

Core Stability dan Dynamic Balance sebagai Indikator Risiko Cedera Ekstremitas Bawah pada Pemain Futsal Kota Jayapura

^{1*}Fachrun Nisa Sofiyah Khasanah, ²Abdul Bashir Nur Hasani, ³Rodhi Rusdiyanto

^{1*,2,3} Sports Science Study Program, Faculty of Sports Science, Universitas Cenderawasih. Jl. Kamwolker, perumahan III-Waena, Kota Jayapura.

*Correspondence e-mail: fachrunsofiyah@fik.uncen.ac.id

Received: 17 March 2026; Revised: 25 May 2026; Online First: 17 July 2026; Published: 31 August 2026

Abstrak

Risiko cedera ekstremitas bawah pada futsal berkaitan dengan akselerasi, perubahan arah, dan pendaratan berulang. Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan *core stability* dan *dynamic balance* dengan mekanika pendaratan berisiko serta instabilitas fungsional pergelangan kaki pada pemain futsal. Desain korelasional *cross-sectional* digunakan pada 43 pemain aktif dari dua klub di Kota Jayapura. *Core stability* diukur dengan *side plank test*, *dynamic balance* dengan *Y Balance Test* (YBT), mekanika pendaratan dengan *Landing Error Scoring System* (LESS), dan instabilitas pergelangan kaki dengan *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT). Data dianalisis menggunakan korelasi Pearson dan Spearman, regresi linear, serta uji perbedaan antarkelompok. *Side plank test* dan YBT berkorelasi negatif dengan LESS ($r=-0,875$ dan $r=-0,985$; $p<0,001$) serta berkorelasi positif dengan CAIT ($r=0,529$ dan $r=0,433$; $p<0,01$). Pemain dengan $LESS\geq 5$ memiliki *core stability*, *dynamic balance*, dan skor CAIT yang lebih rendah dibandingkan pemain dengan $LESS<5$. Hasil menunjukkan bahwa *core stability* dan *dynamic balance* berasosiasi dengan indikator mekanika pendaratan dan instabilitas pergelangan kaki. Temuan ini bersifat asosiatif, tidak membuktikan sebab-akibat atau kemampuan memprediksi cedera aktual, dan memerlukan verifikasi data lebih lanjut.

Kata Kunci: *core stability*; *dynamic balance*; mekanika pendaratan; instabilitas pergelangan kaki; futsal

Core Stability and Dynamic Balance as Indicators of Lower-Extremity Injury Risk among Futsal Players in Jayapura City

Abstract

Lower-extremity injury concerns in futsal are associated with repeated acceleration, rapid changes of direction, and landing demands. This study examined the associations of core stability and dynamic balance with risky landing mechanics and functional ankle instability among futsal players. A cross-sectional correlational design involved 43 active male players from two clubs in Jayapura City. Core stability was assessed using the side plank test, dynamic balance using the Y Balance Test (YBT), landing mechanics using the Landing Error Scoring System (LESS), and ankle instability using the Cumberland Ankle Instability Tool (CAIT). Data were analyzed using Pearson and Spearman correlations, linear regression, and between-group comparisons. The side plank test and YBT correlated negatively with LESS ($r=-0.875$ and $r=-0.985$; $p<0.001$) and positively with CAIT ($r=0.529$ and $r=0.433$; $p<0.01$). Players with $LESS\geq 5$ had lower core stability, dynamic balance, and CAIT scores than those with $LESS<5$. These findings indicate associations with landing mechanics and functional ankle instability, but do not establish causation or predict actual injuries and require further data verification.

Keywords: *core stability*; *dynamic balance*; landing mechanics; ankle instability; futsal

How to Cite: Khasanah, F. N. S., Hasani, A. B. N., & Rusdiyanto, R. (2026). Core Stability dan Dynamic Balance sebagai Indikator Risiko Cedera Ekstremitas Bawah pada Pemain Futsal Kota Jayapura. *Discourse of Physical Education*, 5(2), 227-242. <https://doi.org/10.36312/dpe.v5i2.6640>



<https://doi.org/10.36312/dpe.v5i2.6640>

Copyright© 2026, Khasanah et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](#) License.



PENDAHULUAN

Futsal merupakan cabang olahraga beregu berintensitas tinggi yang dimainkan pada lapangan berukuran relatif kecil sehingga menuntut pola gerak intermiten berupa sprint jarak pendek berulang, akselerasi-deselerasi cepat, perubahan arah tajam, serta lompat-mendarat (*jump-landing*) dalam ruang gerak yang terbatas (Oliveira et al., 2024). Karakteristik biomekanik tersebut menyebabkan futsal memiliki insidensi cedera ekstremitas bawah yang tinggi; laporan epidemiologis selama tujuh musim kompetisi mencatat bahwa 72,4% cedera terjadi pada ekstremitas bawah dengan cedera ligamen pergelangan kaki sebagai diagnosis tersering (Yoshida et al., 2023). Temuan serupa dilaporkan pada level elite, di mana 44% cedera terjadi pada ekstremitas bawah dengan pergelangan kaki dan lutut sebagai lokasi paling sering cedera (Oliveira et al., 2024). Tingginya beban gerak pendaratan dan perubahan arah pada futsal menempatkan kontrol neuromuskular batang tubuh (*trunk*) dan tungkai sebagai faktor kunci dalam menjaga kestabilan sendi lutut dan pergelangan kaki selama aktivitas dinamis tersebut. Risiko cedera ekstremitas bawah pada futsal juga diperberat oleh durasi pertandingan yang singkat namun padat, frekuensi kontak fisik antar-pemain yang tinggi pada lapangan sempit, serta permukaan lapangan yang relatif keras dibandingkan sepak bola lapangan rumput, sehingga gaya reaksi tanah yang diterima sendi lutut dan pergelangan kaki saat mendarat maupun berhenti mendadak menjadi lebih besar (Torano et al., 2026). Kondisi ini menjadikan identifikasi indikator risiko cedera ekstremitas bawah sebagai perhatian utama dalam ilmu keolahragaan terapan, khususnya dalam upaya menjaga keberlangsungan performa dan karier atlet futsal, baik pada level amatir maupun elite, termasuk di lingkungan olahraga futsal Indonesia yang terus berkembang pesat.

Salah satu penanda fungsional yang diduga berasosiasi dengan risiko cedera ekstremitas bawah adalah *core stability*, yaitu kemampuan otot-otot batang tubuh (*trunk*) untuk mengendalikan posisi dan gerak panggul-tungkai selama aktivitas dinamis. Kajian biomekanik epidemiologis menunjukkan bahwa defisit kontrol neuromuskular batang tubuh secara prospektif berhubungan dengan risiko cedera lutut pada atlet, dan tinjauan sistematis terbaru melaporkan bahwa program pencegahan cedera yang menyertakan latihan *core stability* dikaitkan dengan penurunan insiden cedera lutut pada pemain futsal dan sepak bola dalam studi-studi intervensi (Al Attar et al., 2022; F. N. S. Khasanah & Fadhiil, 2026). Selain *core stability*, *dynamic balance*, yang tercermin dari kontrol postural pada permukaan tumpuan tunggal, juga menjadi salah satu penanda fungsional yang lazim diteliti dalam konteks risiko cedera pada berbagai cabang olahraga lapangan (Guo et al., 2025) dan meta-analisis atlet tim putri di Malaysia dan Singapura (Gu et al., 2025). Perbandingan lintas negara menunjukkan pola konsisten: program neuromuskular multikomponen yang memadukan latihan keseimbangan dan penguatan *trunk* dikaitkan dengan penurunan risiko cedera lutut dan ligamen anterior cruciatum pada atlet remaja di Eropa, Amerika, dan Asia dalam studi-studi intervensi tersebut (Burnham et al., 2026; Gu et al., 2025; Song et al., 2022). Urgensi permasalahan ini semakin nyata pada futsal; tinjauan sistematis multinegara dari Portugal menyimpulkan bahwa latihan yang menyoar keseimbangan berasosiasi dengan perbaikan mekanika pendaratan dan stabilitas sendi, namun studi yang secara khusus memetakan hubungan *core stability* dan *dynamic balance* dengan indikator risiko cedera pada populasi futsal masih sangat terbatas dibandingkan sepak bola (Oliveira et al., 2024), sehingga permasalahan ini

layak mendapat perhatian lebih lanjut, terutama pada konteks futsal amatir di negara berkembang seperti Indonesia.

