



Asimetri Massa Otot Ekstremitas Bawah sebagai Faktor Risiko Cedera Muskuloskeletal pada Dewasa Muda Pelaku Latihan Gym Rekreasional: Sebuah *Evidence-Based Case Report*

Ryan Maika Sanjaya^{1*}, Nani Cahyani Sudarsono²

¹⁻² Program Studi Ilmu Kedokteran Olahraga, Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas, Fakultas Kedokteran, Universitas Indonesia, Indonesia

*Penulis Korespondensi: ryanmaika@gmail.com

Abstract. *Inter-limb muscle mass asymmetry is a meaningful difference in muscle mass between the right and left limbs that may disturb movement biomechanics and increase the risk of musculoskeletal injury. We report a 30-year-old woman with grade I obesity (body fat 40.2%) who had trained at the gym independently without supervision for more than six months. Body composition assessment revealed lower-extremity muscle mass asymmetry (segmental bioelectrical impedance analysis: right limb 7.3 kg vs left 6.9 kg; 5.5% difference) accompanied by a 15.1% handgrip strength asymmetry. The clinical question was whether the detected lower-extremity muscle mass asymmetry constitutes a risk factor for musculoskeletal injury in physically active young adults. A systematic search following the PRISMA flow across three databases yielded four prognostic studies, critically appraised using the CEBM Oxford Prognosis Worksheet. The evidence indicates that inter-limb asymmetry is associated with an increased risk of non-contact lower-extremity injury, amplified by obesity and low aerobic capacity. Unilateral resistance training with volume bias toward the weaker limb effectively reduced the asymmetry. Early detection and correction are preventive against injury.*

Keywords: *Inter-Limb Muscle Asymmetry; Musculoskeletal Injury; Recreational Training; Unilateral Resistance Training; Young Adults.*

Abstrak. Asimetri massa otot antar tungkai (*inter-limb muscle mass asymmetry*) merupakan perbedaan massa otot bermakna antara tungkai kanan dan kiri yang dapat mengganggu biomekanik gerak dan meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal. Kami melaporkan seorang perempuan berusia 30 tahun dengan obesitas derajat I (lemak tubuh 40,2%) dan pola latihan gym mandiri tanpa supervisi selama lebih dari enam bulan, yang pada asesmen komposisi tubuh menunjukkan asimetri massa otot ekstremitas bawah (*bioelectrical impedance analysis segmental*: tungkai kanan 7,3 kg vs kiri 6,9 kg; selisih 5,5%) disertai asimetri kekuatan genggam 15,1%. Pertanyaan klinis: apakah asimetri massa otot ekstremitas bawah yang terdeteksi merupakan faktor risiko cedera muskuloskeletal pada dewasa muda aktif. Penelusuran sistematis mengikuti alur PRISMA pada tiga basis data menghasilkan empat studi prognostik yang ditelaah kritis dengan CEBM Oxford Prognosis Worksheet. Bukti menunjukkan asimetri antar tungkai berhubungan dengan peningkatan risiko cedera non-kontak ekstremitas bawah, diperkuat oleh obesitas dan kapasitas aerobik rendah. Latihan resistensi unilateral dengan bias volume ke sisi lemah efektif memperbaiki asimetri. Deteksi dan koreksi dini bersifat preventif terhadap cedera.

Kata Kunci: Asimetri Massa Otot; Bioelectrical Impedance Analysis; Cedera Muskuloskeletal; Dewasa Muda; Latihan Resistensi Unilateral.

1. LATAR BELAKANG

Asimetri massa otot antar tungkai (*inter-limb muscle mass asymmetry*) merupakan kondisi terdapatnya perbedaan bermakna antara massa otot tungkai kanan dan kiri. Sejumlah asimetri ringan bersifat fisiologis akibat dominansi tungkai dan pola aktivitas sehari-hari; namun bila perbedaan melampaui ambang tertentu, kondisi ini dikategorikan sebagai *muscle imbalance* yang berpotensi mengganggu biomekanik gerak dan meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal (Bishop et al., 2017; Domaradzki et al., 2024).

