 10,22% atau sekitar 920 ribu jiwa. Dengan meningkatnya jumlah penduduk lansia, diperlukan rencana perawatan kesehatan yang strategis untuk meningkatkan kapasitas fungsional dan kualitas hidup lansia dengan mengungkapkan pemahaman baru tentang proses penuaan (Setiati, 2014).

Seiring bertambahnya usia, berbagai perubahan fisiologis terjadi dan risiko lansia mengalami penyakit kronis serta ketergantungan dalam perawatan meningkat. Lansia merupakan kelompok utama dengan risiko kematian dan berbagai disabilitas, mulai dari penurunan fungsi pendengaran, penglihatan, dan mobilisasi, serta berbagai penyakit seperti demensia, penyakit jantung, stroke, kelainan respiratori kronis, diabetes, dan osteoarthritis (WHO, 2017).

Salah satu bentuk penurunan fungsi fisiologis pada lansia adalah berkurangnya kemampuan keseimbangan. Hal ini digambarkan dengan meningkatnya risiko jatuh pada lansia. Gangguan keseimbangan mempengaruhi 50% dari orang dewasa berusia 65 tahun atau lebih. Keseimbangan yang buruk ini pun

menimbulkan peningkatan risiko jatuh hingga 3 kali lipat (Noll, 2013). Hal ini menjadi penting karena jatuh merupakan penyebab kematian tertinggi pada orang dewasa yang berusia di atas 60 tahun di seluruh dunia. Setidaknya, 30% orang yang berusia di atas 65 tahun jatuh satu kali per tahun. Angka ini meningkat menjadi 50% untuk orang dewasa yang lebih tua di atas 80 tahun (Lytras, *et al.*, 2022). Selanjutnya, sekitar 684 ribu kasus trauma akibat jatuh terjadi setiap tahun. Hal ini menjadikan jatuh sebagai penyebab utama kedua kematian akibat trauma yang tidak disengaja, setelah trauma akibat kecelakaan lalu lintas. Lebih dari 80% kematian terkait jatuh terjadi di negara berpenghasilan rendah-menengah, dengan wilayah Pasifik Barat dan Asia Tenggara menyumbang 60% dari kematian ini. Di Indonesia sendiri, prevalensi jatuh pada orang usia di atas 55 tahun mencapai 49,4% dan yang berusia di atas 65 tahun mencapai 67,1% (Kemenkes, 2017).

Meskipun tidak fatal, sekitar 37,3 juta kasus jatuh cukup parah terjadi setiap tahun hingga memerlukan perhatian medis. Secara global, jatuh menimbulkan 38 juta DALY (*disability-adjusted life years*), dan mengakibatkan lebih banyak kehidupan dengan disabilitas daripada gabungan antara kecelakaan transportasi, tenggelam, luka bakar, dan keracunan. Selain itu, orang-orang yang jatuh dan menderita kecacatan, terutama lansia, berada pada porsi besar untuk perawatan dan pelemagaan jangka panjang berikutnya (WHO, 2021). Gangguan keseimbangan ini dapat ditimbulkan oleh gangguan pada sistem muskuloskeletal, terutama pada kaki paling sering menyebabkan masalah kesehatan pada lansia akibat penurunan struktur anatomi dan fungsional tubuh. Salah satu yang mengalami perubahan adalah arkus pedis atau lengkung kaki (Rosdiana, dkk, 2022).

Kaki adalah struktur yang sangat kompleks dan unik yang terdiri atas banyak tulang, ligamen, dan sendi. Tulang-tulang pada kaki manusia tersusun membentuk tiga lengkungan. Lengkungan atau arkus tersebut memainkan peran penting secara fungsional untuk menopang berat badan dan mengurangi dampak tubuh ketika diam maupun bergerak. Selama berdiri, lengkungan dianggap tidak hanya menopang berat badan tetapi juga berkontribusi pada kontrol postural dinamis dan pemeliharaan keseimbangan (Anzai, *et al.*, 2014).

Perkembangan morfologi dan struktur fungsional arkus pedis dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu jenis kelamin, usia, alas kaki, dan aktivitas fisik. Kelainan struktur arkus pedis dapat menimbulkan kelainan pada sudut *quadriceps* sehingga dapat mempengaruhi nilai *Q-Angle* yang kemudian berakibat gangguan bergerak (*immobility*) dan gangguan keseimbangan (*instability*) (Rosdiana, dkk, 2022).

Pengukuran nilai *Q-Angle* menjadi penting karena dapat mengevaluasi kondisi mekanik sendi lutut dan memperkirakan kelainan sendi. Kelengkungan kaki mempengaruhi kestabilan berdiri pada lansia, dan perubahannya lambat laun akan menyebabkan deformitas kaki. Salah satu penyebab gangguan keseimbangan diakibatkan oleh karena bentuk kaki yang abnormal. Hal tersebut terjadi karena pada lansia telapak kaki mengalami atrofi otot dan deformitas tulang (Rosdiana, dkk, 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti hendak menggali lebih lanjut mengenai hubungan antara *arkus pedis* dengan *Q-Angle* dan keseimbangan di Panti Natar Werdha, Lampung. Penelitian ini diharapkan dapat membuktikan hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya dan menjadi sumber gambaran biomekanik kaki di Provinsi Lampung.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini:

1. Apakah *arkus pedis* memiliki hubungan dengan *Q-Angle*?
2. Apakah *arkus pedis* memiliki hubungan dengan keseimbangan?
3. Bagaimana hubungan antara *arkus pedis* dengan *Q-Angle*?
4. Bagaimana hubungan antara *arkus pedis* dengan keseimbangan?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini terdiri dari tujuan umum dan tujuan khusus.

#### **1.3.1. Tujuan Umum**

Mengetahui apakah terdapat hubungan antara *arkus pedis* dengan *Q-Angle* dan keseimbangan pada lansia.

#### **1.3.2. Tujuan Khusus**

1. Mengetahui pengaruh *arkus pedis* terhadap *Q-Angle* dan keseimbangan pada lansia.
2. Mengidentifikasi dan menganalisis hubungan antara *arkus pedis* dengan *Q-Angle* dan keseimbangan pada lansia.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

#### **1.4.1. Bagi Praktisi**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman mengenai keseimbangan pada lansia dan asuhannya.

#### **1.4.2. Bagi Masyarakat**

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat dan meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pentingnya memahami kesehatan pribadi terutama kesehatan ekstremitas inferior dengan harapan dapat meningkatkan kualitas hidup.

#### **1.4.3. Bagi Institusi**

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi sumber ilmu pengetahuan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung.

#### **1.4.4. Bagi Peneliti**

Peneliti dapat mengetahui dan memahami hubungan antara *arkus pedis* dengan *Q-Angle* dan keseimbangan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Lanjut Usia (Lansia)**

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan (Permenkes) Nomor 26 Tahun 2016, lanjut usia (lansia) adalah seseorang yang telah mencapai usia 60 (enam puluh) tahun ke atas. Selanjutnya lansia dapat dikategorikan menjadi lansia muda (usia 60-69 tahun), lansia madya (usia 70-79 tahun), dan lansia tua (usia 80 tahun ke atas) (BPS, 2021).

Jumlah penduduk lanjut usia berjumlah sekitar 29,3 juta orang atau 10,82 persen pada tahun 2021. Dengan presentasi tersebut, Indonesia dapat dikategorikan dalam fenomena penuaan populasi atau memasuki fase struktur penduduk tua. Berdasarkan kelompok umur, sebagian besar lansia di Indonesia merupakan lansia muda dengan presentase 63,65%, diikuti lansia madya sebesar 27,66% dan lansia tua 8,68% (BPS, 2021).

Secara demografis, terdapat delapan provinsi dengan populasi yang telah memasuki fenomena penuaan populasi atau struktur penduduk tua. Delapan provinsi tersebut antara lain: Daerah Istimewa Yogyakarta (15,52%), Jawa Timur (14,53%), Jawa Tengah (14,17%), Sulawesi Utara (12,74%), Bali (12,71%), Sulawesi Selatan (11,24%), Lampung (10,22%), dan Jawa Barat (10,18%) (BPS, 2021).

Seiring dengan penambahan usia, timbul pula berbagai perubahan tubuh yang disebut proses menua. Menua adalah proses yang mengubah seorang dewasa sehat menjadi seorang '*frail*' (lemah, rentan) dengan berkurangnya cadangan

sistem fisiologis dan meningkatnya kerentanan terhadap berbagai penyakit. Ada beberapa bentuk proses menua: 1) *Aging*, menunjukkan efek waktu, suatu proses perubahan yang bertahap dan spontan; 2) *Senescence*, hilangnya kemampuan sel untuk membelah dan berkembang; 3) *Homeostenosis*, penyempitan atau berkurangnya cadangan homeostatis yang terjadi selama penuaan pada setiap sistem organ (Setiati dkk., 2014).

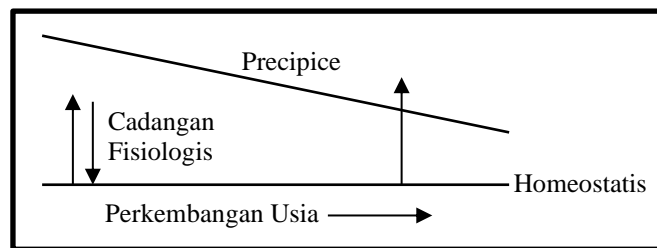
Penuaan (*aging*) menunjukkan efek waktu dan dianggap tidak mewakili apa yang terjadi pada proses menua. Hal ini karena berbagai proses seiring waktu merupakan bagian dari *aging*, seperti perkembangan (*development*). *Aging* merupakan proses yang terus berlangsung (*continuum*) yang dimulai dengan perkembangan (*development*), proses generatif seiring waktu yang dibutuhkan untuk kehidupan, kemudian dilanjutkan dengan *senescence* yaitu proses degeneratif yang inkompentibel dengan kehidupan. Istilah *senescence* digunakan untuk menggambarkan turunnya fungsi efisien suatu organisme sejalan dengan penuaan dan meningkatnya kemungkinan kematian (Setiati dkk, 2014).

Penuaan merupakan akumulasi perubahan pada manusia dari waktu ke waktu, meliputi perubahan fisik, psikologis, dan sosial. Penyebab penuaan tidak pasti; teori saat ini ditugaskan untuk konsep kerusakan, dimana akumulasi kerusakan (seperti oksidasi DNA) dapat menyebabkan kegagalan sistem biologis, atau konsep penuaan terprogram, dimana proses internal (seperti metilasi DNA) dapat menyebabkan penuaan (Prasad & Akbar, 2018). Proses menua mengakibatkan penurunan fungsi sistem organ seperti sistem sensorik, saraf pusat, pencernaan, kardiovaskular, dan sistem respirasi. Selain itu terjadi pula perubahan komposisi tubuh, yaitu penurunan massa otot, peningkatan massa dan sentralisasi lemak, serta peningkatan lemak intramuskular (Setiati, 2014).

