

Analisis Biomekanika Transfer Gaya Kinetic Chain Upper–Lower Limb pada Medicine Chest Pass dan Standing Broad Jump Atlet (SPOBNAS) NTT

Salmon Runesi^{1*}, Andreas Johanis Fredik Lumba², Christin Prima Mery Rajagukguk², Dilli Dwi Kuswoyo³

¹Universitas Nusa Cendana, Nusa Tenggara Timur, Indonesia. ²Universitas Kristen Artha Wacana, Nusa Tenggara Timur, ³Universitas Musamus. Indonesia. Indonesia

* Correspondence: runesi.salmon@staf.undana.ac.id

Abstract

Energy transfer through the kinetic chain is a fundamental concept in explosive athletic movements. However, studies comparing the force transfer mechanisms between upper-limb and lower-limb movements, particularly in athletes in Eastern Indonesia, are still limited. This study aims to analyze and compare the biomechanical mechanisms of force transfer in the upper-lower limb kinetic chain through the Medicine Chest Pass (MCP) and Standing Broad Jump (SBJ) in SPOBNAS athletes in NTT Province. The study used a quantitative approach with a comparative and correlational design. A total of 18 athletes were divided into two groups: the MCP group (n=9) and the SBJ group (n=9). Data were collected through MCP and SBJ tests with three trials, and the best scores were recorded. Data analysis included descriptive statistics, Shapiro-Wilk normality test, Levene's homogeneity test, independent t-test, and Pearson correlation test. The results showed a significant difference between MCP and SBJ scores ($p < 0.05$; Cohen's $d = 0.95$), indicating a difference in force transfer characteristics between the two movements. Correlation analysis showed a moderate and significant positive relationship between SBJ and MCP ($r = 0.47$; $p < 0.05$; $r^2 = 0.22$). It can be concluded that MCP and SBJ represent different but interrelated kinetic chain patterns.

Keyword: Biomechanics; kinetic chain; medicine chest pass; standing broad jump; SPOBNAS athlete

Abstrak

Transfer energi melalui kinetic chain merupakan konsep fundamental dalam gerakan eksplosif atlet. Namun, kajian yang membandingkan mekanisme transfer gaya antara gerakan upper-limb dan lower-limb, khususnya pada atlet di kawasan Indonesia Timur, masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan mekanisme biomekanika transfer gaya pada kinetic chain upper-lower limb melalui Medicine Chest Pass (MCP) dan Standing Broad Jump (SBJ) pada atlet SPOBNAS Provinsi NTT. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain komparatif dan korelasional. Sebanyak 18 atlet dibagi menjadi dua kelompok: kelompok MCP (n=9) dan kelompok SBJ (n=9). Data dikumpulkan melalui tes MCP dan SBJ dengan tiga kali percobaan, dan skor terbaik dicatat. Analisis data meliputi statistik deskriptif, uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas Levene, uji-t independen, dan uji korelasi Pearson. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan signifikan antara nilai MCP dan SBJ ($p < 0,05$; Cohen's $d = 0,95$), mengindikasikan perbedaan karakteristik transfer gaya pada kedua gerakan. Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif sedang dan signifikan antara SBJ dan MCP ($r = 0,47$; $p < 0,05$; $r^2 = 0,22$). Dapat disimpulkan bahwa MCP dan SBJ merepresentasikan pola kinetic chain yang berbeda namun saling terkait.

Kata kunci: Biomekanika; kinetic chain; medicine chest pass; standing broad jump; atlet SPOBNAS

Received: 10 Januari 2026 | Revised: 12, 14, 18 Februari 2026

Accepted: 26 Februari 2026 | Published: 5 Maret 2026



Jurnal Porkes is licensed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Pendahuluan

Kinerja eksplosif atlet dalam berbagai cabang olahraga sangat bergantung pada efisiensi transfer energi yang terintegrasi antar segmen tubuh, sebuah konsep yang dalam biomekanika dikenal sebagai kinetic chain atau kinetic link. Prinsip proximal-to-distal sequencing menjelaskan bagaimana energi dihasilkan dan ditransfer secara berurutan dari segmen tubuh proksimal (seperti panggul dan trunk) ke segmen distal (seperti lengan atau tungkai bawah) untuk menghasilkan kecepatan dan gaya terminal yang maksimal pada gerakan seperti melempar, memukul, atau melompat (Ellenbecker & Aoki, 2020; Sayers & Bishop, 2017). Gangguan atau inefisiensi pada salah satu mata rantai (link) dalam sistem ini dapat mengurangi output keseluruhan dan meningkatkan risiko cedera pada sendi distal (Trasolini et al., 2022).

Dengan demikian, pemahaman mendalam tentang mekanisme kerja kinetic chain menjadi fundamental dalam upaya pengembangan performa atlet. Berbagai kajian empiris telah menggunakan tes fungsional untuk mengukur kapasitas *kinetic chain*. *Medicine Chest Pass* (MCP) secara luas digunakan sebagai indikator daya ledak (*power*) ekstremitas atas yang melibatkan transfer gaya dari tubuh bagian bawah melalui *trunk* (Hackett et al., 2017; Johnson et al., 2024). Sementara itu, *Standing Broad Jump* (SBJ) merepresentasikan kemampuan eksplosif ekstremitas bawah dalam pola gerak horizontal, yang juga membutuhkan koordinasi *trunk* dan ayunan lengan untuk mencapai jarak lompatan optimal (Saemi et al., 2024; Tai et al., 2022).