Prevalensi asimetri antar tungkai pada individu aktif cukup tinggi. Pada dewasa muda non-atlet yang berlatih mandiri tanpa supervisi, asimetri dapat berkembang progresif karena sisi yang lebih kuat terus memperoleh stimulus dominan sementara sisi yang lebih lemah tidak berkembang secara proporsional (Domaradzki et al., 2024; Parkinson et al., 2021a).

Pada individu dengan obesitas, faktor risiko ini diperberat oleh beban mekanik aksial yang lebih besar. Setiap penambahan 1 kg berat badan meningkatkan gaya kontak sendi lutut sekitar 4 kg saat berjalan, sehingga distribusi beban asimetris antar tungkai menjadi semakin bermakna secara fungsional (Bishop et al., 2022). *Bioelectrical impedance analysis* (BIA) segmental merupakan alat yang valid dan praktis untuk mendeteksi asimetri massa otot pada tatanan klinis, dengan korelasi kuat terhadap *magnetic resonance imaging* ($r^2 = 0,91-0,97$) (Janssen et al., 2000; Kyle et al., 2004).

Laporan kasus berbasis bukti ini bertujuan menelaah apakah asimetri massa otot ekstremitas bawah yang terdeteksi merupakan faktor risiko cedera muskuloskeletal pada dewasa muda aktif, sekaligus mengulas implikasi tata laksanaanya.

2. ILUSTRASI KASUS

Seorang perempuan berusia 30 tahun, datang ke *exercise center* dengan keluhan utama ingin menurunkan lemak tubuh. Pada pemeriksaan mandiri sebelumnya didapatkan persentase lemak tubuh 40,6% dengan lemak visceral tingkat 8, dan berat badan meningkat dari 65 kg menjadi 68,4 kg dalam tiga bulan terakhir seiring peningkatan asupan makanan yang kurang terkontrol. Pasien tidak memiliki riwayat penyakit kronis maupun cedera muskuloskeletal akut.

Pasien berlatih di gym secara mandiri tanpa supervisi 2–3 kali per minggu selama lebih dari enam bulan, dengan program *push-pull-leg* dan aerobik sepeda statis 30 menit per sesi. Gerakan dominan yang rutin dilakukan secara bilateral meliputi *hack squat*, *standing calf raise*, *lunge*, dan *Bulgarian split squat*. Estimasi waktu sedenter 6–8 jam per hari.

Pada pemeriksaan fisik, indeks massa tubuh tergolong obesitas derajat I dengan persentase lemak tubuh 40,2%. Asesmen BIA segmental menunjukkan asimetri massa otot ekstremitas bawah, yaitu tungkai kanan 7,3 kg dibandingkan kiri 6,9 kg (selisih ~5,5%), disertai asimetri kekuatan genggam (kanan 28,4 kg vs kiri 24,1 kg; selisih 15,1%). Pemeriksaan postur statis (*New York Posture Rating Scale*/NYPRS 95/100) menunjukkan asimetri bahu ringan. Kapasitas aerobik tergolong rendah pada pemeriksaan *health-related fitness*. Pasien tidak mengeluhkan nyeri muskuloskeletal, dan seluruh *special test* ekstremitas bawah (FABER, FADIR, Thomas, Trendelenburg, Ober) negatif. Pasien mempertanyakan apakah

asimetri yang tidak dikoreksi dapat menimbulkan masalah kesehatan atau cedera di kemudian hari.

Pertanyaan Klinis

Berdasarkan skenario klinis tersebut dirumuskan pertanyaan: apakah asimetri massa otot ekstremitas bawah yang terdeteksi merupakan faktor risiko potensial cedera muskuloskeletal pada dewasa muda aktif? Perumusan komponen *population*, *exposure*, *comparison*, dan *outcome* (PECO) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perumusan PECO berdasarkan pertanyaan klinis.