Seiring dengan bertambahnya usia, terjadi berbagai perubahan fisiologis tidak hanya berpengaruh pada penampilan fisik, namun juga terhadap fungsi dan respons dalam kehidupan sehari-hari. Membicarakan proses penuaan tidak jauh dari konsep homeostenosis. Homeostenosis merupakan berkurangnya



cadangan homeostatis seiring meningkatnya usia tiap sistem organ. Seiring bertambahnya usia, jumlah cadangan fisiologis untuk homeostatis berkurang. Setiap perubahan terhadap homeostatis merupakan pergerakan menjauhi keadaan dasar (*baseline*), dan semakin besar perubahan yang terjadi maka semakin besar cadangan fisiologis yang diperlukan untuk kembali ke homeostatis. Di sisi lain dengan makin berkurangnya cadangan fisiologis, maka seorang lansia lebih mudah untuk mencapai suatu ambang (*precipice*) yang dapat berupa keadaan sakit atau kematian. Seorang lanjut usia tidak hanya memiliki cadangan fisiologis yang semakin menipis, namun juga memakai cadangan fisiologis tersebut untuk mempertahankan homeostatis. Akibatnya, semakin sedikit cadangan yang tersedia untuk mengompensasi perubahan (Setiati dkk., 2014).



Gambar 1 Skema homeostenosis

Perubahan utama yang terkait dengan penuaan pada sistem muskuloskeletal adalah atrofi otot. Kehilangan massa otot secara progresif dimulai kira-kira pada usia 40 tahun dengan perkiraan sekitar 8% per dekade hingga usia 70 tahun dan kemudian meningkat menjadi 15% per dekade. Pengurangan massa otot umum bersamaan dengan peningkatan massa lemak tubuh sehingga dapat menyebabkan tidak terdapat perubahan pada berat badan (Gomez *et al.*, 2017).

Beberapa perubahan struktural dan biokimia otot terjadi pada orang lanjut usia. Area penampang otot dapat menurun hingga 30% lebih sedikit pada usia 70 tahun dibandingkan pada usia 20 tahun dan dikaitkan dengan akumulasi lemak di dalam otot. Pergeseran komposisi serat otot terjadi pada usia lanjut bersama dengan penurunan serat glikolitik *fast twitch* tipe II. Selain itu dengan bertambahnya usia, jumlah dan aktivitas unit motorik menurun

merusak kontrol motorik. Perubahan tipe serabut dapat terjadi ketika myofibers tipe II dipersarafi ulang oleh motor neuron tipe I. Namun belum ada penjelasan mendasar apakah perubahan unit motorik ini merupakan penyebab sarkopenia atau respons kompensasi adaptif terhadap sarkopenia (Gomez *et al.*, 2017).

Sebagai konsekuensi dari perubahan struktural dan biokimia, kekuatan otot dan kapasitas fungsional berkurang pada lansia dengan sarkopenia. Studi oleh Goodpastur *et al.* menunjukkan hubungan yang kuat antara massa otot dan kekuatan. Kekuatan kaki menurun 10-15% per dekade sampai usia 70 tahun, dan kemudian menurun 25% sampai 40% per dekade. Kekuatan otot sekitar 20-40% lebih rendah pada usia 70 tahun dibandingkan pada orang dewasa muda. Pengurangan fungsi otot merupakan masalah penting dalam pengaturan klinis karena secara independen terkait dengan peningkatan risiko jatuh, kecacatan, dan kematian pada orang tua (Gomez *et al.*, 2017).

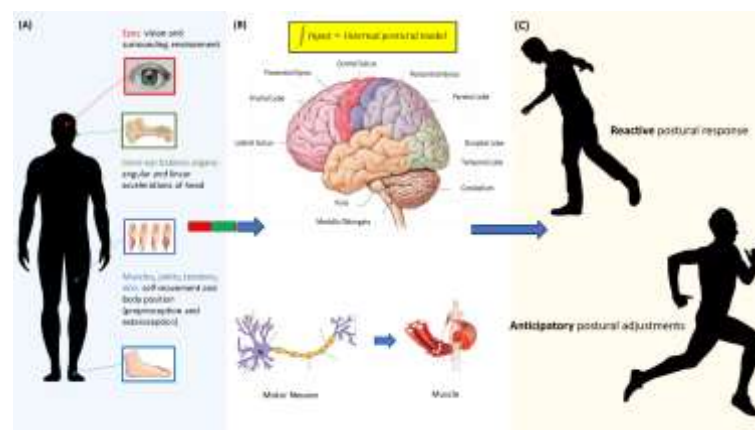
Peningkatan usia juga menyebabkan penurunan fungsi dari tulang rawan sendi. Kekuatan kolagen pada lansia mengalami penurunan sehingga dapat menyebabkan tulang rawan sendi menjadi lemah dan mudah rusak. Proses menua secara langsung atau tidak langsung menyebabkan beberapa perubahan pada tulang dan sendi. Terjadi pengurangan massa tulang dan berkurangnya formasi osteoblas tulang. Pada sendi terjadi gangguan matriks kartilago dan modifikasi proteoglikan dan glikosaminoglikan (Tandirerung, Male, dan Mutiarasari, 2019).

## **2.2. Keseimbangan dan Risiko Jatuh**

### **2.2.1. Keseimbangan**

Keseimbangan digambarkan sebagai kemampuan tubuh menjaga orientasinya pada lingkungan, baik dalam kondisi statis maupun dinamis. Keseimbangan tersusun dalam sistem kontrol sensori-motor yang mengoordinasikan bagian tubuh terhadap kondisi lingkungan (Zampogna *et al.*, 2020). Umpan balik sensorik dari

sistem visual, vestibular, dan somatosensori memberikan informasi ke sistem saraf yang digunakan untuk membentuk skema internal orientasi dan gerak tubuh serta hubungannya dengan lingkungan eksternal. Sistem ini diatur untuk memenuhi lima tujuan utama: (1) mempertahankan dukungan melawan gravitasi; (2) menjaga keseimbangan dengan menjaga pusat massa (*Center of Mass*, CoG) pada dasar tumpuan (*Base of Support*, BoS); (3) memberikan stabilitas postural; (4) mengontrol gerakan pijakan kaki pada area yang aman; dan (5) stabilisasi antara aparatus visual dan vestibular (Mackinnon, 2018).

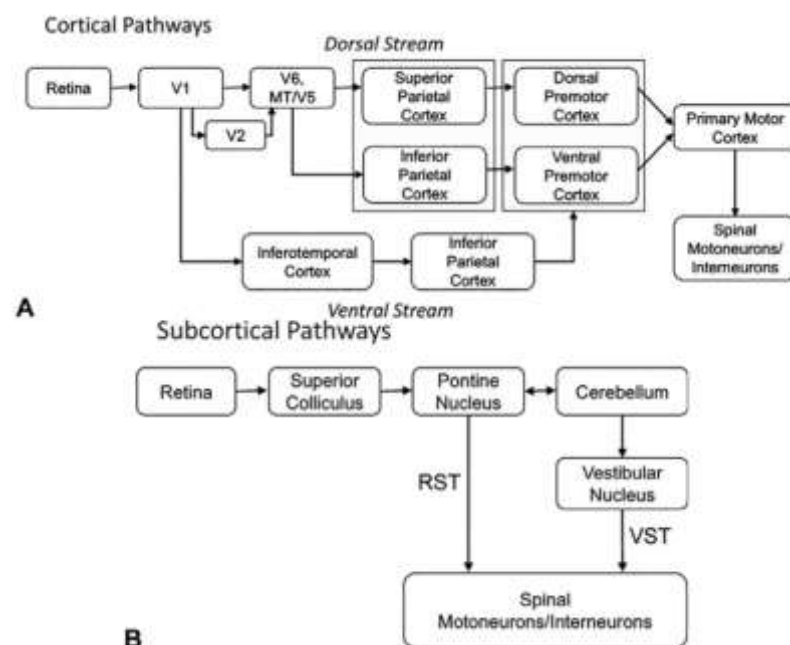


Gambar 2 Fisiologi Keseimbangan

Kontrol keseimbangan (*equilibrium*) sering dianggap sebagai bagian dari kontrol postural. Namun, keduanya sesungguhnya memiliki dua fungsi berbeda meski masih dalam satu kerja komprehensif. Keseimbangan postural mengatur distribusi aktivitas otot tonik ("postur") sementara *equilibrium* bertugas untuk mengompensasi gangguan internal atau eksternal. Sementara dua hal ini secara inheren saling terkait, pertimbangan neurofisiologis dan fungsional mengarah ke dasar neuromuskular yang berbeda. Gangguan tonus otot dapat mempengaruhi kinerja gerakan. Struktur, spesialisasi, dan sifat otot rangka juga harus diperhitungkan untuk memahami regulasi postural.

Mekanisme fisiologi keseimbangan dimulai ketika reseptor visual memberikan impuls tentang orientasi mata dan posisi kepala dan hubungannya dengan tubuh dan lingkungan sekitar. Sensasi sentuhan, posisi, dan gerakan dari otot, tendon, sendi, dan kulit berkontribusi pada gerakan terkoordinasi dan kontrol keseimbangan. Selama berjalan, mekanoreseptor sendi dan otot memberikan informasi untuk membantu dalam mengkoordinasikan setiap langkah, termasuk jarak dan penempatan kaki, dan kontrol tubuh bagian atas di atas alas penyangga yang selalu berubah (Lord *et al.*, 2018).

Organ vestibular memberikan informasi ke sistem saraf pusat tentang posisi dan gerakan dari kepala serta pandangan mata melalui reseptor makula dan krista ampularis yang ada di telinga dalam. Reseptor pada sendi, otot, tendon, ligamentum, dan kulit menerima rangsang *proprioceptive* tentang posisi badan terhadap kondisi tubuh di sekitarnya dan posisi antara segmen-segmen tubuh (Fitria dan Berawi, 2020).



Gambar 3 Ringkasan jalur kortikal (A) dan subkortikal (B) yang menghubungkan struktur input sistem visual dan koneksi sistem visual ke struktur yang mengontrol gerakan dan postur

Sistem visual kemudian mengirimkan informasi ini ke sistem saraf tentang gambaran statis dan dinamis dari lingkungan sekitarnya serta orientasi dan gerakan tubuh relatif terhadap sekitarnya. Informasi ini digunakan untuk merencanakan dan melaksanakan tindakan antisipatif dan penyesuaian postural yang terkait atau memulai reaksi terhadap perubahan mendadak dalam bidang visual (Mackinnon, 2018).