Meskipun bukti mengenai asosiasi *core stability* dan *dynamic balance* dengan risiko cedera terus berkembang (F. N. S. Khasanah & Fadhiil, 2026), sebagian besar penelitian yang ada bersifat uji intervensi (randomized controlled trial) pada populasi elite di Eropa dan cenderung berfokus pada satu domain fisik saja, baik *core stability* maupun *dynamic balance* secara terpisah, sebagaimana terlihat pada studi *deep stabilization system* pada pemain futsal elite (Oliveira et al., 2024) dan meta-analisis intervensi *core stability* pada pemain sepak bola (Al Attar et al., 2022). Kesenjangan ilmiah yang mendasar terletak pada belum jelasnya pola hubungan simultan antara kapasitas neuromuskular tersebut *core stability* dan *dynamic balance* dengan dua konstruk indikator risiko cedera yang secara konseptual berbeda, yaitu *landing mechanics* yang bersifat *performance-based* dan diukur secara observasional (LESS), serta *functional ankle instability* yang bersifat *self-reported* berdasarkan persepsi subjek (CAIT). Belum diketahui apakah kedua kapasitas neuromuskular ini menunjukkan kekuatan dan pola asosiasi yang setara terhadap kedua jenis konstruk tersebut, ataukah justru berbeda karena perbedaan sifat pengukuran (observasi biomekanik versus laporan-mandiri) dan lokus fisiologis yang dinilai (kontrol lutut versus stabilitas *ankle*). Kebaruan penelitian ini terletak pada upaya memetakan secara simultan apakah *core stability* dan *dynamic balance* berasosiasi secara konsisten atau justru berbeda terhadap *performance-based landing mechanics* dan *self-reported ankle instability*, sebuah pertanyaan konseptual yang belum banyak dijawab dalam literatur. Konteks pemain futsal Kota Jayapura, Papua, ditempatkan sebagai latar populasi yang memperkuat relevansi lokal dan mengisi keterbatasan data pada wilayah yang masih jarang diteliti (F. N. S. Khasanah, Prasetyo, et al., 2025), namun bukan merupakan novelty ilmiah utama penelitian ini.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis hubungan antara *core stability*, yang diukur menggunakan *side plank test*, dengan indikator risiko cedera ekstremitas bawah pada pemain futsal; (2) menganalisis hubungan antara *dynamic balance*, yang diukur menggunakan *Y Balance Test*, dengan indikator risiko cedera ekstremitas bawah; (3) menganalisis kontribusi gabungan kedua variabel tersebut terhadap skor *Landing Error Scoring System* (LESS), yang merepresentasikan indikator mekanika pendaratan dan risiko cedera lutut, serta skor *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT), yang merepresentasikan indikator derajat instabilitas fungsional pergelangan kaki; dan (4) membandingkan profil *core stability*, *dynamic balance*, dan stabilitas pergelangan kaki antara kelompok pemain dengan indikasi risiko cedera tinggi dan rendah berdasarkan ambang batas skor LESS yang telah divalidasi pada populasi atlet muda (Henriques-Neto et al., 2022; Lau & Mukherjee, 2024). Keempat indikator variabel tersebut dipilih karena masing-masing telah terbukti valid dan reliabel dalam literatur internasional sebagai instrumen skrining indikator risiko cedera ekstremitas bawah pada populasi atlet (Plisky et al., 2021). Ruang lingkup penelitian dibatasi pada 43 pemain futsal aktif laki-laki dari dua klub di Kota Jayapura, yaitu Klub Katara dan Klub Wahno, dengan desain deskriptif korelasional *cross-sectional* yang mengukur seluruh variabel pada satu titik waktu. Dengan demikian, hasil penelitian ini menggambarkan hubungan asosiatif antarvariabel dan tidak dimaksudkan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat (kausal), sehingga interpretasi temuan perlu mempertimbangkan batasan desain

tersebut, khususnya terkait generalisasi pada populasi futsal dengan karakteristik demografis dan level kompetisi yang berbeda.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif korelasional. Desain ini dipilih karena tujuan penelitian adalah memetakan kekuatan dan arah hubungan antara *core stability* dan *dynamic balance* dengan dua konstruk indikator risiko cedera ekstremitas bawah yang berbeda secara konseptual, yaitu *landing mechanics* yang bersifat *performance-based* (LESS) dan *functional ankle instability* yang bersifat *self-reported* (CAIT), pada satu titik pengukuran, bukan untuk menguji efek suatu perlakuan atau intervensi antarwaktu sebagaimana lazim dilakukan pada desain eksperimen (F. N. S. Khasanah, Ftr, et al., 2025). Rasional pemilihan desain ini konsisten dengan pendekatan yang digunakan pada penelitian sejenis mengenai hubungan kondisi fisik dengan kapasitas fungsional atlet maupun hubungan *dynamic balance* dengan kemandirian fungsional pada populasi nonatlet (F. Khasanah et al., 2023).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah pemain futsal aktif yang tergabung dalam klub futsal di Kota Jayapura, Papua. Sampel penelitian berjumlah 43 pemain futsal laki-laki dari dua klub, yaitu Klub Katara dan Klub Wahno, yang ditentukan dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan kesesuaian karakteristik subjek dengan tujuan penelitian. Jumlah sampel ditentukan berdasarkan perhitungan ukuran sampel untuk analisis korelasi menggunakan transformasi Fisher z , dengan asumsi mendeteksi koefisien korelasi minimal $r=0,50$ (efek sedang-besar, mengacu pada rentang efek keseimbangan-risiko cedera yang dilaporkan literatur), $\alpha=0,05$ dua-ekor, dan $power=0,80$. Perhitungan tersebut menghasilkan kebutuhan minimal 29 subjek. Sampel penelitian sebanyak 43 pemain telah melampaui ambang tersebut sehingga memadai untuk mendeteksi efek sedang-besar pada seluruh analisis korelasi dan regresi yang direncanakan dalam penelitian.

Kriteria inklusi meliputi: (1) berstatus sebagai pemain aktif yang mengikuti latihan rutin minimal dua kali per minggu dalam tiga bulan terakhir; (2) tidak sedang mengalami cedera muskuloskeletal akut pada ekstremitas bawah saat pengambilan data; (3) tidak memiliki riwayat operasi lutut atau pergelangan kaki; dan (4) bersedia mengikuti seluruh rangkaian tes setelah mendapatkan penjelasan penelitian dan menandatangani lembar persetujuan. Kriteria eksklusi meliputi atlet dengan gangguan keseimbangan neurologis terdiagnosis serta atlet yang tidak menyelesaikan seluruh rangkaian pengukuran.