Komponen	Isi
Population (P)	Dewasa muda dengan asimetri massa otot ekstremitas bawah, dengan atau tanpa obesitas
Exposure (E)	Asimetri massa otot antar tungkai (<i>inter-limb asymmetry</i>), dinilai melalui <i>Limb Symmetry Index</i> (LSI) atau <i>Asymmetry Index</i> (AI) berbasis BIA segmental
Comparison (C)	Individu tanpa asimetri massa otot bermakna
Outcome (O)	Insidens cedera muskuloskeletal non-kontak ekstremitas bawah (<i>strain</i> , <i>sprain</i> , <i>tendinopati</i> , <i>overuse injury</i>)

3. METODE

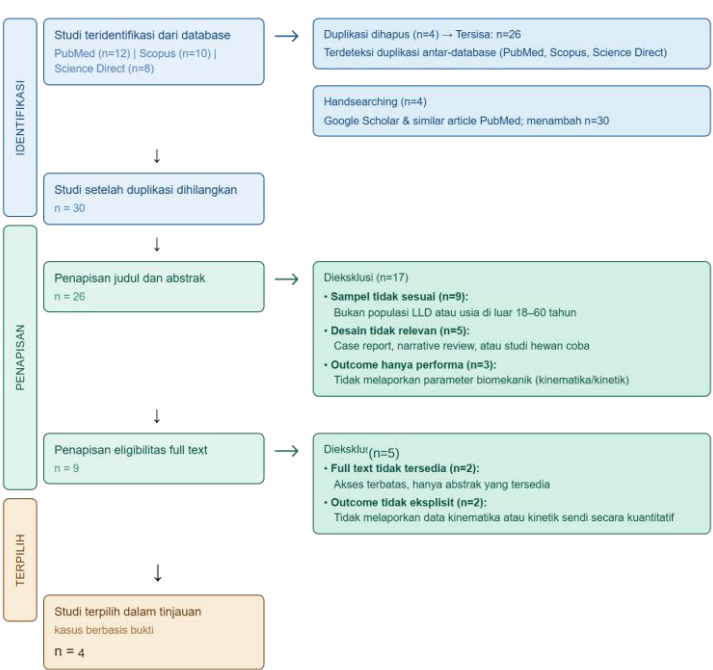
Penelusuran bukti dilakukan mengikuti alur *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) pada Mei 2026 melalui tiga basis data — PubMed, Scopus, dan ScienceDirect — serta penelusuran manual (*handsearching*) melalui Google Scholar. Penelusuran difokuskan pada publikasi berbahasa Inggris dan Indonesia, dengan prioritas terbitan lima tahun terakhir (2021–2026). Strategi pencarian disajikan pada Tabel 2.

Kriteria inklusi meliputi: (1) dewasa muda (18–45 tahun) dengan asimetri massa atau kekuatan otot ekstremitas bawah; (2) desain kohort prospektif, potong lintang analitik, atau tinjauan sistematis/meta-analisis prognostik; (3) luaran berupa insidens cedera muskuloskeletal atau prediktor cedera berbasis komposisi tubuh segmental; (4) teks lengkap tersedia. Kriteria eksklusi meliputi studi yang hanya melaporkan luaran performa tanpa data risiko cedera, intervensi terapeutik tanpa data prognostik, populasi pascaoperasi ortopedi atau cedera akut, serta teks lengkap tidak tersedia.

Dari 30 studi teridentifikasi ditambah 4 studi hasil *handsearching* (total 34), tersisa 26 studi setelah penghapusan duplikasi. Penapisan judul dan abstrak menyisakan 9 studi; setelah telaah teks lengkap dan eligibilitas, diperoleh 4 studi prognostik untuk tinjauan (Gambar 1).

Tabel 2. Strategi pencarian studi.