Pada saat berdiri, otot pada leher, trunkus, panggul, ekstensor lutut, dan plantar fleksor menjaga agar tubuh tetap tegak. Bersamaan dengan hal tersebut terjadi gerakan postural sebagai usaha dari otot di atas untuk mempertahankan stabilitas postural. Pusat massa tubuh didefinisikan sebagai titik jumlah gaya yang bekerja padanya sama dengan nol sehingga tubuh berada dalam keseimbangan. Bila seseorang dalam keadaan berdiri, secara berkesinambungan terjadi kontrol keseimbangan postural, yaitu usaha untuk mempertahankan postur tegak. Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi keseimbangan pada tubuh manusia yaitu pusat gravitasi, garis gravitasi, bidang tumpu, dan kekuatan otot (Mackinnon, 2018).

Pusat gravitasi (*Center of Gravity*, CoG) merupakan titik gravitasi yang terdapat pada semua benda baik benda hidup maupun mati, titik pusat gravitasi terdapat pada titik tengah benda tersebut. Fungsi CoG adalah untuk mendistribusikan massa tubuh secara merata. Beban tubuh manusia selalu ditopang oleh titik ini maka tubuh dalam keadaan seimbang. Namun, jika terjadi perubahan postur tubuh, maka titik pusat gravitasi pun berubah maka akan menyebabkan gangguan keseimbangan berpindah secara otomatis sesuai dengan arah atau perubahan berat. Jika CoG terletak di dalam dan tepat di tengah, maka tubuh akan seimbang. Namun, jika CoG berada diluar tubuh maka akan terjadi keadaan *unstable*. Pusat gravitasi saat berdiri tegak terdapat pada satu inchi di depan *vertebrae sacrum* (Fitria dan Berawi, 2020).

Garis gravitasi (*line of gravity/LoG*) merupakan garis imajiner gravitasi vertikal yang melewati CoG dan menuju pusat gravitasi. Derajat stabilitas tubuh ditentukan oleh hubungan antara garis gravitasi, pusat gravitasi dengan *base of support* (bidang tumpu). Ketika garis gravitasi tepat berada di bidang tumpu yakni dengan permukaan tumpuan, tubuh dalam keadaan seimbang. Stabilitas yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu (Fitria dan Berawi, 2020).

Keseimbangan dan gait yang buruk pada lansia dikaitkan dengan gangguan mobilitas sehari-hari seperti menaiki tangga atau berdiri dari posisi duduk. Akibatnya, lansia dengan keseimbangan dan gait yang buruk memiliki tingkat aktivitas fisik yang rendah, berkurangnya kemandirian, hingga menurunnya kualitas hidup. Gangguan keseimbangan dan gait menjadi masalah kesehatan yang penting karena hubungannya dengan jatuh dan cedera terkait jatuh, terutama di banyak wilayah di dunia dengan penuaan populasi yang cepat (Lord *et al.*, 2018).

Hilangnya sensasi perifer terkait usia merupakan kontributor penting untuk mengurangi keseimbangan dan kontrol gaya berjalan pada orang tua. Dibanding dewasa muda, ketajaman proprioseptif secara signifikan lebih buruk pada lansia. Ambang batas untuk posisi sendi pergelangan kaki pada orang tua menjadi sekitar  $2,6^\circ$ , yang bila dikonversi menjadi pusat massa (*Center of Gravity, CoG*) menjadi sebanyak 4,5 cm. Namun, posisi dinamis atau pergerakan tampaknya kurang terpengaruh oleh usia. Perbedaan terkait usia dalam ketajaman proprioseptif juga kurang menonjol dalam tes yang melibatkan bantalan beban, yang meningkatkan akurasi proprioseptif. Beberapa penelitian telah melaporkan hubungan yang signifikan antara penurunan ketajaman proprioseptif dan penurunan stabilitas lateral. Sensitivitas sentuhan yang buruk, sensasi vibrasi, dan rasa posisi tungkai bawah telah dikaitkan dengan peningkatan

goyangan postural. Selanjutnya, ketajaman posisi lutut yang buruk telah terbukti terkait dengan gangguan kinerja pada fungsi tugas, termasuk berjalan, berdiri dari posisi duduk, dan naik dan turun tangga (Lord *et al.*, 2018).

### **2.2.2. Risiko Jatuh**

Jatuh merupakan masalah fisik yang sering terjadi pada lansia, dengan bertambahnya usia kondisi fisik, mental, dan fungsi tubuh pun menurun. Jatuh disebabkan oleh interaksi berbagai faktor risiko. Semakin banyak risiko yang seseorang miliki maka semakin besar risiko jatuhnya. Faktor yang mempengaruhi jatuh dibagi menjadi dua: faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik (Rudi dan Setyanto, 2019).

Faktor intrinsik risiko jatuh antara lain: usia, jenis kelamin, status pernikahan, tingkat pendidikan, pekerjaan, penyakit penyerta, penurunan fungsi kognitif, penggunaan obat, aktifitas fisik, keseimbangan, BMI, nutrisi, otot lemah—terutama pada kaki, keseimbangan yang buruk, *dizziness* atau *lightheaded*, masalah kaki, terutama nyeri dan deformitas, gangguan penglihatan dan pendengaran, obat yang menyebabkan seseorang *dizzy* atau *drowsy*, konsumsi berlebih alkohol; gangguan bladder atau bowel. dan riwayat jatuh (Sari dkk, 2020).

Sedangkan faktor ekstrinsik diantaranya lantai yang licin dan tidak merata, tersandung oleh benda-benda, kursi roda yang tidak terkunci, dan penerangan cahaya yang kurang terang cenderung gampang terpeleset atau tersandung sehingga dapat memperbesar risiko jatuh pada lansia, lingkungan, aktifitas, dan obat-obatan, selama proses menua, lansia mempunyai konsekuensi untuk jatuh salah satu masalah kesehatan yang sering terjadi pada lansia adalah instabilitas yaitu berdiri dan berjalan tidak stabil atau mudah jatuh. Jatuh dianggap sebagai konsekuensi alami tetapi jatuh bukan

merupakan bagian normal dari proses penuaan (Rudi dan Setyanto, 2019).

Gangguan gerak merupakan kelainan regulasi terhadap gerakan volunteer. Gangguan ini merupakan bagian sindroma neurologik berupa gerakan berlebihan atau gerakan yang berkurang namun tidak berkaitan dengan kelemahan. Gangguan anggota gerak memicu terjadinya perubahan keseimbangan pada lansia. Gangguan keseimbangan ini disebabkan oleh tiga faktor: efek penuaan, kecelakaan, dan faktor penyakit. Dari tiga hal tersebut, faktor penuaan adalah faktor utama yang menyebabkan gangguan keseimbangan postural pada lansia. Jika keseimbangan postural lansia tidak dikontrol, maka akan dapat meningkatkan risiko jatuh pada lansia (Rudi dan Setyanto, 2019).

Sistem anggota gerak berhubungan dengan risiko jatuh pada lansia, hal ini di karenakan bahwa lansia mengalami penurunan fungsi sistem gerak. Penurunan fungsi gerak pada lansia berdampak terhadap sistem muskuloskeletal dalam melakukan pergerakan. Akibatnya bahwa resiko kejadian jatuh pada lansia sangat rentan sekali. Jika keseimbangan postural lansia tidak dikontrol, maka akan dapat meningkatkan risiko jatuh pada lansia (Rudi dan Setyanto, 2019).

Lansia erat kaitannya dengan presbiopi atau rabun tua. Presbiopi terjadi karena lensa kehilangan elastisitas dan kaku, otot penyangga lensa lemah, serta ketajaman penglihatan & daya akomodasi dari jarak jauh dan dekat berkurang. Sistem penglihatan pada lansia juga mengalami penurunan fungsi seperti jarak penglihatan.

Faktor ekstrinsik adalah faktor yang berasal dari luar atau lingkungan, faktor ekstrinsik ini antara lain adalah cahaya ruangan yang kurang terang, lantai yang licin, tersandung, alas kaki kurang pas, tali sepatu, kursi roda yang tidak terkunci, dan turun tangga.

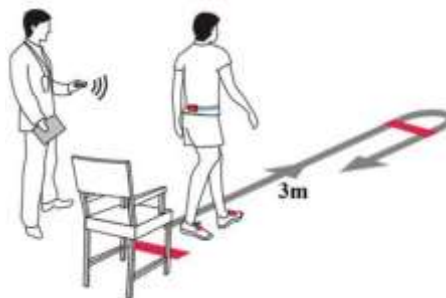


Faktor yang paling sering dihubungkan dengan kejadian jatuh pada lansia adalah lingkungan, seperti alat-alat atau perlengkapan rumah tangga yang sudah tua, tidak stabil, atau tergeletak di bawah tempat tidur atau WC yang rendah atau jongkok tempat berpegangan yang tidak kuat atau tidak mudah dipegang. Faktor lingkungan terdiri dari penerangan yang kurang, benda-benda dilantai (seperti tersandung karpet), peralatan rumah yang tidak stabil, tangga tanpa pagar, tempat tidur dan toilet yang terlalu rendah. Maka dari itu, lansia memerlukan waktu dan perawatan yang lebih ketika berada dalam suatu situasi atau lingkungan yang baru.

### 2.3. Pengukuran Keseimbangan

#### 2.3.1. Timed Up and Go

Tes *Timed Up and Go* (TUG) adalah alat skrining yang umum digunakan untuk menilai risiko jatuh. Tes ini dikembangkan pada tahun 1991 sebagai versi modifikasi dari tes *Get up and Go*. Untuk melakukan tes TUG, subjek akan diukur waktunya ketika bangkit dari kursi, berjalan sejauh tiga meter, berputar, berjalan kembali ke kursi, dan duduk lagi. Subjek hanya perlu memakai alas kaki biasa dan dapat menggunakan alat bantu berjalan (tongkat atau *walker*) bila perlu (Barry *et al.*, 2014).



Gambar 4 Timed Up and Go Test

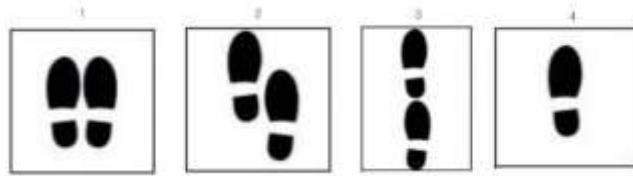
Tes TUG direkomendasikan sebagai tes skrining rutin untuk risiko jatuh oleh *American Geriatric Society* dan *British Geriatric Society*. Selain itu, *guideline* dari *The National Institute of Clinical Evidence* (NICE) juga menyarankan pemakaian Tes TUG untuk mengukur gait dan keseimbangan dalam prevensi jatuh pada lansia (Barry *et al.*, 2014). Tes TUG banyak digunakan karena dapat menguji beberapa keterampilan keseimbangan dan mobilitas yang penting, termasuk transisi duduk-berdiri, berputar, dan gait (Wingert *et al.*, 2020).