Karakteristik sampel berupa usia, lama bermain futsal, dan posisi bermain, misalnya *pivot*, *flank*, *anchor*, atau kiper, dicatat sebagai data penyerta. Riwayat cedera pergelangan kaki sebelumnya tidak dicatat secara sistematis dan tidak dikendalikan sebagai kovariat pada penelitian ini, meskipun riwayat tersebut dikenal sebagai faktor perancu penting bagi skor CAIT. Keterbatasan ini dinyatakan secara eksplisit dan dibahas lebih lanjut pada bagian keterbatasan penelitian. Penentuan jumlah sampel sebanyak 43 pemain merepresentasikan populasi pemain aktif pada dua klub yang bersedia dan memenuhi kriteria pada periode pengambilan data. Oleh karena itu, hasil penelitian ini secara khusus menggambarkan kondisi populasi pemain futsal amatir/*semi-elite* di Kota Jayapura dan perlu dipertimbangkan secara hati-hati

dalam generalisasi pada populasi dengan karakteristik demografis atau level kompetisi yang berbeda.

Instrumen Penelitian

Core stability secara operasional didefinisikan sebagai daya tahan isometrik otot stabilisator lateral *trunk*. Variabel ini diukur menggunakan *side plank test* pada kedua sisi tubuh, yaitu kanan dan kiri, dengan durasi tahan terbaik dalam detik dari kedua sisi digunakan sebagai skor akhir. Subjek diberikan satu kali percobaan familiarisasi tanpa skor sebelum percobaan formal, sebagaimana digunakan pada pemain futsal elite (Saryono et al., 2022).

Dynamic balance diukur menggunakan *Y Balance Test* (YBT), yaitu tes jangkauan kaki tunggal ke tiga arah: anterior, posteromedial, dan posterolateral. Pengukuran didahului dengan satu kali percobaan familiarisasi pada setiap arah. Jarak jangkauan dinormalisasi terhadap panjang tungkai yang diukur dari *spina iliaca anterior superior* hingga maleolus medial, kemudian dilaporkan sebagai skor komposit dalam bentuk persentase. YBT memiliki reliabilitas *intra-rater* yang baik hingga sangat baik (ICC 0,85–0,91) pada literatur rujukan (Plisky et al., 2021).

Landing mechanics, sebagai indikator risiko cedera lutut yang bersifat *performance-based*, dinilai menggunakan *Landing Error Scoring System* (LESS). Subjek melakukan tugas *jump-landing* dengan kedua kaki dari kotak setinggi 30 cm sebanyak tiga kali percobaan yang direkam melalui video dari sudut pandang depan dan samping. Hasil rekaman kemudian dinilai secara independen oleh dua penilai terlatih yang dibutakan terhadap identitas subjek, dengan skor akhir berupa rerata dari percobaan yang dinilai. LESS memiliki reliabilitas antarpenilai yang baik hingga sangat baik pada literatur rujukan (ICC 0,81–0,99), sedangkan skor ≥ 5 ditetapkan sebagai ambang indikasi risiko tinggi pada atlet muda (Hanzlíková et al., 2021).

Functional ankle instability, sebagai indikator risiko cedera pergelangan kaki yang bersifat *self-reported*, dinilai menggunakan *Cumberland Ankle Instability Tool* (CAIT). CAIT merupakan kuesioner sembilan item dengan rentang skor 0–30 yang valid dan reliabel pada berbagai populasi (Figlioli et al., 2024; Peng et al., 2024). Skor CAIT dalam penelitian ini dilaporkan sebagai persentase dari skor maksimal.

Pengumpulan Data

Empat variabel utama diukur secara bersamaan pada setiap subjek dalam satu sesi pengambilan data, yaitu *core stability* melalui *side plank test*, *dynamic balance* melalui *Y Balance Test*, *landing mechanics* sebagai indikator risiko cedera lutut melalui LESS, dan *functional ankle instability* sebagai indikator risiko cedera pergelangan kaki melalui CAIT. Keempat variabel tersebut diposisikan sebagai dua kelompok variabel yang dihubungkan secara simultan tanpa adanya perlakuan atau manipulasi eksperimental.

Prosedur pengumpulan data diawali dengan sosialisasi penelitian dan pemberian penjelasan kepada calon subjek, dilanjutkan dengan penandatanganan *informed consent*. Pengambilan data dilakukan dalam satu sesi untuk setiap subjek dan didahului dengan pemanasan selama 10 menit. Urutan tes disusun dari pengukuran yang kurang melelahkan, yaitu CAIT, *side plank test*, dan YBT, menuju pengukuran yang paling menuntut, yaitu *jump-landing* untuk LESS. Jeda istirahat diberikan di antara setiap tes. Seluruh pengukuran dilaksanakan oleh tim terlatih pada hari dan kondisi lapangan yang sama.

Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis secara deskriptif menggunakan nilai rata-rata (*mean*), simpangan baku, serta nilai minimum dan maksimum untuk keempat variabel penelitian. Uji normalitas Shapiro-Wilk dilakukan terlebih dahulu. Hasil pengujian menunjukkan bahwa skor LESS dan *Y Balance Test* berdistribusi normal, sedangkan skor CAIT dan *side plank test* tidak berdistribusi normal. Koefisien korelasi Pearson tetap dilaporkan sebagai analisis utama karena ukuran sampel ($n=43$) tergolong memadai bagi ketahanan (*robustness*) uji Pearson terhadap penyimpangan moderat dari normalitas. Hasil analisis kemudian dikonfirmasi menggunakan korelasi Spearman sebagai uji ketahanan nonparametrik. Kedua metode menunjukkan arah dan kekuatan hubungan yang konsisten sehingga mendukung validitas interpretasi.

Untuk menganalisis kontribusi gabungan *core stability* dan *dynamic balance* terhadap masing-masing indikator risiko cedera, dilakukan regresi linear sederhana dan regresi linear berganda secara simultan dengan pelaporan koefisien determinasi (R^2). Mengingat korelasi yang sangat kuat antara *side plank test* dan *Y Balance Test* ($r=0,891$), diagnostik multikolinearitas dihitung menggunakan *Variance Inflation Factor* (VIF) dan nilai *tolerance*. Hasil pengujian menunjukkan $VIF=4,85$ dan $tolerance=0,206$ untuk kedua prediktor pada seluruh model regresi berganda. Nilai tersebut berada di bawah ambang batas umum $VIF=10$, tetapi tetap mengindikasikan adanya tumpang tindih varians yang perlu diinterpretasikan secara hati-hati.

Asumsi regresi turut diperiksa melalui uji normalitas residual Shapiro-Wilk. Hasilnya menunjukkan bahwa residual model LESS ($p=0,903$) dan model CAIT ($p=0,380$) berdistribusi normal. Uji homoskedastisitas Breusch-Pagan juga tidak menunjukkan adanya heteroskedastisitas pada model LESS ($p=0,520$) maupun model CAIT ($p=0,180$). Statistik Durbin-Watson sebesar 1,75 mengindikasikan tidak terdapat autokorelasi residual yang bermakna. Dengan demikian, model regresi memenuhi asumsi dasar analisis. Sebagai analisis tambahan, subjek dikelompokkan menjadi kelompok dengan indikasi risiko tinggi ($LESS \geq 5$) dan kelompok dengan indikasi risiko rendah ($LESS < 5$) mengacu pada ambang batas yang telah divalidasi (Vallejo Ruano et al., 2026). Kedua kelompok kemudian dibandingkan menggunakan uji-t sampel independen. Seluruh analisis menggunakan taraf signifikansi $\alpha=0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