Basis data	Kata kunci	Hasil
PubMed	("muscle asymmetry"[Title/Abstract] OR "inter-limb asymmetry"[Title/Abstract] OR "limb symmetry index"[Title/Abstract]) AND ("injury risk" OR "musculoskeletal injury") AND ("young adults" OR "athletes")	12
Scopus	TITLE-ABS-KEY(muscle asymmetry OR inter-limb asymmetry OR limb symmetry index) AND TITLE-ABS-KEY(injury risk OR musculoskeletal injury OR injury prediction) AND TITLE-ABS-KEY(young adults OR physically active)	10
ScienceDirect	("lower limb asymmetry" OR "muscle imbalance" OR "inter-limb asymmetry") AND ("injury risk" OR "injury incidence" OR "prognostic factor") AND ("muscle mass" OR "body composition")	8



Gambar 1. Alur seleksi studi (PRISMA).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Empat studi prognostik yang memenuhi kriteria terdiri atas dua tinjauan sistematis, satu studi potong lintang analitik, dan satu kohort prospektif. Karakteristik studi disajikan pada Tabel 3, dan hasil telaah kritis menggunakan *CEBM Oxford Prognosis Worksheet* disajikan pada Tabel 4. Secara ringkas, asimetri antar tungkai berhubungan dengan peningkatan insidens cedera non-kontak ekstremitas bawah, dengan *odds ratio* 2–4 kali pada asimetri melebihi 10–15%, dan konsisten sebagai prediktor independen pada studi kohort. Kombinasi asimetri dengan indeks komposisi tubuh meningkatkan akurasi prediksi risiko, khususnya pada perempuan.

Tabel 3. Karakteristik Studi Terpilih.

Penulis, tahun (desain, LoE)	Populasi	Faktor prognostik	Luaran	Hasil dan simpulan
Domaradzki, 2024 (potong lintang analitik, Level III)	237 dewasa muda aktif non-atlet	Asimetri massa otot (<i>absolute asymmetry</i>), FMI, BMI	Jumlah cedera dalam 1 tahun	AA+FMI prediktif cedera pada laki-laki ($p<0,05$); BMI+FMI lebih prediktif pada perempuan. Kombinasi komposisi tubuh meningkatkan akurasi prognostik.
Guan, 2022 (tinjauan sistematis, Level I)	Atlet dan individu aktif; berbagai usia	Asimetri performa/fungsi tungkai (<i>hop, balance</i>)	Insidens cedera non-kontak ekstremitas bawah	OR 2–4 kali pada asimetri >10–15%; konsistensi bervariasi. Asimetri merupakan faktor risiko bermakna.
Parkinson, 2021 (tinjauan sistematis, Level I)	53 artikel; berbagai populasi termasuk non-atlet	Berbagai indeks asimetri (LSI)	Risiko cedera, performa, nilai normatif	<i>Threshold</i> 10–15% banyak dipakai; basis bukti moderat. Penetapan ambang individual penting sebagai referensi.
Wang, 2025 (kohort prospektif, Level II)	Atlet voli elite; satu musim kompetisi	Asimetri antar tungkai prakompetisi (BIA, <i>hop test</i>)	Cedera non-kontak ekstremitas bawah selama musim	Asimetri prakompetisi merupakan prediktor independen ($p<0,05$); diperkuat oleh obesitas.

Tabel 4. Telaah kritis studi prognostik (CEBM Oxford Prognosis Worksheet).

Pertanyaan telaah kritis	Domaradzki 2024	Guan 2022	Parkinson 2021	Wang 2025
Apakah sampel representatif dengan karakteristik awal yang jelas?	Ya	Ya	Ya	Ya
Apakah follow-up cukup lama dan lengkap?	Tidak (potong lintang; cedera retrospektif)	Ya (kohort prospektif)	Bervariasi antar studi	Ya (satu musim penuh)
Apakah luaran diukur secara objektif dan tersamar?	Sebagian	Ya	Ya	Ya
Apakah faktor perancu diidentifikasi dan disesuaikan?	Ya (FMI, BMI)	Sebagian	Sebagian	Ya (obesitas)
Apakah hasil dapat diterapkan pada pasien?	Ya	Ya	Ya	Sebagian (populasi atlet)