Hasil pemeriksaan TUG telah terbukti lebih buruk pada usia yang lebih tua dan pada populasi berisiko, termasuk mereka yang memiliki gangguan kognitif, tetapi tidak ada perbedaan pada jenis kelamin. Hasil TUG yang buruk dikaitkan dengan kekuatan otot yang buruk, keseimbangan yang buruk, rasa takut jatuh, aktivitas fisik, dan gangguan yang berkaitan dengan aktivitas dasar dan instrumental kehidupan sehari-hari (Schoene *et al.*, 2013).

### **2.3.2. Four Stage Balance**

Tes *4-Stage Balance* (keseimbangan empat tahap) atau tes keseimbangan berdiri adalah pengujian klinis untuk menilai mobilitas seseorang dan risiko jatuh, berdasarkan kemampuan untuk menjaga keseimbangan dalam posisi tertentu. Tes *4-Stage Balance* berfokus untuk mengevaluasi keseimbangan statis. Empat posisi yang digunakan adalah berdiri dengan kaki berdampingan, menempatkan punggung kaki satu kaki menyentuh ibu jari kaki lainnya, sikap tandem, dan berdiri dengan satu kaki. Peserta yang gagal dalam berdiri semi tandem diminta untuk berdiri selama 10 detik berdampingan. Peserta yang semi tandem standnya berhasil diminta untuk berdiri selama 10 detik dengan satu kaki di belakang kaki lainnya sehingga jempol kaki yang satu menyentuh tumit kaki lainnya. Jika pasien dapat menahan posisi selama 10 detik tanpa menggerakkan kakinya atau membutuhkan dukungan, dapat beralih ke posisi berikutnya.

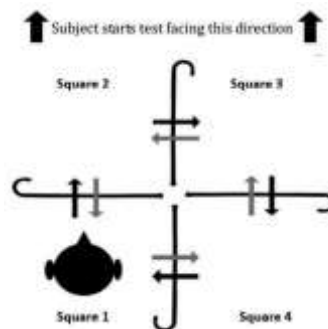
Ketidakmampuan untuk menahan posisi tandem selama 10 detik merupakan indikasi peningkatan risiko jatuh (Wingert, 2020).



Gambar 5 4-Stage Balance Test

### 2.3.3. Four Square Step

*Four Square Step Test* (FSST) adalah pengukuran keseimbangan dengan melangkahi empat kotak berbatas. FSST divalidasi pada tahun 2002 sebagai uji pemeriksaan risiko jatuh dan ukuran penilaian keseimbangan untuk lansia. FSST memiliki nilai *cut off* 15 detik sebagai skor ambang batas optimal untuk mengklasifikasikan risiko jatuh. FSST telah divalidasi pada populasi pasien tertentu, termasuk pada orang dengan: *multiple sclerosis*, *Parkinson's disease*, *Huntington's disease*, gangguan vestibular, pasca stroke, serta pada anak dengan *cerebral palsy* dan *down syndrome* (Cleary & Skornyakov, 2017).

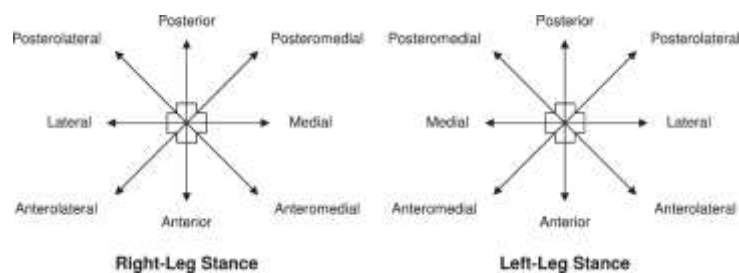


Gambar 6 Skema Four Square Step Test

### 2.3.4. Star Excursion Balance

*Star Excursion Balance Test* adalah uji dengan satu kaki sebagai penopang dan kaki lain bergerak untuk menjangkau secara maksimal

titik sepanjang 1 dari 8 garis yang ditentukan di tanah. Garis-garis tersebut disusun memanjang dari titik pusat dan berjarak  $45^\circ$  dari satu sama lain. Setiap arah pencapaian menawarkan tantangan yang berbeda dan membutuhkan kombinasi gerakan sagital, frontal, dan transversal. Arah yang dicapai diberi nama dalam orientasi terhadap kaki penopang sebagai anterior, anteromedial, anterolateral, medial, lateral, posterior, posteromedial, dan posterolateral. Tujuan dari tugas ini adalah untuk membuat individu membangun basis dukungan yang stabil pada kaki penopang dan mempertahankannya bersamaan dengan jangkauan maksimal pada salah satu arah yang ditentukan. Sambil berdiri dengan satu tungkai, peserta mencapai sejauh mungkin dengan halus di sepanjang setiap garis penjangkauan. Kaki penjangkau harus menyentuh garis sejauh mungkin tanpa memindahkan beban ke atau berhenti pada kaki penjangkau ini; kemudian mengembalikan anggota badan ke posisi awal di tengah, kembali pada posisi bilateral. Jika individu menyentuh dengan keras atau berhenti pada titik *touch-down*, melakukan kontak dengan tanah dengan kaki penjangkau untuk menjaga keseimbangan, atau mengangkat/menggeser bagian mana pun dari kaki penyangga selama percobaan, percobaan tidak dianggap sah (Gribble *et al.*, 2012).



Gambar 7 Arah Star Excursion Balance Test

Nilai jarak jangkauan digunakan sebagai indeks kontrol postural dinamis. Semakin jauh jarak yang dapat dicapai, menunjukkan semakin baik kontrol postural dinamis. Penilaian ini dapat dipakai dalam perbandingan antara anggota tubuh yang cedera dan tidak cedera atau sebelum dan sesudah intervensi untuk mengukur

perubahan dalam kontrol postural dinamis. Dengan instruksi dan latihan yang tepat, tes ini dapat memberikan ukuran objektif untuk membedakan defisit dan peningkatan dalam kontrol postural dinamis terkait dengan cedera ekstremitas bawah dan kelelahan yang diinduksi, dan memiliki potensi untuk memprediksi cedera pada ekstremitas bawah (Gribble *et al.*, 2012).

### **2.3.5. *Berg Balance Scale***

Uji *Berg Balance Scale* (BBS) telah banyak digunakan untuk menilai keseimbangan dinamis dan statis. Uji ini mencakup 14 item yang umum dalam kehidupan sehari-hari. Dalam pengaturan klinis, BBS mudah diterapkan dan menilai keseimbangan pada orang dewasa untuk membantu memprediksi risiko jatuh (Lee *et al.*, 2015).

Penilaian *Berg Balance Scale* merupakan penilaian skala ordinal sumatif 14 item yang mengevaluasi perubahan postur dari duduk ke berdiri dan sebaliknya, perpindahan, keseimbangan duduk, dan berbagai tugas keseimbangan ketika berdiri (Lee *et al.*, 2015).

## **2.4. Arkus Pedis**

Kaki atau *pedis* merupakan daerah ekstremitas inferior di distal dari sendi talocruralis. Kaki dibagi menjadi tiga regio: talocruralis, metatarsus, dan digiti. Kaki memiliki permukaan superior (regio dorsalis pedis/dorsum pedis) dan permukaan inferior (regio plantaris pedis/plantar pedis). Regio pedis terdiri atas 26 *ossa* dan 30 *articulatio* yang memiliki tiga fungsi dasar: penopang tubuh, menyerap shock, dan bantalan berat (Wozniacka, 2013).

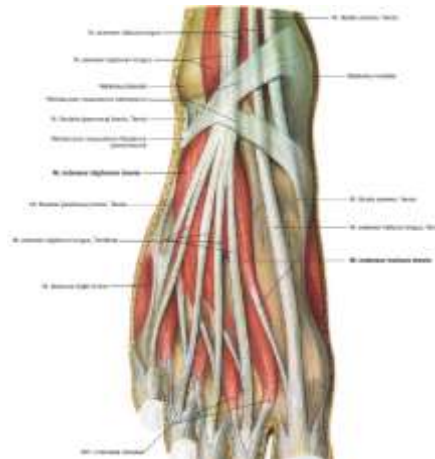
Terdapat tiga kelompok tulang pada pedis berdasarkan fungsi: 1) tujuh ossa tarsi/tarsalia yang membentuk kerangka tulang pada regio talocruralis; 2) metatarsi/metatarsalia (I-V) yang merupakan tulang pada metatarsus; 3) phalanges/digitorum yang merupakan tulang digiti pedis—tiap digitus

memiliki tiga phalanges, kecuali hallux yang memiliki dua phalanges (Standring, 2021).



Gambar 8 Os Pedis Dextra, *dorsal view*

Secara anatomis, kaki dibagi menjadi tiga: 1) *hindfoot* yang tersusun atas *os calcaneus* dan *os talus*; 2) *midfoot* yang tersusun atas *os navicular*, *os cuboid*, dan *os cuneiform*; 3) *forefoot* yang tersusun atas *ossa metatarsal* dan *ossa phalanges* (Standring, 2021). *Hindfoot* berada di bagian distal sendi pergelangan kaki dan berhenti di sendi talonavicular dan calcaneal-cuboid (disebut juga sendi tarsal transversal). Tulang-tulang kaki belakang adalah *os talus* dan *os calcaneus*. *Midfoot* dimulai pada sendi tarsal transversal dan berakhir di mana metatarsal dimulai. Ini biasanya disebut sebagai sendi tarsometatarsal (TMT). Ada beberapa sendi kaki tengah, tetapi kebanyakan memiliki gerakan yang terbatas. Lima tulang kaki tengah adalah *os navicular*, *os cuboid*, dan *os cuneiform* medial, tengah, dan lateral. *Forefoot* memiliki lima metatarsal, dua tulang sesamoid, dan 14 falanges. Empat jari kaki yang lebih rendah masing-masing memiliki falang proksimal, tengah, dan distal, yang meningkatkan kemampuan untuk menggenggam dan membantu keseimbangan. Namun, jempol kaki hanya memiliki phalanx proksimal dan distal, yang memberikan kekakuan yang membantu memberikan tenaga saat berjalan, berlari, dan berlari (Potach & Meira, 2022).