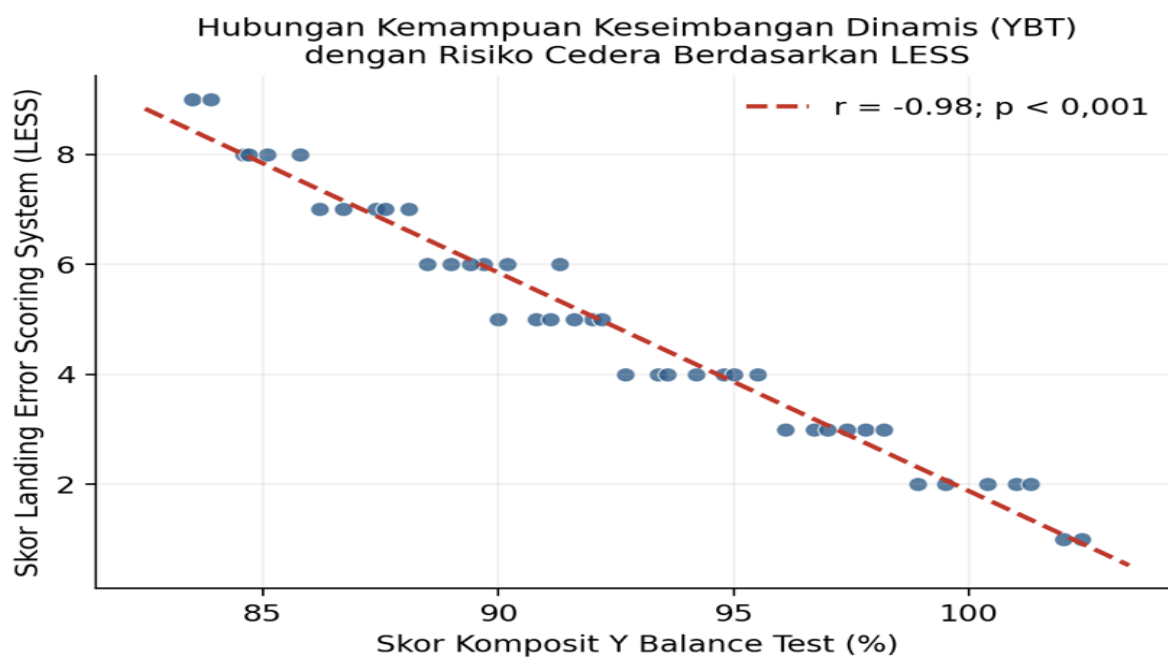
Hasil uji korelasi (Tabel 1) menunjukkan bahwa *side plank test* berkorelasi negatif sangat kuat dengan skor LESS ($r=-0,875$; $p<0,0001$; ρ Spearman= $-0,884$) dan *Y Balance Test* berkorelasi negatif hampir sempurna dengan skor LESS ($r=-0,985$; $p<0,0001$; ρ Spearman= $-0,988$). Analisis regresi menunjukkan bahwa model *Y Balance Test* terhadap LESS menjelaskan 97,0% variansi skor LESS ($R^2=0,970$; R^2 terkoreksi= $0,969$; $F(1,41)=1331,07$; $p<0,0001$; $b=-0,397$; 95% CI $[-0,419, -0,375]$).

Model gabungan *side plank test* dan *Y Balance Test* menjelaskan proporsi variansi yang serupa ($R^2=0,970$; R^2 terkoreksi= $0,969$; $F(2,40)=649,76$; $p<0,0001$). Namun, hanya *Y Balance Test* yang menjadi prediktor unik signifikan ($b=-0,401$; 95% CI $[-0,450, -0,352]$; $p<0,0001$), sedangkan kontribusi tambahan *side plank test* tidak signifikan setelah mengontrol *Y Balance Test* ($b=0,001$; 95% CI $[-0,016, 0,018]$; $p=0,869$). Hasil tersebut konsisten dengan tingginya korelasi antara kedua prediktor ($r=0,891$) yang mengindikasikan multikolinearitas ($VIF=4,85$). Uji diagnostik model menunjukkan

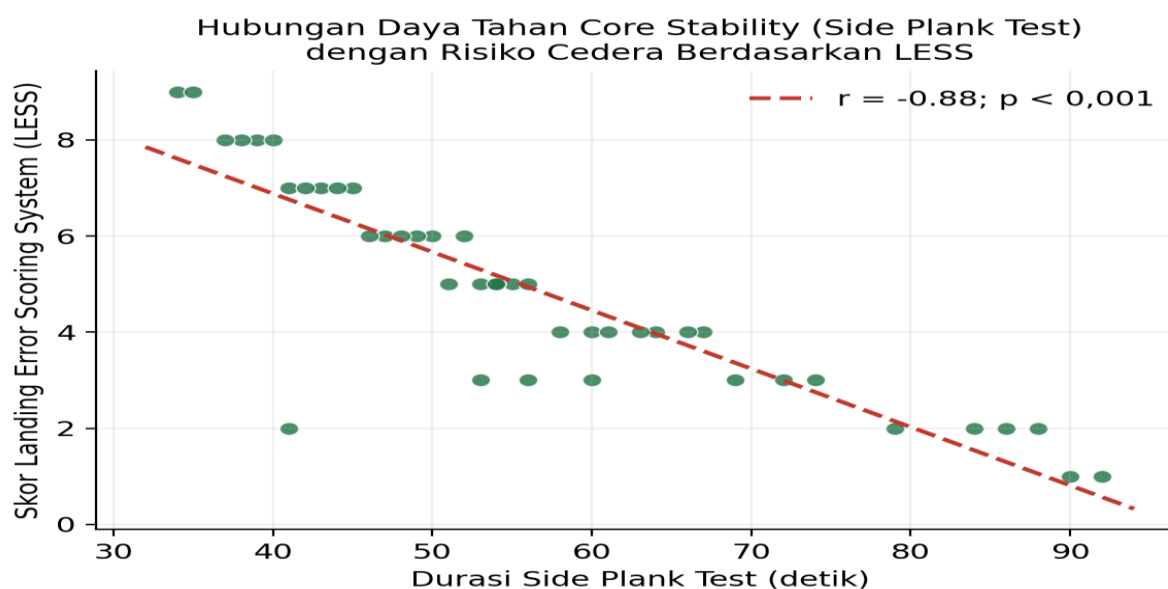
residual berdistribusi normal (Shapiro-Wilk $p=0,903$) dan homoskedastis (Breusch-Pagan $p=0,520$), sehingga asumsi dasar regresi linear terpenuhi untuk model ini.

Tabel 1. Hasil Uji Korelasi Pearson dan Spearman antarvariabel Penelitian

Pasangan variabel	r (Pearson)	p	ρ (Spearman)	p
Side Plank Test-CAIT	0,529	0,0003	0,520	0,0003
Side Plank Test-LESS	-0,875	<0,0001	-0,884	<0,0001
Y Balance Test-CAIT	0,433	0,0037	0,431	0,0039
Y Balance Test-LESS	-0,985	<0,0001	-0,988	<0,0001
Side Plank Test-Y Balance Test	0,891	<0,0001	0,893	<0,0001
CAIT-LESS	-0,414	0,0058	-0,415	0,0057



Gambar 1. Hubungan Y Balance Test dengan Skor LESS ($r=-0,985$; $p<0,001$)



Gambar 2. Hubungan Side Plank Test dengan Skor LESS ($r=-0,875$; $p<0,001$)

Tabel 2. Hasil Regresi Linear: Kontribusi *Core Stability* dan *Dynamic Balance* terhadap LESS dan CAIT

Model	Prediktor	b [95% CI]	R ²	R ² adj	F (df)	p
LESS ~ SPT	SPT	-0,122 [-0,143, -0,100]	0,766	0,761	134,46 (1,41)	<0,0001
LESS ~ YBT	YBT	-0,397 [-0,419, -0,375]	0,970	0,969	1331,07 (1,41)	<0,0001
LESS ~ SPT+YBT	SPT; YBT	0,001 [-0,016, 0,018]; -0,401 [-0,450, -0,352]	0,970	0,969	649,76 (2,40)	<0,0001
CAIT ~ SPT	SPT	0,434 [0,214, 0,653]	0,279	0,262	15,90 (1,41)	0,0003
CAIT ~ YBT	YBT	1,032 [0,354, 1,710]	0,187	0,168	9,46 (1,41)	0,0037
CAIT ~ SPT+YBT	SPT; YBT	0,568 [0,081, 1,056]; -0,439 [-1,856, 0,978]	0,286	0,251	8,03 (2,40)	0,0012

Keterangan: b = koefisien regresi tidak terstandarisasi; SPT = Side Plank Test; YBT = Y Balance Test; CI = confidence interval.