Pembahasan

Pada pasien ini, asimetri massa otot ekstremitas bawah sebesar 5,5% belum melampaui ambang klasik 10%. Namun, nilai tersebut memiliki relevansi prognostik mengingat adanya faktor risiko penyerta yang saling memperkuat: obesitas, massa lemak tinggi, kapasitas aerobik rendah, dan pola latihan mandiri tanpa target spesifik (Domaradzki et al., 2024; Parkinson et al., 2021a). Asimetri juga konsisten terlihat pada kekuatan genggam (selisih 15,1%), mencerminkan pola lateralisasi. Studi Domaradzki dkk. menunjukkan bahwa kombinasi

asimetri massa otot dengan indeks komposisi tubuh meningkatkan akurasi prediksi cedera, terutama pada perempuan (Domaradzki et al., 2024). Deteksi dini melalui BIA memungkinkan intervensi korektif sebelum asimetri berkembang menjadi cedera bermakna secara klinis (Janssen et al., 2000; Kyle et al., 2004).

Bila tidak dikoreksi, beberapa risiko cedera spesifik perlu diantisipasi. Pertama, *overuse injury* pada tungkai dominan yang menanggung beban tidak proporsional, meningkatkan risiko tendinopati patela, *iliotibial band syndrome*, dan nyeri lutut anterior kronik; tinjauan sistematis Guan dkk. melaporkan risiko 2–4 kali lipat pada asimetri melebihi 10–15% (Guan et al., 2022). Kedua, *strain* akut pada tungkai non-dominan saat dipaksa menanggung beban melebihi kapasitas, diperberat oleh kapasitas aerobik rendah yang mempercepat *fatigue* dan menurunkan kontrol gerak (Bishop et al., 2017; Bishop et al., 2022). Ketiga, gangguan postural dan nyeri punggung bawah kronik akibat kompensasi pelvis–lumbal terhadap distribusi beban asimetris (Parkinson et al., 2021; Bishop et al., 2022). Keempat, risiko osteoarthritis dini akibat distribusi gaya kontak sendi yang tidak merata, yang pada obesitas semakin diperberat (Bishop et al., 2022; Wang et al., 2025). Kelima, progresi asimetri pada latihan tak tersupervisi; asimetri prakompetisi terbukti menjadi prediktor independen cedera non-kontak (Wang et al., 2025).

Tata laksana bersifat multimodal dengan pilar utama latihan resistensi *unilateral* tersupervisi. Berbeda dengan latihan bilateral yang memungkinkan kompensasi tungkai dominan, latihan unilateral memaksa tiap tungkai bekerja mandiri. Meta-analisis menunjukkan latihan unilateral secara konsisten memperbaiki asimetri, dengan adaptasi neuromuskular awal dalam 4–6 minggu dan hipertrofi sisi lemah terdeteksi setelah 8–12 minggu (Bishop et al., 2021; Montalvo, 2021). Prinsip koreksi yang diterapkan pada pasien adalah bias volume ke tungkai kiri (lebih lemah); pemantauan pertama mengonfirmasi perbaikan asimetri dari 5,5% menjadi 4,1% dalam 5 minggu (Bishop et al., 2021). Latihan keseimbangan dan propriosepsi memperbaiki kontrol neuromuskular sekaligus menurunkan risiko cedera non-kontak, sementara latihan aerobik intensitas sedang menaikkan ambang *fatigue* (Behm & Colado, 2012; Bishop et al., 2017, 2022). Penurunan berat badan melalui defisit kalori moderat menurunkan beban biomekanik — setiap penurunan 1 kg mengurangi gaya kontak sendi lutut sekitar 4 kg — disertai asupan protein adekuat untuk mendukung hipertrofi sisi lemah (Bishop et al., 2022; Domaradzki et al., 2024). Fenomena *cross-education* turut memperkuat pemilihan latihan unilateral (Manca et al., 2017; Noyes et al., 1991).

Perlu dicatat bahwa sebagian besar nilai normatif dan ambang asimetri berasal dari populasi Barat dan atlet, sehingga penerapannya pada dewasa muda non-atlet Indonesia memerlukan kehati-hatian (Felicio et al., 2014; Parkinson et al., 2021a, 2021b). Bukti yang tersedia sebagian besar berdesain observasional dengan heterogenitas modalitas pengukuran, sehingga hubungan sebab-akibat belum dapat ditegakkan secara definitif. Meskipun demikian, konvergensi temuan mendukung interpretasi asimetri sebagai penanda risiko yang dapat dimodifikasi.