Gambar 9 Musculi pada pedis bagian plantar dextra, tampak dorsal

Ada banyak musculi kecil yang mengisi regio pedis. Otot-otot ini membantu menggerakkan jari-jari kaki dan menstabilkan kaki. Dua dari otot-otot ini terletak di dorsal kaki (m. ekstensor hallucis brevis dan m. ekstensor digitorum brevis), dan 10 otot lainnya terletak di bagian plantar. Otot-otot plantar ini membantu abduksi, adduksi, dan fleksi jari-jari kaki. Susunannya dari superfisial ke dalam: m. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis, m. abductor digiti minimi, m. quadratus plantae, m. lumbricals, m. flexor hallucis brevis, m. flexor digiti minimi, m. adductor hallucis, m. plantar interosei, dan m. interosei dorsal (Potach & Meira, 2022).

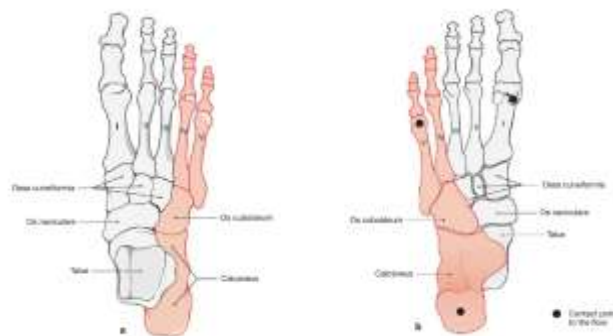


Gambar 10 Musculi pada Regio Pedis dextra, tampak plantar, tiga lapis

Ossa pedis tidak berada pada suatu bidang horizontalis. Sebaliknya, tulang-tulang tersebut membentuk lengkungan atau yang dikenal dengan arkus. Ketika berdiri, massa tubuh ditransmisikan oleh vektor medial dan lateral.

Vektor medial antara lain ossa metatarsal I-III, *Os naviculare*, dan *Os cuneiform*. Vektor lateral tersusun atas *Ossa metatarsal IV-V*, *Os calcaneum*, dan *Os cuboid*. Bentuk dan sistem penyangga dari Ossa tarsal dan metatarsal ini membentuk arkus longitudinal dan transversal pada pedis. Karenanya, pedis hanya memiliki 3 poin kontak dengan tanah: caput os metatarsal I dan V dan Tuberculum calcaneus (Paulsen & Waschke, 2017). Arkus longitudinalis dan arkus transversalis menyerap dan mendistribusikan gaya yang berjalan turun dari tubuh selama berdiri dan bergerak pada berbagai permukaan yang berbeda (Drake *et al.*,2022).

Arkus longitudinalis pedis terbentuk antara ujung posterior calcaneus dan caput metatarsal. Arkus longitudinalis paling tinggi pada sisi medial yang membentuk bagian medial arkus longitudinalis dan paling rendah pada sisi lateral yang membentuk sisi lateralnya (Drake *et al.*,2022).



Gambar 11 Tulang penyusun arkus pedis (a) tampak dorsal (b) tampak plantar

Arkus pedis longitudinalis medial berfungsi untuk menyerap *shock* dan menstransmisikan tekanan saat berdiri dan bergerak. Perubahan ketinggian pada arkus pedis longitudinalis media dapat memodifikasi distribusi tekanan plantar dan memengaruhi penyerapan gaya, aktivitas otot, stabilitas, dan gaya berjalan. Selain itu, beberapa modifikasi pada kesejajaran ekstremitas bawah, termasuk pronasi subtalar, rotasi internal tibialis, *genu recurvatum*, dan kelemahan lutut anterior, jika arkus pedis longitudinalis medial menjadi lebih rendah. Di sisi lain, arkus pedis longitudinalis medial yang lebih tinggi dikaitkan dengan supinasi subtalar dan varus *hindfoot* (Zuil-Escobar *et al.*, 2018).



Arkus transversus pedis paling tinggi pada bidang coronalis yang memotong caput tali dan menghilang di dekat caput metatarsal: dan tulang-tulang tersebut disatukan oleh ligamentum metatarsal transversum profundum. Ligamenta dan muscoli menyangga arkus pedis. Ligamenta yang menyangga arkus meliputi calcaneonavicular plantare (spring ligament), calcaneocuboideum plantare (ligamentum plantare brevis), ligamentum plantare longum, dan aponeurosis plantaris. Muscoli yang menyediakan penyangga dinamis bagi arkus selama berjalan meliputi tibialis anterior dan posterioran fibularis longus (Drake *et al.*, 2022).



Gambar 12 Arkus Pedis

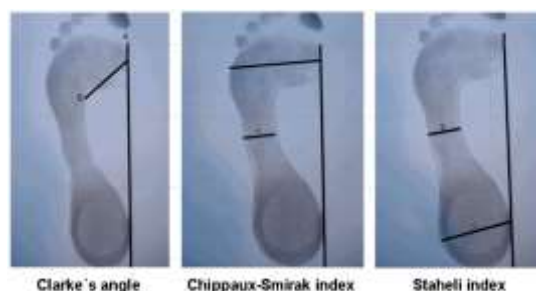
Studi oleh Williams *et al.* (dalam Sun *et al.*, 2012) melaporkan bahwa ketinggian arkus pedis yang berbeda dikaitkan dengan berbagai jenis cedera. Ditemukan pada pelari dengan arkus pedis diluar normal, memiliki kecenderungan mengalami *plantar fasciitis* dan fraktur os metatarsal. Namun berdasarkan kelengkungannya, ditemukan lokasi fraktur yang berbeda: di dekat metatarsal kelima pada pelari dengan *high arch* dan di dekat metatarsal kedua dan ketiga pada pelari dengan *low arch*. Selain itu, kelompok dengan *high arch* juga lebih cenderung mengalami keseleo pergelangan kaki lateral dan *iliotibial band friction syndrome*, dan kelompok dengan *low arch* lebih cenderung mengalami nyeri lutut. Burns *et al.* (dalam Sun *et al.*, 2012) juga menemukan bahwa nyeri kaki merupakan masalah umum pada kelompok dengan *high arch* dan lebih sering terjadi pada kelompok dengan *high arch* daripada kelompok normal. Selain itu, *Centre of Pressure* (COP) bervariasi di berbagai kelompok arkus pedis. Pada kelompok dengan *high arch*, COP ditemukan dalam posisi lebih lateral daripada kelompok dengan *low arch*

ketika berdiri (Williams *et al.* dalam Sun *et al.*, 2012). Integral waktu-tekanan secara signifikan lebih tinggi di seluruh kaki, kaki belakang, dan kaki depan dari kelompok *high arch* jika dibandingkan dengan kelompok normal. Selain itu, lengkungan metatarsal transversal dikaitkan dengan variasi tekanan plantar pada gaya berjalan normal. Sebuah studi oleh Kanatli *et al.* (dalam Sun *et al.*, 2012) membahas bahwa tekanan tertinggi yang tercatat berada di kolom tengah kaki depan. Tekanan plantar maksimum diukur pada kepala metatarsal ke-2-ke-3 dan tumit. Tumit dan kepala metatarsal ke-2 hingga ke-3 seperti 'tripod' untuk menopang beban.

## 2.5. Pengukuran Arkus Pedis

Ada beragam metode pengukuran dari *arkus pedis*, mulai dari metode konvensional seperti merekam jejak kaki dengan tinta atau metode *wet footprint*, studi x-ray, hingga memakai alat perekam khusus jejak kaki seperti *shoe type stabilometer* dan *matscan* (Munawarah dkk, 2022).

Metode merekam jejak kaki menjadi menguntungkan karena tidak menggunakan radiasi, tidak invasif, murah, dan mudah. Uji *wet test* ini diawali dengan membasahi telapak kaki dengan tinta, kemudian menapakannya pada selembar kertas sehingga tampak sidik pedis (Munawarah dkk, 2022).



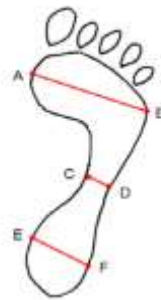
Gambar 13 Pengukuran Jejak Kaki

Dalam pengukuran jejak kaki, terdapat beberapa perhitungan yang dipakai untuk menentukan gambaran lengkung rendah (*low arch*), lengkung normal,

maupun lengkung tinggi (*high arch*). Beberapa pengukuran yang umum dipakai antara lain: *Clarke's angle*, *Chippaux-Smirak Index*, dan *Staheli Index* (Pita-Fernandez *et al.*, 2014).

### 2.5.1. *Chippaux-Smirak Index*

*Chippaux-Smirak Index* dihitung dengan membagi jarak tersempit dari *midfoot* dengan jarak terlebar dari *forefoot*. Arkus pedis dianggap normal jika rasionya diantara 25% - 45%. Arkus pedis dianggap tinggi (*high arch*) bila hasil >45% dan dianggap rendah (*low arch*) <25% (Almaawi *et al.*, 2019).



Gambar 14 *Chippaux-Smirak Index* (Ozer & Barut, 2012)

Dari gambar di atas, penghitungan *Chippaux-Smirak Index* dihitung dengan rumus berikut:

$$CSI = \frac{CD}{AB} \times 100\%$$

Keterangan:

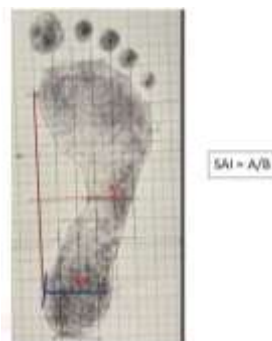
CD = jarak tersempit pada *midfoot*

AB = jarak terlebar pada *forefoot*

CSI = *Chippaux-Smirak Index*

### 2.5.2. Staheli's Arch Index

*Staheli's arch index* diukur dari jarak terkecil pada midfoot dengan jarak terlebar pada *hindfoot* (Ozer & Barut, 2012). Untuk mendapatkan nilai *Staheli's arch index* (SAI) garis ditarik bersinggungan dengan tepi medial *forefoot* dan di daerah tumit, kemudian titik tengah dari garis ini dihitung. Dari titik ini, garis tegak lurus ditarik melintasi gambaran tapak kaki. Prosedur yang sama diulang pada titik singgung tumit. Dengan demikian, diperoleh pengukuran lebar penopang daerah tengah ke kaki (A) dan daerah tumit (B) dalam milimeter. SAI diperoleh dengan membagi nilai lebar minimum A dengan nilai lebar tumit maksimum B ( $AI = A/B$ ). SAI antara 0,5-0,7 dianggap sebagai normal (NF). SAI > 0,7 dianggap sebagai flat foot atau pes planus. SAI <0,5 sebagai *high arch foot* atau *pes cavus* (Vangara *et al.*, 2019).