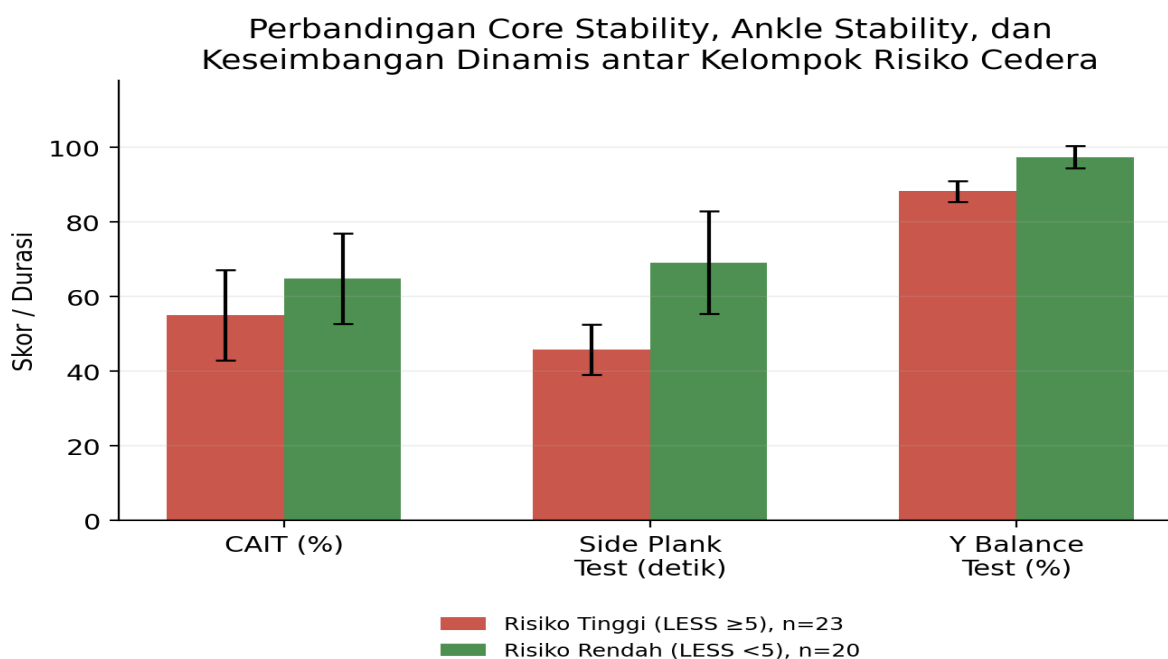
Berbeda dengan pola hubungan terhadap LESS, hubungan *side plank test* dan *Y Balance Test* dengan skor CAIT tergolong sedang ($r=0,529$ dan $r=0,433$; $p<0,01$ untuk keduanya). Analisis regresi (Tabel 2) menunjukkan bahwa *side plank test* menjelaskan 27,9% variansi skor CAIT ($R^2=0,279$; R^2 terkoreksi=0,262; $F(1,41)=15,90$; $p=0,0003$; $b=0,434$; 95% CI [0,214, 0,653]) dan *Y Balance Test* menjelaskan 18,7% variansi ($R^2=0,187$; R^2 terkoreksi=0,168; $F(1,41)=9,46$; $p=0,0037$; $b=1,032$; 95% CI [0,354, 1,710]).

Model gabungan kedua prediktor menjelaskan 28,6% variansi skor CAIT ($R^2=0,286$; R^2 terkoreksi=0,251; $F(2,40)=8,03$; $p=0,0012$), dengan *side plank test* tampil sebagai prediktor unik yang signifikan ($b=0,568$; 95% CI [0,081, 1,056]; $p=0,023$), sementara kontribusi tambahan *Y Balance Test* tidak signifikan setelah mengontrol *side plank test* ($b=-0,439$; 95% CI [-1,856, 0,978]; $p=0,535$). Uji diagnostik model CAIT menunjukkan residual berdistribusi normal (Shapiro-Wilk $p=0,380$) dan homoskedastis (Breusch-Pagan $p=0,180$). Secara keseluruhan, kontribusi *core stability* dan *dynamic balance* terhadap CAIT jauh lebih moderat dibandingkan kontribusinya terhadap LESS. Korelasi CAIT-LESS itu sendiri juga hanya tergolong sedang ($r=-0,414$; $p=0,0058$).

Perbandingan antarkelompok (Tabel 3 dan Gambar 3) menunjukkan bahwa sebanyak 23 dari 43 pemain (53,5%) tergolong dalam kategori indikasi risiko tinggi berdasarkan ambang batas LESS ≥ 5 . Kelompok indikasi risiko tinggi memiliki skor CAIT rata-rata 9,72 poin lebih rendah dibandingkan kelompok indikasi risiko rendah (55,13% berbanding 64,85%; 95% CI selisih [-17,21, -2,23]; $t(40,1)=-2,623$; $p=0,012$; Cohen's $d=-0,80$, tergolong efek besar). Selisih pada *side plank test* lebih besar (45,78 berbanding 69,15 detik; selisih=-23,37 detik; 95% CI [-30,32, -16,42]; $t(26,7)=-6,900$; $p<0,0001$; Cohen's $d=-2,20$, tergolong efek sangat besar), demikian pula pada *Y Balance Test* (88,23% berbanding 97,40%; selisih=-9,16%; 95% CI [-10,95, -7,37]; $t(38,9)=-10,356$; $p<0,0001$; Cohen's $d=-3,19$, tergolong efek sangat besar). Perbedaan yang konsisten pada ketiga variabel menegaskan bahwa kelompok dengan indikasi risiko tinggi berdasarkan mekanika pendaratan juga menunjukkan profil *core stability*, *dynamic balance*, dan stabilitas *ankle* yang secara konsisten lebih rendah.