5. KESIMPULAN

Pada perempuan dewasa muda dengan obesitas derajat I dan pola latihan gym mandiri tanpa supervisi, ditemukan asimetri massa otot ekstremitas bawah 5,5% disertai asimetri kekuatan genggam 15,1%. Meskipun di bawah ambang klasik 10%, kondisi ini memiliki relevansi prognostik karena faktor risiko penyerta berupa obesitas, kapasitas aerobik rendah, dan latihan tak tersupervisi. Telaah bukti mendukung bahwa asimetri antar tungkai merupakan faktor risiko cedera muskuloskeletal non-kontak ekstremitas bawah. Deteksi dini melalui BIA segmental dan koreksi melalui latihan resistensi unilateral dengan bias volume ke sisi lemah merupakan strategi preventif yang rasional. Studi kohort prospektif pada populasi non-atlet Indonesia diperlukan untuk menetapkan ambang asimetri yang bermakna secara klinis.

DAFTAR REFERENSI

- Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226.
- Bishop, C., Read, P., Stern, D., Turner, A., Loturco, I., & Comfort, P. (2021). Effects of unilateral and bilateral resistance training on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *J Strength Cond Res*, 35(11), 3208–19.
- Bishop, C., Turner, A., Jarvis, P., Chavda, S., & Read, P. (2017). Considerations for selecting field-based strength and power fitness tests to measure asymmetries. *J Strength Cond Res*, 31(9), 2635–44.
- Bishop, C., Weldon, A., Hughes, J., Brazier, J., Loturco, I., & Turner, A. (2022). Examining the inter-limb force-velocity asymmetry profile using the Bulgarian split squat in athletic populations. *J Strength Cond Res*, 36(7), 1849–56.
- Domaradzki, J., Rokita, W., Popowczak, M., & Domaradzka, O. (2024). Association between muscle mass asymmetry, fat mass index, and musculoskeletal injury incidence in young adults. *J Strength Cond Res*, 38(4).
- Felicio, D. C., Pereira, D. S., Assumpção, F. B., & Jesus-Moraleida, F. (2014). Poor isometric knee flexor strength is associated with high absolute asymmetry of isometric knee extensor strength in older women. *J Geriatr Phys Ther*.

- Guan, Y., Bredin, S. S. D., Taunton, J., Warburton, D. E. R., & Wu, N. (2022). Association between lower limb muscle strength asymmetry and musculoskeletal injury: a systematic review. *Orthop J Sports Med*, 10(5).
- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *J Appl Physiol*, 89(2), 465–71.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., & Gomez, J. M. (2004). Bioelectrical impedance analysis - part I: review of principles and methods. *Clin Nutr*, 23(5), 1226–43.
- Manca, A., Dragone, D., Dvir, Z., & Deriu, F. (2017). Cross-education of muscular strength following unilateral resistance training: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol*, 117(11), 2187–200.
- Montalvo, A. M. (2021). The effectiveness of unilateral versus bilateral resistance training on muscular strength, muscle mass, and athletic performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(10), 2251–2274. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01488-2>
- Noyes, F. R., Barber, S. D., & Mangine, R. E. (1991). Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med*, 19(5), 513–8.
- Parkinson, A. O., Apps, C. L., Morris, J. G., Barnett, C. T., & Lewis, M. G. C. (2021a). Normative data and thresholds for inter-limb asymmetry: a systematic review. *J Strength Cond Res*, 35(10), 2995–3004.
- Parkinson, A. O., Apps, C. L., Morris, J. G., Barnett, C. T., & Lewis, M. G. C. (2021b). The calculation, thresholds and reporting of inter-limb strength asymmetry: a systematic review. *J Strength Cond Res*, 35(3), 860–78.
- Wang, W., Zhang, L., Liu, Y., Chen, X., Li, H., & Zhao, J. (2025). Pre-season inter-limb asymmetry as a predictor of non-contact lower extremity injury in elite volleyball athletes. *J Sports Sci*, 43(3), 254–61.