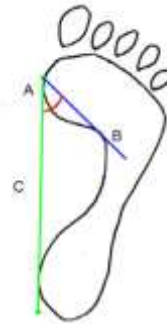


Gambar 15 Staheli's Index

### 2.5.3. Clark's Angle

Pengukuran *Clarke's angle* diperoleh dari menghitung sudut dari garis singgung yang dibentuk oleh garis pertama yang menghubungkan tepi medial caput metatarsal pertama dengan tumit serta garis kedua yang menghubungkan caput metatarsal pertama dengan puncak arkus longitudinal medial. Pengelompokkan tipe arkus berdasarkan *Clarke's angle* antara lain:

- a. *Normal foot* memiliki rentangan  $31^\circ - <45^\circ$ ;
- b. *Flat foot* memiliki rentangan  $<31^\circ$ ;
- c. *Cavus foot* memiliki rentangan  $>45^\circ$  (Munawarah dkk, 2022).



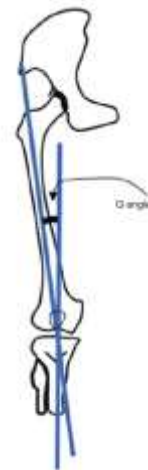
Gambar 16 Pengukuran Clarke's Angle

## 2.6. *Q-Angle*

*Q-Angle* atau *quadricep angle* adalah sudut komplementer yang terbentuk dari resultan garis gaya otot *quadriceps* dan garis dari pusat *patella* ke pusat *tuberculum tibia*. *Q-Angle* diukur dari sudut yang terbentuk dari dua garis: garis pertama ditarik lurus dari spina iliaca anterior superior (SIAS) ke pusat patela; garis kedua ditarik ke bawah tibia dari pusat patella ke tuberositas tibia (Leo, 2022). *Q-Angle* merupakan indikator biomekanik penting dalam memberikan informasi mengenai posisi tegak ekstremitas bawah. *Q-Angle* membantu menunjukkan vektor gaya yang bekerja pada patela dan sendi *patellofemoral*. Secara klinis, *Q-Angle* terkait dengan *chondromalacia patella*, dislokasi lateral patella, erosi kartilago patella dan kondilus lateral, rotasi internal femoralis, pronasi kaki, dan torsi tibialis internal. Selain itu, *Q-Angle* merupakan faktor penting dalam menilai fungsi sendi lutut dan menentukan kesehatan lutut pada individu yang menderita nyeri lutut anterior. *Q-Angle* memberikan informasi mengenai keselarasan panggul, tungkai, dan kaki. *Misalignment* dapat menyebabkan masalah pada fungsi lutut (Sanchez *et al.*, 2014).

Peningkatan *Q-Angle* mewakili vektor lateral yang lebih besar dari ekstremitas inferior yang disebabkan oleh penurunan abduksi lutut dan

penurunan gaya reaksi terhadap tanah. *Q-Angle* digunakan untuk mengevaluasi pasien dengan masalah lutut, terutama pada *patellofemoral pain syndrome* (PFPS) dan instabilitas *patella* (Kaya and Doral, 2012). Semakin besar *Q-Angle*, semakin besar gaya lateralisasi pada patella, meningkatkan tekanan retropatellar antara sisi lateral patela dan kondilus femoralis lateral. Tekanan yang terus menerus pada struktur ini dapat menimbulkan PFPS, serta dalam jangka panjang menyebabkan degenerasi tulang rawan sendi patela (Almeida *et al.*, 2016). *Q-Angle* menunjukkan hubungan terbalik dengan kekuatan *quadriceps*. Semakin kecil sudut *Q-Angle*, semakin besar gaya yang dihasilkan oleh *quadriceps* sehingga dapat diasumsikan bahwa individu dengan *Q-Angle* di atas normal memiliki kekuatan *quadriceps* yang lebih rendah dan lebih rentan terhadap penyakit pada sendi patelofemoral (Sanchez *et al.*, 2014).



Gambar 17 *Q-Angle*

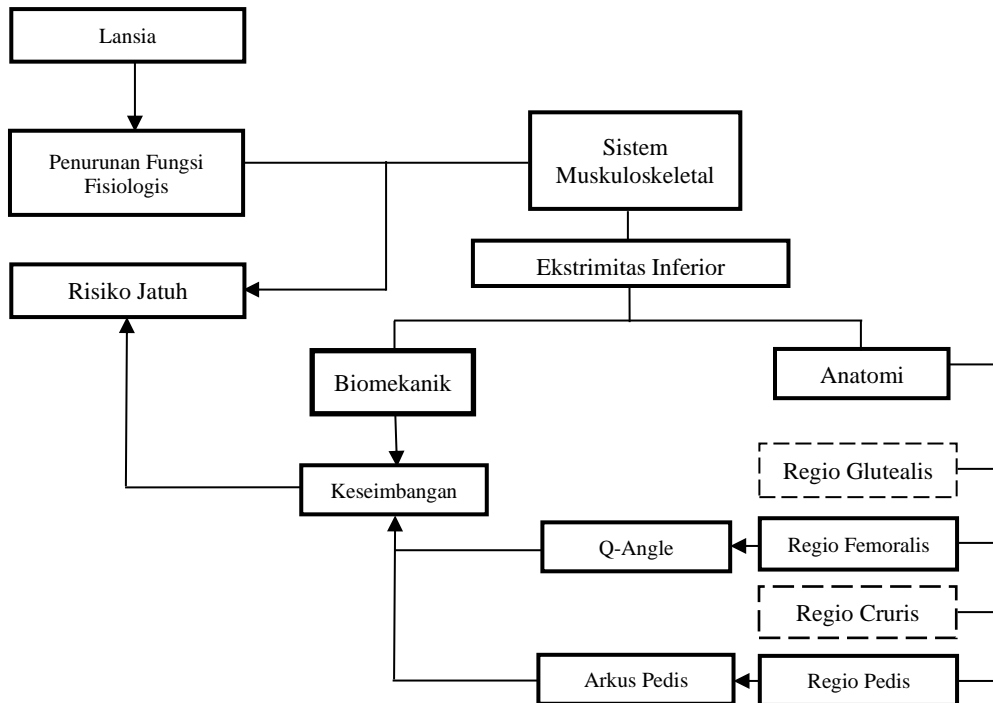
Nilai *Q-Angle* bervariasi tergantung jenis kelamin, keadaan kontraksi paha depan, dan posisi dalam pengukuran: apakah berdiri atau berbaring. Rotasi tungkai bawah memiliki pengaruh langsung pada kesejajaran lutut, mengubahnya sesuai dengan posisinya (Sanchez *et al.*, 2014). Nilai *Q-Angle* dapat berubah akibat kerja otot yang dibutuhkan pada kedua postur statis. Dalam posisi terlentang sebagian besar otot rileks dengan keselarasan sendi netral. Faktor yang mungkin mempengaruhi adalah perubahan posisi *patella*

dengan posisi tubuh. *Patella* akan bergeser superolateral ketika otot *quadriceps* berkontraksi. Dalam posisi berdiri, otot gluteal, *quadriceps*, adduktor, *hamstring*, *gastrocnemius* dan soleus harus bekerja melawan gaya gravitasi untuk mempertahankan posisi berdiri. Hal ini yang menimbulkan kemungkinan nilai *Q-Angle* lebih besar ketika berdiri dibandingkan posisi supine.

*Q-Angle* dievaluasi dengan menggunakan goniometer. Untuk dalam posisi berbaring, subjek akan berada dalam posisi supine dan dengan pinggul dan lutut diekstensi, rotasi pinggul dalam posisi netral, dan kaki dalam posisi netral. Sudut dihitung dengan cara perpotongan yang dibentuk oleh dua garis yang bersilangan di tengah patela. Baris pertama pergi dari SIAS ke tengah *patella* dan yang kedua dari tuberositas anterior tibia ke pusat patela (Sanchez *et al.*, 2014).

## 2.7. Kerangka Penelitian

### 2.7.1. Kerangka Teori



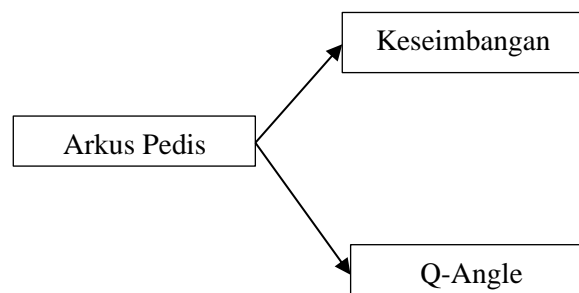
Gambar 18 Kerangka Teori

Keterangan:

: Diteliti

: Tidak diteliti

### 2.7.2. Kerangka Konsep



Gambar 19 Kerangka Konsep



## 2.8. Hipotesis

### 2.8.1. Hipotesis Null(H<sub>0</sub>)

- Tidak ada hubungan antara *arkus pedis* dan *Q-Angle*
- Tidak ada hubungan antara *arkus pedis* dan keseimbangan.

### 2.8.2. Hipotesis Kerja(H<sub>1</sub>)

- Ada hubungan antara *arkus pedis* dan *Q-Angle*
- Ada hubungan antara *arkus pedis* dan keseimbangan.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Jenis Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian kuantitatif dengan metode penelitian observasional analitik dan rancangan *cross-sectional*.

#### **3.2. Waktu dan Lokasi Penelitian**

##### 3.2.1. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Desember 2022.

##### 3.2.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Panti Tresna Werdha, Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung.

#### **3.3. Subjek Penelitian**

##### 3.3.1. Populasi Penelitian

Populasi dalam penelitian ini yaitu lansia di Panti Tresna Werdha.

##### 3.3.1.1. Kriteria Inklusi

- a. Berusia di atas 60 tahun.
- b. Masih bisa berjalan baik secara mandiri maupun dengan alat bantu.

### 3.3.1.2. Kriteria Eksklusi

- a. Mengidap gangguan di ekstremitas inferior yang menyebabkan tidak bisa berjalan sama sekali.
- b. Mengalami tirah baring selama masa penelitian.
- c. Mengalami kebutaan.
- d. Memiliki riwayat penyakit stroke, Parkinson's Disease, dan gangguan vestibular.

### 3.3.1.3. Kriteria Drop Out/Gugur

- a. Subjek menolak melanjutkan partisipasi dalam penelitian.
- b. Timbul nyeri pada tulang vertebra, panggul, lutut, atau kaki selama pengambilan data.