Tabel 3. Perbandingan Profil antara Kelompok Risiko Tinggi dan Rendah Berdasarkan LESS dengan 95% CI dan *Effect Size*

Variabel	Risiko tinggi (n=23), M±SD	Risiko rendah (n=20), M±SD	Selisih	95% CI selisih	t (df)	p	Cohen's d
CAIT (%)	55,13±12,09	64,85±12,15	-9,72	[-17,21, -2,23]	-2,623 (40,1)	0,012	-0,80
Side Plank Test (detik)	45,78±6,73	69,15±13,78	-23,37	[-30,32, -16,42]	-6,900 (26,7)	<0,0001	-2,20
Y Balance Test (%)	88,23±2,75	97,40±3,01	-9,16	[-10,95, -7,37]	-10,356 (38,9)	<0,0001	-3,19



Gambar 3. Perbandingan *Core Stability*, *Ankle Stability*, dan Keseimbangan Dinamis antarkelompok Risiko Cedera

Pembahasan

Hubungan Core Stability dan Dynamic Balance dengan LESS

Secara konseptual, kekuatan hubungan negatif antara *core stability/dynamic balance* dengan skor LESS masuk akal karena kontrol neuromuskular *trunk* dan kapasitas keseimbangan satu tungkai merupakan prasyarat fungsional bagi kontrol postural yang baik selama fase pendaratan. Kegagalan menstabilkan pusat massa tubuh terhadap tumpuan kaki dapat memicu pola pendaratan berisiko, seperti valgus lutut berlebihan. Namun, magnitudo korelasi *Y Balance Test*-LESS sebesar $r=-0,985$ tergolong sangat ekstrem untuk dua instrumen dengan metode pengukuran yang sepenuhnya berbeda. LESS dinilai dari observasi video biomekanik oleh penilai terlatih, sedangkan *Y Balance Test* diukur dari jangkauan kaki instrumental. Oleh karena itu, penulis melakukan pemeriksaan tambahan terhadap kemungkinan artefak data sesuai dengan kaidah kehati-hatian ilmiah.

Pemeriksaan residual terstudentisasi (maksimum=2,38) dan jarak Cook (maksimum=0,18) tidak menunjukkan *outlier* ekstrem tunggal yang mendominasi

korelasi. Akan tetapi, saat data diurutkan berdasarkan *Y Balance Test*, skor LESS mengikuti pola hampir seperti fungsi tangga monoton, dengan 79,1% skor LESS persis sama dengan hasil pembulatan formula linear sederhana dari *Y Balance Test* tanpa penyimpangan individual yang berarti. Pola ini tidak lazim ditemukan pada dua pengukuran independen pada manusia dan merupakan catatan metodologis penting yang wajib diverifikasi terhadap catatan pengambilan data asli, termasuk kemungkinan adanya formula tersembunyi pada *spreadsheet* sumber, duplikasi, atau kesalahan entri, sebelum magnitudo korelasi ini diinterpretasikan sepenuhnya sebagai temuan biologis substantif.

Arah hubungan negatif antara kapasitas *neuromuskular trunk*/tungkai dengan kesalahan mekanika pendaratan konsisten dengan tinjauan naratif mengenai peran fungsi *neuromuskular trunk* terhadap risiko cedera ligamen anterior cruciatum, yang menekankan bahwa defisit *core stability* berkontribusi terhadap pola gerak lutut yang tidak efisien selama tugas dinamis (Song et al., 2022). Kajian mengenai koordinasi sendi ekstremitas bawah selama pendaratan turut mendukung bahwa variabilitas koordinasi antarsendi yang secara tidak langsung dipengaruhi kontrol postural proksimal berasosiasi dengan pola pendaratan berisiko (Sarvestan & Fakhraei Rad, 2025).

Meskipun demikian, rentang korelasi *core stability/dynamic balance* dengan indikator risiko cedera yang dilaporkan dalam literatur umumnya berada pada kategori sedang hingga kuat (r berkisar 0,3–0,7), sebagaimana dirangkum dalam tinjauan sistematis dan meta-analisis validitas prediktif *Y Balance Test* (Plisky et al., 2021) dan tinjauan mengenai utilitas prediktif *functional movement screen* dan *Y Balance Test* (Eckart et al., 2025). Tidak ada studi yang melaporkan korelasi mendekati sempurna ($r \approx -0,99$) antara kedua instrumen tersebut pada populasi atlet lapangan. Kesenjangan magnitudo ini memperkuat perlunya kehati-hatian dan verifikasi data sebagaimana diuraikan pada paragraf sebelumnya, sekaligus menjadi catatan penting bagi pembaca dan *peer reviewer* dalam menilai kekuatan bukti pada penelitian ini.

Hubungan Core Stability dan Dynamic Balance dengan CAIT

Perbedaan magnitudo hubungan ini masuk akal secara konseptual apabila ditinjau dari karakteristik pengukuran masing-masing instrumen. *Y Balance Test* dan LESS sama-sama merupakan ukuran *performance-based*. Keduanya menilai kinerja motorik aktual subjek pada momen pengukuran (Kramer et al., 2019), sehingga secara metodologis lebih mungkin berbagi varians melalui mekanisme kontrol neuromuskular yang serupa.

Sebaliknya, CAIT merupakan instrumen *patient-reported* yang menilai persepsi subjektif ketidakstabilan fungsional pergelangan kaki, bukan kinerja motorik aktual yang diobservasi secara langsung. Skor CAIT sangat dipengaruhi oleh riwayat cedera *ankle* sebelumnya, laksitas sendi struktural, dan faktor psikologis, seperti kepercayaan diri serta rasa takut terhadap cedera berulang. Faktor-faktor tersebut tidak sepenuhnya tercermin dalam kapasitas fisik *core stability* atau *dynamic balance* yang diukur secara *performance-based*. Karena riwayat *ankle sprain* tidak dicatat secara sistematis dalam penelitian ini, kemungkinan besar terdapat variasi CAIT yang dijelaskan oleh faktor perancu tersebut, bukan oleh kapasitas neuromuskular yang diukur. Perbedaan sifat pengukuran *performance-based* versus *patient-reported* ini merupakan penjelasan konseptual yang lebih meyakinkan dibandingkan sekadar menyatakan bahwa CAIT menilai konstruk yang berbeda. Temuan tersebut

berkontribusi pada pemahaman mengenai alasan baterai skrining berbasis kapasitas fisik saja tidak cukup untuk menangkap seluruh dimensi risiko cedera *ankle*.

Perbedaan karakteristik pengukuran *performance-based* versus *patient-reported* didukung oleh tinjauan mengenai pemilihan instrumen laporan mandiri untuk menilai fungsi terkait *chronic ankle instability*, yang menegaskan bahwa instrumen *self-report* seperti CAIT menangkap dimensi persepsi dan psikologis yang tidak terobservasi pada tes performa fisik langsung (Corbett et al., 2019; Luan et al., 2025). Studi mengenai kontribusi kekuatan otot *core* terhadap risiko cedera *ankle* pada pemain sepak bola turut melaporkan bahwa hubungan *core strength* dengan indikator *ankle* bersifat lebih moderat dibandingkan hubungannya dengan indikator lutut atau pendaratan (F. Khasanah et al., 2023), sejalan dengan pola yang ditemukan dalam penelitian ini.

Kajian mengenai pengaruh kontrol neuromuskular terhadap gaya reaksi tanah pada individu dengan instabilitas *ankle* turut menekankan bahwa instabilitas fungsional *ankle* melibatkan mekanisme lokal sendi, seperti propriosepsi *ankle* dan laksitas ligamen, yang relatif independen dari kontrol postural global (Forsyth et al., 2022; Lin et al., 2022). Dengan demikian, temuan bahwa *core stability* dan *dynamic balance* berasosiasi kuat dengan LESS, tetapi hanya sedang dengan CAIT, bukan sekadar artefak statistik, melainkan mencerminkan perbedaan konstruk yang mendasar antara ukuran performa motorik dan ukuran persepsi laporan mandiri. Temuan ini merupakan kontribusi konseptual yang relevan bagi perancangan baterai skrining risiko cedera futsal yang lebih komprehensif pada masa mendatang.