### 3.3.2. Sampel Penelitian

Pemilihan sample menggunakan teknik *total sampling*. Ukuran minimal sampel ini dihitung dengan rumus *Slovin* yaitu:

$$n = \frac{N}{1 + N \cdot e^2}$$

$$n = \frac{70}{1 + 70(0,1)^2} = \frac{70}{1,7} = 41,17 \approx 41$$

Keterangan:

n = jumlah sample

N = jumlah populasi

e = nilai error

Untuk menghindari drop out, maka ditambahkan kembali 10%, maka *minimal sampling* adalah 45 orang.

### 3.4. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan pendekatan *cross-sectional* untuk mengetahui hubungan *arkus pedis* terhadap *Q-Angle* dan keseimbangan. Data yang diambil merupakan data primer dengan metode pengukuran langsung.

Subjek sebelumnya dipastikan memenuhi kriteria inklusi, kemudian dijelaskan tujuan serta manfaat dari penelitian. Apabila subjek sudah mengerti dan setuju mengikuti penelitian, subjek diminta untuk menandatangani lembar persetujuan penelitian dan dimasukkan ke dalam kelompok penelitian.

*Arkus Pedis* diukur dengan telapak kaki. Kemudian gambaran telapak kaki akan dihitung dengan *Chippaux-Smirak Index*. Dari indeks tersebut kemudian akan dikategorikan menjadi *low arch*, *normal arch*, dan *high arch*. Selanjutnya *Q-Angle* akan diukur dengan goniometri dan dicatat ukuran sudutnya. Keseimbangan akan dinilai dengan metode *Time Up and Go*. Subjek akan duduk, kemudian bangkit berdiri, berjalan sejauh 3 meter, lalu kembali ke kursi dan kembali duduk. Penguji akan menghitung waktu dan mengkategorikannya menjadi normal, risiko jatuh rendah, risiko jatuh sedang, dan risiko jatuh tinggi.

### 3.5. Variabel Penelitian

#### 3.5.1. Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu hasil pemeriksaan *Q-Angle* dan keseimbangan.

#### 3.5.2. Variabel Bebas (*Independent Variable*)

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah *arkus pedis*.

### 3.6. Definisi Operasional

**Tabel 1** Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Alat Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Arkus Pedis	Lengkungan kaki dibentuk oleh tulang dan diperkuat oleh ligamen dan tendon. Lengkungan ini memungkinkan kaki untuk menopang berat tubuh dalam postur tegak.	<i>Chippaux-Smirak Index</i>	Gambar telapak kaki, penggaris	<25%: <i>High arch</i> 25%≤n≤45: <i>Normal arch</i> >45%: <i>Low arch</i>	Ordinal
2	<i>Q-Angle</i>	Sudut komplementer yang terbentuk dari resultan garis gaya otot quadriceps dan garis dari pusat patella ke pusat tuberculum tibia	Mengukur dengan goniometri dengan titik SIAS dan tengah patella	Gonio-metri	Derajat (°)	Rasio
3	Keseimbangan	Respons motorik yang dipengaruhi oleh kekuatan otot dan impuls sensoris untuk memperatahkan an posisi tubuh.	<i>Timed Up and Go test</i>	Kursi berlengan, Kuisisioner, Lakban hitam, <i>Stopwatch</i>	<10 detik: Normal 10≤n≤19 detik: Risiko jatuh ringan 20≤n≤29 detik: Risiko jatuh sedang ≥30 detik: Risiko jatuh tinggi	Ordinal

### 3.7. Instrumen Penelitian

#### 3.7.1. Instrumen Penelitian

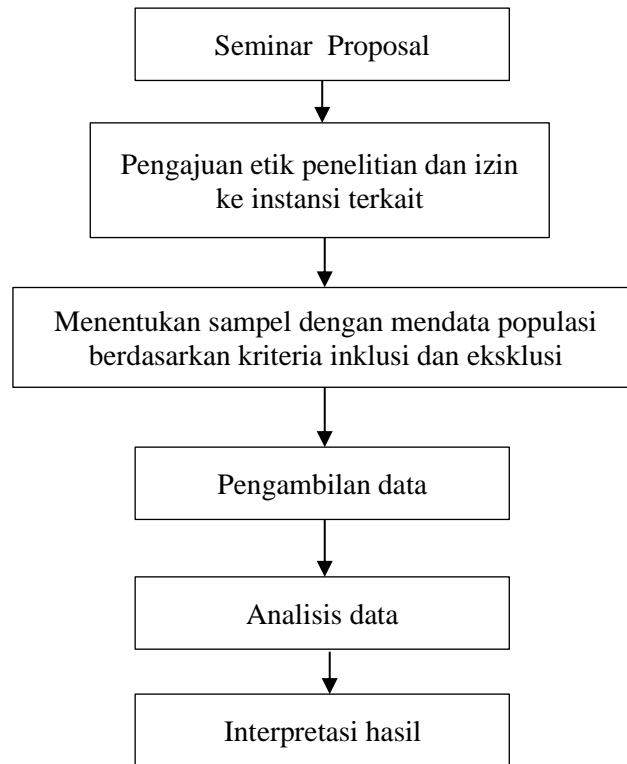
Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: bak tinta, tinta cap, kertas milimeter blok, pulpen, goniometri, dan kursi.

### 3.7.2. Cara Pengambilan Data

Dalam penelitian ini digunakan data primer yang diukur secara langsung oleh peneliti di Panti Tresna Werdha, Natar, Lampung Selatan. Alur pengambilan data meliputi:

- a. Survey pendahuluan jumlah lansia yang masuk kriteria inklusi dan eksklusi sebelum melaksanakan seminar proposal.
- b. Meminta surat pengantar untuk perizinan penelitian di Panti Tresna Werdha, Natar, Lampung Selatan.
- c. Memberikan permohonan izin untuk melaksanakan penelitian di Panti Tresna Werdha, Natar, Lampung Selatan kepada kepala bagian administrasi.
- d. Penjelasan mengenai maksud dan tujuan penelitian.
- e. Melakukan pengukuran antropometri, arkus pedis, Q-Angle, dan tes Timed Up and Go kepada sampel lansia di Panti Tresna Werdha, Natar, Lampung Selatan.
- f. Rekapitulasi data yang telah dikumpulkan.
- g. Mengolah data dengan memindahkan data dari lembar penelitian ke dalam software SPSS.
- h. Analisis data.
- i. Melaporkan hasil penelitian dengan melakukan seminar hasil penelitian.

### 3.8. Alur Penelitian



Gambar 20 Alur Penelitian

### 3.9. Teknik Analisis Data

#### 3.9.1. Teknik Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan program pengolahan data statistik yang dibantu perangkat lunak dengan langkah-langkah sebagai berikut:

##### 3.9.1.1. *Editing*

Memeriksa kembali data-data yang telah diperoleh.

##### 3.9.1.2. *Coding*

Konversi data yang telah diperoleh selama penelitian ke dalam variabel tertentu apabila dibutuhkan sesuai dengan keperluan analisis.

#### 3.9.1.3. *Processing*

Memasukkan data ke dalam perangkat lunak IBM SPSS *Statistics* 20.

#### 3.9.1.4. *Cleaning*

Memeriksa kembali data yang telah diperoleh untuk melihat adanya kemungkinan kesalahan memasukkan data.

### 3.9.2. Analisis Data

Analisis awal data digunakan analisis univariat untuk melihat frekuensi penyebaran data. Selanjutnya dilakukan uji korelasi dengan *Spearman Rank Correlation* untuk melihat hubungan *arkus pedis* dengan *Q-Angle* dan hubungan *arkus pedis* dengan keseimbangan.

## 3.10. Etika Penelitian

### 3.10.1. Izin Penelitian

Penelitian ini telah melalui kajian etik dan telah dikeluarkan surat persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor surat sebagai berikut: No. 4388/UN26.18/PP.05.02.00/2022

### 3.10.2. Informed Consent

Lembar persetujuan beserta judul dan tujuan penelitian diberikan kepada responden. Bila responden menolak maka peneliti tidak akan memaksa kehendak dan tetap menghormati hak-hak responden.

### 3.10.3. Anonymity (tanpa nama)

Untuk menjaga kerahasiaan responden, peneliti tidak akan mencantumkan nama responden



#### 3.10.4. Confidentiality

Kerahasiaan informasi responden akan dijamin oleh peneliti dan hanya kelompok data tertentu yang akan dilaporkan sebagai hasil penelitian

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Terdapat hubungan antara arkus pedis dengan *Q-Angle* pada lansia di Panti Tresna Werdha, Natar.
2. Terdapat hubungan antara arkus pedis dengan keseimbangan pada lansia di Panti Tresna Werdha, Natar.
3. Arkus pedis dan *Q-Angle* berhubungan searah baik pada kaki kanan maupun kiri dengan korelasi lemah pada kaki kanan dan korelasi sedang pada kaki kiri. Semakin besar nilai arkus pedis maka semakin besar sudut *Q-Angle*. Peningkatan nilai *Q-Angle* menunjukkan kecenderungan penambahan tekanan biokinetik. Hal ini perlahan akan menekan lengkungan plantar, kemudian menyebabkan rotasi internal tibia, membuat lutut mengalami posisi valgus dan pinggul berputar secara internal. Kaki yang pronasi atau *low arch* dapat menurunkan sumbu sendi pergelangan kaki dan mengakibatkan pengurangan panjang tungkai secara keseluruhan.
4. Arkus pedis dan keseimbangan berhubungan terbalik pada kaki kanan dan kaki kiri dengan korelasi lemah baik pada kaki kanan maupun kaki kiri. Semakin kecil nilai arkus pedis maka semakin besar risiko jatuh. Arkus pedis yang tinggi menurunkan kecepatan berjalan. Arkus pedis yang tergolong *high arch* lebih kaku dibandingkan yang normal menimbulkan turunnya *range of motion* (ROM) dan mengurangi penyerapan *shock*. Arkus pedis yang tergolong tinggi menjadi faktor risiko cedera pergelangan kaki lateral dan nyeri lutut anterior. Tidak ada

perbedaan signifikan pada arkus pedis normal dan *low arch* yang asimtomatik. Keseimbangan baru terpengaruh dengan kondisi *low arch* ketika menjadi simtomatik dan menimbulkan nyeri.

## 5.2. Saran

1. Mengingat seluruh lansia sudah memasuki kategori memiliki risiko jatuh, baiknya lansia selalu berhati-hati dalam berkegiatan.
2. Lansia perlu secara rutin melakukan latihan dan/atau aktivitas fisik ringan-sedang sesuai kemampuannya untuk menjaga kekuatan otot dan tulang, disertai dengan diet yang disesuaikan dengan penyakit komorbid yang diderita.
3. Dapat dilakukan pemeriksaan dengan alat terkalibrasi agar hasil yang didapatkan lebih akurat.
4. Diharapkan dapat memakai metode pengukuran lain untuk menilai arkus pedis dan keseimbangannya untuk meningkatkan keragaman dan menjadi perbandingan nilai.
5. Diharapkan dapat meneliti variabel lain seperti IMT, panjang tulang, dampak akibat penyakit, dan sebagainya.
6. Disarankan untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut mengenai keadaan muskuloskeletal pada lansia sebagai bentuk pencegahan dan diagnosis kelainan muskuloskeletal pada lansia.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Al Abdulwahab SS & Kachanathu SJ. 2015. The effect of various degrees of foot posture on standing balance in a healthy adult population. *Somatosensory & motor research*, 32(3), 172-176.
- Almaawi A, Alotaibi N, Alsubaie M, Altwajiri N, Alduraibi K, Awwad W, *et al.* 2019. Flatfoot Prevalence in Riyadh City Saudi Arabia And Its Association with Obesity, Using Three Footprint Indices; Clarke's Angle, Chippaux-Smirak Index, and Staheli Index. *Orthopedics and Rheumatology Open Access Journals*, 15(2), 52-58.
- Almeida GPL, França FJR, Magalhães MO, Burke TN, & Marques AP. 2016. *Q-Angle* in patellofemoral pain: relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista brasileira de ortopedia*, 51, 181-186.
- Anzai E, Nakajima K, Iwakami Y, Sato M, Ino S, Ifukube T, Yamashita K, Ohta Y. 2014. Effects of foot arch structure on postural stability. *Clinical Research on Foot & Ankle*, 1-5.
- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Penduduk Lanjut Usia 2021*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Barry E, Galvin R, Keogh C, Horgan F, Fahey T. 2014. Is the Timed Up and Go test a useful predictor of risk of falls in community dwelling older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC geriatrics*, 14(1), 1-14.
- Bertani M, Soares D, Rocha E, Machado L. 2017. Foot arch differences in elderly people at standing: considering gender and age. *J Nov Physiother Rehabil*, 1, 034-038.

- Cleary K, Skorniyakov E. 2017. Predicting falls in older adults using the four square step test. *Physiotherapy theory and practice*, 33(10), 766-771.
- Drake RL, Vogl W, Mitchell AW. 2022. *Gray's basic anatomy*. Third edition. Elsevier Health Sciences.
- Fitria DA, Berawi KN. 2019. Hubungan Obesitas Terhadap Keseimbangan Postural. *JIMKI: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Indonesia*, 7(2), 76-89.
- Gomes MJ, Martinez PF, Pagan LU, Damatto RL, Cezar MDM, Lima ARR, *et al*. 2017. Skeletal muscle aging: influence of oxidative stress and physical exercise. *Oncotarget*, 8(12), 20428-20440.
- Gribble PA, Hertel J, Plisky P. 2012. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*, 47(3), 339-357.
- Kampel M, Doppelbauer S, Planinc R. 2018. Automated Timed Up & Go Test for functional decline assessment of older adults. *Proceedings of the 12th EAI International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare*; 2018 May 21-24 ; New York, USA. New York: ACM.
- Kaya D, Doral M. 2012. Is there any relationship between Q-angle and lower extremity malalignment? *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, 46(6), 416-419.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2017. *Analisis lansia di Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khasawneh RR, Allouh MZ, Abu-El-Rub E. 2019. Measurement of the quadriceps (Q) angle with respect to various body parameters in young Arab population. *PloS one*, 14(6), e0218387.

- Lee DK, Kang MH, Lee TS, Oh JS. 2015. Relationships among the Y balance test, Berg Balance Scale, and lower limb strength in middle-aged and older females. *Brazilian journal of physical therapy*, 19, 227-234.
- Lee KH, Chon SC. 2018. The relationship between the range of hip rotation and the quadriceps angle in subjects with and without flat foot. *Physical Therapy Korea*, 25(4), 19-26.
- Leo J. 2022. *Clinical Anatomy and Embryology: A Guide for the Classroom, Boards, and Clinic*. Springer Nature.
- Lord SR, Delbaere K, Sturnieks DL. 2018. Aging. *Balance, Gait, and Falls*, 157–171.
- Lytras D, Sykaras E, Iakovidis P, Kasimis K, Myrogiannis I, Kottaras A. 2022. Recording of falls in elderly fallers in Northern Greece and evaluation of aging health-related factors and environmental safety associated with falls: a cross-sectional study. *Occupational therapy international*, 2022.
- MacKinnon CD. 2018. Sensorimotor anatomy of gait, balance, and falls. *Handbook of clinical neurology*, 159, 3-26.
- Mickle KJ, Angin S, Crofts G, Nester CJ. 2016. Effects of age on strength and morphology of toe flexor muscles. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 46(12), 1065-1070.
- Mozafaripour E, Rajabi R, Minoonejad H. 2018. Anatomical Alignment of Lower Extremity in Subjects With Genu Valgum and Genu Varum Deformities. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*, 8(1), 27-36.
- Munawarah S, Mardiah A, Sari M. 2022. Pemeriksaan Arkus Pedis. *Empowering Society Journal*, 2(3), 230-235.
- Nakao H, Imaoka M, Hida M, Imai R, Tazaki F, Morifuji T, *et al.* 2020. Influence of Medial Longitudinal Arch Deformation on Body Characteristics, Muscle Strength, Locomotive Function in the Community-Dwelling Elderly: A cross-section study.

- Noll DR. 2013. Management of falls and balance disorders in the elderly. *Journal of Osteopathic Medicine*, 113(1), 17-22.
- Okezue OC, Akpangbo OA, John OA, John DO. 2019. Adult flat foot and its associated factors: A survey among road traffic officials. *Novel Techniques Arthritis and Bone Research*, 3(4).
- Ozer CM, Barut C. 2012. Evaluation of the sole morphology of professional football players. *International SportMed Journal*, 13(1), 8-17.
- Paranjape S, Singhanian N. 2019. Effect of body positions on quadriceps angle measurement. *SciMedicine Journal*, 1(1), 20-24.
- Pasquetti P, Apicella L, Mangone G. 2014. Pathogenesis and treatment of falls in elderly. *Clinical cases in mineral and bone metabolism*, 11(3), 222.
- Paulsen F, Waschke J. 2019. *Sobotta Clinical Atlas of Human Anatomy*. Sixteenth Edition. Elsevier Health Sciences.
- Potach D, Meira E. 2022. *Sport Injury Prevention Anatomy*. Human Kinetics.
- Prasad V, Akbar SE. 2018. *Handbook of research on geriatric health, treatment, and care*. IGI Publishing.
- Rosdiana I, Syafi'i AB, Rohmawati V, Afiana RF. 2022. Hubungan Antara Arkus Pedis dengan Keseimbangan, *Q-Angle* dan Fasitis Plantar. *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES"*, 13(1), 239-246.
- Rudi A, Setyanto RB. 2019. Analisis faktor yang mempengaruhi risiko jatuh pada lansia. *Jurnal Ilmiah Ilmu Kesehatan: Wawasan Kesehatan*, 5(2), 162-166.
- Sanchez HM, Sanchez EGDM, Baraúna MA, Canto RSDT. 2014. Evaluation of Q angle in different static postures. *Acta ortopedica brasileira*, 22, 325-329.
- Schoene D, Wu SMS, Mikolaizak AS, Menant JC, Smith ST, Delbaere K, Lord SR. 2013. Discriminative ability and predictive validity of the timed Up and Go test in identifying older people who fall: systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(2), 202-208.

- Setiati S. 2014. Geriatric medicine, sarkopenia, frailty, dan kualitas hidup pasien usia lanjut: tantangan masa depan pendidikan, penelitian dan pelayanan kedokteran di Indonesia. *eJournal Kedokteran Indonesia*, 1(3), 234-242.
- Setiati S, Alwi I, Sudayo AW, Simadibrata M, Setiyohadi B, Syam AF. 2014. *Buku Ajar Penyakit Dalam*. Edisi VI Jilid III. Jakarta: Interna Publishing.
- Shariff SM, Manaharan T, Shariff AA, Merican AF. 2017. Evaluation of foot arch in adult women: Comparison between five different footprint parameters. *Sains Malaysiana*, 46(10), 1839-48.
- Standring S. 2021. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice*. Elsevier Health Sciences.
- Sun PC, Shih SL, Chen YL, Hsu YC, Yang RC, Chen CS. 2012. Biomechanical analysis of foot with different foot arch heights: a finite element analysis. *Computer methods in biomechanics and biomedical engineering*, 15(6), 563-569.
- Tandirerung FJ, Male HDC, Mutiarasari D. 2019. Hubungan indeks massa tubuh terhadap gangguan muskuloskeletal pada pasien pralansia dan lansia di Puskesmas Kamonji Palu. *Healthy Tadulako Journal (Jurnal Kesehatan Tadulako)*, 5(2), 9-17.
- Tansakul P. 2018. Fall Risk Assessment and Balance and Stability Exercises You Can Do on Your Own. [Online Article] [diakses 14 Oktober 2022]. Tersedia dari <https://www.samitivejhospitals.com/article/detail/fall-risk-assessment>
- United Nations. 2020. *World Population Ageing 2019*.
- Vangara SV, Kumar D, Gopichand PVV, Puri N. 2019. Assessment of Staheli arch index in tribal children of Jharkhand state. *International Journal of Anatomy and Research*, 7(1.2), 6161-6165.
- Wingert JR, Corle CE, Saccone DF, Lee J, Rote AE. 2020. Effects of a community-based Tai Chi Program on balance, functional outcomes, and sensorimotor function in older adults. *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics*, 38(2), 129-150.
- Woźniacka R, Bac A, Matusik S, Szczygieł E, Ciszek E. 2013. Body weight and the medial longitudinal foot arch: high-arched foot, a hidden problem?. *European journal of pediatrics*, 172(5), 683-691.



World Health Organization. 2021. Falls. WHO Newsroom. [Online Article] [diakses 19 September 2022] Tersedia dari: <https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/falls#:~:text=Falls%20are%20the%20second%20leading,gr eatest%20number%20of%20fatal%20falls>

World Health Organization. 2017. Integrated care for older people: guidelines on community-level interventions to manage declines in intrinsic capacity.

Zampogna A, Mileti I, Palermo E, Celletti C, Paoloni M, Manoni A, *et al.* 2020. Fifteen years of wireless sensors for balance assessment in neurological disorders. *Sensors*, 20(11), 3247.

Zuil-Escobar JC, Martínez-Cepa CB, Martín-Urrialde JA, Gómez-Conesa A. 2018. Medial longitudinal arch: accuracy, reliability, and correlation between navicular drop test and footprint parameters. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 41(8), 672-679.