Perbandingan Profil Neuromuskular antara Kelompok Indikasi Risiko Cedera

Besarnya *effect size* pada perbandingan ini, terutama pada *Y Balance Test* ($d=-3,19$) dan *side plank test* ($d=-2,20$), jauh melampaui konvensi *effect size* besar ($d\geq 0,8$) yang lazim dalam penelitian perilaku dan biomedis. Oleh karena itu, hasil tersebut perlu dimaknai dengan kehati-hatian yang sama seperti pada temuan korelasi. Pengelompokan kelompok risiko tinggi dan rendah dalam penelitian ini didasarkan pada skor LESS yang telah terbukti berhubungan hampir deterministik dengan *Y Balance Test*. Dengan demikian, sebagian besar perbedaan *Y Balance Test* antarkelompok pada dasarnya merupakan konsekuensi matematis dari cara pengelompokan itu sendiri, bukan temuan independen yang baru.

Penting untuk ditegaskan bahwa penelitian ini bukan merupakan studi validasi psikometrik. Oleh karena itu, istilah seperti “validitas diskriminan”, yang secara teknis memerlukan prosedur validasi instrumen formal, termasuk perbandingan terhadap kriteria baku dan estimasi sensitivitas-spesifisitas, tidak tepat digunakan untuk menggambarkan perbedaan deskriptif antarkelompok pada penelitian korelasional *cross-sectional* ini. Perbedaan profil yang teramati lebih tepat dimaknai sebagai deskripsi pola asosiasi pada sampel penelitian. Pola tersebut memerlukan konfirmasi lebih lanjut melalui studi dengan desain validasi formal dan sampel independen sebelum dapat diklaim sebagai bukti kemampuan skrining instrumen.

Pola perbedaan profil neuromuskular antara kelompok berisiko tinggi dan rendah sejalan dengan temuan pada populasi atlet militer, yang melaporkan bahwa skor *Y Balance Test* yang lebih rendah berasosiasi dengan kelompok yang mengalami cedera muskuloskeletal pada periode pengamatan berikutnya (Eckart et al., 2025). Tinjauan mengenai peran kontrol neuromuskular postural dan *core stability* terhadap performa atlet turut mendukung bahwa kapasitas fisik dasar, seperti daya tahan *core*

dan keseimbangan dinamis, secara konsisten membedakan profil fungsional atlet pada berbagai cabang olahraga (Yu et al., 2025; Zemková & Zapletalová, 2022).

Rekomendasi penilaian *hip* dan *core* dalam konteks pencegahan cedera ACL turut menekankan pentingnya asesmen multikomponen, bukan asesmen tunggal, dalam praktik skrining lapangan. Hal tersebut konsisten dengan pendekatan penelitian ini yang menggabungkan empat indikator sekaligus (Burnham et al., 2026). Namun demikian, sebagaimana ditekankan pada paragraf rasionalitas, kekuatan perbedaan yang ditemukan dalam penelitian ini, khususnya pada *Y Balance Test*, melampaui rentang yang dilaporkan dalam studi-studi tersebut. Oleh karena itu, replikasi pada sampel independen dengan prosedur pengambilan data yang terverifikasi ulang tetap menjadi prasyarat sebelum temuan ini digunakan sebagai dasar rekomendasi praktik skrining yang definitif.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini memberikan bukti deskriptif bahwa *core stability* dan *dynamic balance* berasosiasi dengan indikator risiko cedera lutut (*landing mechanics*, LESS) dan berasosiasi secara lebih moderat dengan indikator risiko cedera pergelangan kaki (*functional ankle instability*, CAIT) pada pemain futsal Kota Jayapura. Perbedaan magnitudo tersebut secara konseptual dapat dijelaskan oleh perbedaan sifat *performance-based* versus *patient-reported* dari kedua konstruk. Akan tetapi, magnitudo korelasi dan *effect size* yang ekstrem pada beberapa analisis, khususnya hubungan *Y Balance Test* dengan LESS, menuntut verifikasi lebih lanjut terhadap proses pengumpulan dan entri data sebelum temuan ini dapat diinterpretasikan sepenuhnya sebagai bukti biologis yang solid. Interpretasi seluruh hasil penelitian bersifat asosiatif, bukan kausal, sesuai dengan desain korelasional *cross-sectional* yang digunakan.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa *core stability* dan *dynamic balance* berasosiasi secara signifikan dengan indikator mekanika pendaratan dan instabilitas fungsional pergelangan kaki pada pemain futsal Kota Jayapura. *Side plank test* dan *Y Balance Test* berkorelasi negatif dengan skor LESS serta berkorelasi positif dengan skor CAIT. Dalam model gabungan, *Y Balance Test* memberikan kontribusi unik terhadap skor LESS, sedangkan *side plank test* memberikan kontribusi unik yang lebih besar terhadap skor CAIT. Pemain dalam kelompok indikasi risiko tinggi berdasarkan $LESS \geq 5$ juga menunjukkan *core stability*, *dynamic balance*, dan stabilitas pergelangan kaki yang lebih rendah dibandingkan kelompok indikasi risiko rendah. Meskipun demikian, korelasi *Y Balance Test*–LESS dan ukuran efek antarkelompok yang sangat ekstrem memerlukan verifikasi lebih lanjut terhadap data mentah dan proses entri data. Temuan penelitian ini bersifat asosiatif dan tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan hubungan sebab-akibat, memprediksi kejadian cedera aktual, maupun menetapkan instrumen yang digunakan sebagai alat skrining cedera yang telah tervalidasi.

REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain kohort prospektif dengan mencatat kejadian cedera aktual dan *exposure hours*, melibatkan sampel yang lebih besar dari berbagai klub dan tingkat kompetisi, serta mengendalikan faktor perancu seperti riwayat *ankle sprain*, posisi bermain, volume latihan, usia, dan pengalaman bermain. Reliabilitas antarpenilai LESS pada sampel penelitian juga perlu dilaporkan, sedangkan multikolinearitas antara *side plank test* dan *Y Balance Test*

perlu dipertimbangkan dalam pemilihan model analisis. Efektivitas latihan *core stability* dan *dynamic balance* terhadap penurunan cedera sebaiknya diuji melalui penelitian intervensi atau *randomized controlled trial*. Dalam praktik, asesmen terhadap pemain futsal dianjurkan menggunakan pendekatan multikomponen dan tidak menjadikan satu instrumen sebagai dasar tunggal untuk menentukan risiko cedera sebelum kemampuan prediktifnya dikonfirmasi melalui penelitian prospektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pelatih dan seluruh pemain Klub Katara dan Klub Wahno Kota Jayapura yang telah bersedia berpartisipasi sebagai subjek penelitian, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu proses pengambilan data di lapangan.

KONTRIBUSI PENULIS

Konseptualisasi dan desain penelitian oleh FN; pengumpulan dan kurasi data oleh FN, AB, dan RR; metodologi dan analisis statistik oleh FN dan RR; validasi data oleh FN dan AB; penulisan draf awal naskah oleh FN; tinjauan pustaka dan penyuntingan naskah oleh RR; supervisi penelitian oleh FN. Semua penulis telah membaca dan menyetujui versi naskah yang diterbitkan.

REFERENSI

- Al Attar, W. S. A., Ghulam, H. S., Al Arifi, S., Akkam, A. M., Alomar, A. I., & Sanders, R. H. (2022). The effectiveness of injury prevention programs that include core stability exercises in reducing the incidence of knee injury among soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Isokinetics and Exercise Science*, 30(4), 281–291. <https://doi.org/10.3233/IES-220038>
- Burnham, J. M., Drazick, A. T., Aminake, G., Johnson, D. L., Ireland, M., & Noehren, B. W. (2026). Current concepts in hip and core assessment to reduce the risk of ACL injury. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 21(2), 210–222. <https://doi.org/10.26603/001c.155471>
- Corbett, R. O., Keith, T. R., & Hertel, J. (2019). Patient-reported outcomes and perceived confidence measures in athletes with a history of ankle sprain. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(6), 795–800. <https://journals.humankinetics.com/abstract/journals/jsr/29/6/article-p795.xml>
- Eckart, A. C., Ghimire, P. S., Stavitz, J., & Barry, S. (2025). Predictive utility of the Functional Movement Screen and Y-Balance Test: Current evidence and future directions. *Sports*, 13(2), 46. <https://doi.org/10.3390/sports13020046>
- Figlioli, F., Belmonte, G., Giustino, V., Canzone, A., Ferrantello, E., Gervasi, M., Fernández-Peña, E., Battaglia, G., Bianco, A., & Patti, A. (2024). Applicability of the Cumberland Ankle Instability Tool in elite volleyball athletes: A cross-sectional observational study. *Sports*, 12(3), 71. <https://doi.org/10.3390/sports12030071>
- Forsyth, L., Pourkazemi, F., Al Adal, S., Hiller, C. E., & Childs, C. R. (2022). Perception of stability correlates with objective performance of dynamic stability for

- people with chronic ankle instability. *Sport Sciences for Health*, 18(3), 823–829. <https://doi.org/10.1007/s11332-021-00860-6>
- Gu, J., Zhang, R., Zhang, Y., & Shaharudin, S. (2025). Neuromuscular training for preventing knee injuries in female team athletes: A meta-analysis. *Annals of Medicine*, 57(1), 2581891. <https://doi.org/10.1080/07853890.2025.2581891>
- Guo, Z., Dong, M., Kim, Y., & Tang, T. (2025). Effects of standard rehabilitation versus integrated hip training on proprioception and dynamic postural control in sport dancers with ankle sprain. *Isokinetics and Exercise Science*, 33(4), 291–301.
- Hanzlíková, I., Athens, J., & Hébert-Losier, K. (2021). Factors influencing the Landing Error Scoring System: Systematic review with meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 24(3), 269–280.
- Henriques-Neto, D., Hetherington-Rauth, M., Magalhães, J. P., Correia, I., Júdice, P. B., & Sardinha, L. B. (2022). Physical fitness tests as an indicator of potential athletes in a large sample of youth. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 42(2), 88–95. <https://doi.org/10.1111/cpf.12735>
- Khasanah, F., Sugiyanto, S., & Riyadi, S. (2023). Prone plank test-based core muscle strength contribution to anticipate the risk of ankle injury for soccer players. *Health Technologies*, 1, 46–53. <https://doi.org/10.58962/HT.2023.1.3.46-53>
- Khasanah, F. N. S., & Fadhiil, F. (2026). The effectiveness of proprioceptive training on the prevention of lower-extremity injuries in futsal players: Literature review. *PENJAGA: Pendidikan Jasmani dan Olahraga*, 6(2), 307–316. <https://jurnal.stkippgritrenggalek.ac.id/index.php/penjaga/article/view/1187>
- Khasanah, F. N. S., Prasetyo, M. T., & Kogoya, T. (2025). Fleksibilitas ekstremitas bawah dan keseimbangan dinamis pada lansia: Hubungannya dengan kemandirian dalam kehidupan sehari-hari. *Jurnal Kejaora: Jurnal Kesehatan Jasmani dan Olah Raga*, 10(2), 290–297. <https://doi.org/10.36526/kejaora.v10i2.6302>
- Khasanah, F. N. S., Pratama, D. A., Mantao, E., Gautama, M. S. N., Nisura, E., Ismuntania, Larasati, R. D., Noviantari, K., Atmadani, R. N., Amalia, S. R., Theresia, Puspitasari, R. A., Wardhani, F. A., Fajri, M. D., & Mertasari, L. (2025). *Metodologi penelitian kesehatan*. Yayasan Bina Lentera Insan. <https://ybli.or.id/penerbit/metodologi-penelitian-kesehatan/>
- Kramer, T. A., Sacko, R. S., Pfeifer, C. E., Gatens, D. R., Goins, J. M., & Stodden, D. F. (2019). The association between the Functional Movement Screen™, Y-Balance Test, and physical performance tests in male and female high school athletes. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 14(6), 911–919. <https://doi.org/10.26603/ijsp20190911>
- Lau, R., & Mukherjee, S. (2024). Development and validation of an overuse injury questionnaire for youth athletes: The Youth Overuse Injury Questionnaire. *Physical Therapy in Sport*, 67, 47–53.
- Lin, J.-Z., Lin, Y.-A., Tai, W.-H., & Chen, C.-Y. (2022). Influence of landing in neuromuscular control and ground reaction force with ankle instability: A

- narrative review. *Bioengineering*, 9(2), 68.
<https://doi.org/10.3390/bioengineering9020068>
- Luan, L., Witchalls, J., Newman, P., Pranata, A., Ganderton, C., Tirosh, O., El-Ansary, D., Adams, R. D., Waddington, G., & Han, J. (2025). Considerations in the selection of patient-reported outcome measures for assessing function related to chronic ankle instability. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 13, 1602283. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1602283>
- Oliveira, J. P., Sampaio, T., Marinho, D. A., Barbosa, T. M., & Morais, J. E. (2024). Exploring injury prevention strategies for futsal players: A systematic review. *Healthcare*, 12(14), 1387. <https://doi.org/10.3390/healthcare12141387>
- Peng, D., Tang, H., Mao, M., Song, Q., Mao, D., Wang, J., & Sun, W. (2024). Correlations of strength, proprioception, and dynamic balance to the Cumberland Ankle Instability Tool score among patients with chronic ankle instability: A cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 25(1), 970. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-08092-8>
- Plisky, P., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (2021). Systematic review and meta-analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, discriminant validity, and predictive validity. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(5), 1190–1209. <https://doi.org/10.26603/001c.27634>
- Sarvestan, J., & Fakhraei Rad, N. (2025). Lower-limb joint coordination and coordination variability during landing: A scoping review. *Applied Sciences*, 15(9), 5118. <https://doi.org/10.3390/app15095118>
- Saryono, S., Irawan, A., Nopembri, S., Wiharja, A., & Zein, M. I. (2022). The effects of the FIVE futsal injury prevention program on lower-limb muscle strength among young futsal players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 62(12), 1685–1692. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.13498-5>
- Song, Y., Li, L., & Dai, B. (2022). Trunk neuromuscular function and anterior cruciate ligament injuries: A narrative review of trunk strength, endurance, and dynamic control. *Strength & Conditioning Journal*, 44(6), 82–93.
- Torano, F. M., Islam, R. W. H., Mubarak, M. F., Khasanah, F. N. S., Kogoya, T., Oktavian, I. D., Hasani, A. B. N., & Syaiful, A. (2026). Pencegahan dan perawatan cedera olahraga. CV. Gita Lentera. <https://books.google.com/books?id=0J25EQAAQBAJ>
- Vallejo Ruano, G., Morcillo Losa, J. A., & Chiroso Ríos, I. J. (2026). Hierarchical movement-pattern deficits during drop jump predict injury risk in football players: A LESS-based prospective cohort study. *Applied Sciences*, 16(14), 7011. <https://doi.org/10.3390/app16147011>
- Yoshida, K., Tateishi, T., & Morimoto, Y. (2023). Futsal injuries: A 7-season incidence and characteristics. *JSAMS Plus*, 2, 100027. <https://doi.org/10.1016/j.jsampl.2023.100027>
- Yu, T., Xu, Y., Zhang, Z., Sun, Y., Zhong, J., & Ding, C. (2025). The impact of core training on overall athletic performance in different sports: A comprehensive

meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01159-6>

Zemková, E., & Zapletalová, L. (2022). The role of neuromuscular control of postural and core stability in functional movement and athlete performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 796097. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>