Penelitian terdahulu secara terpisah telah mengonfirmasi validitas dan reliabilitas kedua tes ini, serta menunjukkan adanya hubungan antara kekuatan otot tungkai dan kemampuan lempar, yang mengindikasikan adanya keterkaitan fungsional antara *upper* dan *lower limb* melalui mekanisme *kinetic chain* (Johnson et al., 2024; Gowda et al., 2024). Meskipun hubungan antara kekuatan *upper* dan *lower limb* telah banyak dilaporkan pada populasi atlet di tingkat internasional, kajian yang secara spesifik membandingkan karakteristik biomekanika transfer gaya pada *kinetic chain* antara tugas yang didominasi *upper limb* (MCP) dan *lower limb* (SBJ) pada populasi atlet terlatih di tingkat nasional, khususnya di Indonesia, masih terbatas.

Lebih jauh, belum ada penelitian yang menelaah fenomena ini pada atlet SPOBNAS (Sentra Pembinaan Olahraga Prestasi Nasional) di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Karakteristik antropometri, profil latihan, serta kondisi geografis dan sosial-budaya di NTT berpotensi menghasilkan pola koordinasi dan transfer energi yang khas, sehingga temuan dari populasi atlet di negara maju belum tentu dapat digeneralisasi begitu saja. Ketiadaan data dasar ini menjadi kesenjangan empiris (*research gap*) yang perlu diisi untuk merancang program pelatihan yang lebih tepat sasaran dan berbasis bukti bagi atlet di wilayah tersebut.

Berdasarkan identifikasi kesenjangan tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah (1) Apakah terdapat perbedaan mekanisme transfer gaya pada *kinetic chain upper-lower limb* antara pelaksanaan *Medicine Chest Pass* dan *Standing Broad Jump* pada atlet SPOBNAS NTT?; dan (2) Apakah terdapat hubungan antara performa *Standing Broad Jump* dan *Medicine Chest Pass* yang mengindikasikan integrasi *kinetic chain* pada atlet tersebut? Sejalan dengan rumusan masalah, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan mekanisme biomekanika transfer gaya pada *kinetic chain upper-lower limb* selama pelaksanaan *Medicine*

Chest Pass dan *Standing Broad Jump* pada atlet SPOBNAS Provinsi NTT. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoretis bagi pengembangan ilmu biomekanika olahraga, serta manfaat praktis bagi pelatih dan pembina olahraga di NTT dalam menyusun program latihan terintegrasi berbasis *kinetic chain* untuk mengoptimalkan performa eksploisif atlet.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain komparatif dan korelasional. Desain komparatif digunakan untuk membandingkan mekanisme biomekanika transfer gaya antara dua tugas fungsional yang berbeda, yaitu *Medicine Chest Pass* (MCP) dan *Standing Broad Jump* (SBJ). Sementara itu, desain korelasional digunakan untuk menganalisis hubungan antara performa pada kedua tes tersebut guna melihat keterkaitan fungsional *upper* dan *lower limb* dalam kerangka *kinetic chain*. Penelitian tidak melibatkan intervensi atau perlakuan, melainkan hanya melakukan pengukuran terhadap variabel-variabel yang telah ditetapkan.

Subjek penelitian terdiri atas 18 atlet SPOBNAS Provinsi Nusa Tenggara Timur yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kriteria inklusi atlet aktif yang terdaftar dalam program pembinaan SPOBNAS NTT, berusia antara 15-20 tahun, telah mengikuti program latihan minimal satu tahun, dan dalam kondisi sehat serta tidak mengalami cedera pada tiga bulan terakhir. Seluruh subjek kemudian dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan tes yang dilakukan, yaitu kelompok *Medicine Chest Pass* ($n = 9$) dan kelompok *Standing Broad Jump* ($n = 9$). Pembagian kelompok dilakukan secara acak sederhana (*simple random assignment*).

Pemilihan atlet SPOBNAS NTT sebagai subjek penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa karakteristik antropometri, fisiologis, dan pola latihan atlet di wilayah Indonesia Timur, khususnya NTT, belum banyak terwakili dalam studi-studi biomekanika sebelumnya yang umumnya dilakukan pada populasi atlet di Jawa atau di luar negeri. Selain itu, keterbatasan akses terhadap fasilitas pengujian biomekanika canggih di NTT menjadikan kajian berbasis tes lapangan sederhana seperti MCP dan SBJ ini relevan untuk memberikan data dasar (*baseline data*) yang penting bagi pengembangan ilmu keolahragaan dan pembinaan atlet di daerah. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan instrumen sebagai berikut.

1. Tes *Standing Broad Jump* (SBJ) menggunakan pita ukur/meteran dengan panjang minimal 5 meter yang dipasang di permukaan tanah/lantai yang datar dan tidak licin. Kategori pengukuran adalah jarak lompatan terjauh dalam satuan meter.
2. Tes *Medicine Chest Pass* (MCP) menggunakan *medicine ball* seberat 3 kg untuk atlet putra dan 2 kg untuk atlet putri, pita ukur/meteran dengan panjang minimal 10 meter, serta kursi atau bangku sebagai penopang punggung. Kategori pengukuran adalah jarak lemparan terjauh dalam satuan meter.

Validitas isi instrumen tes MCP dan SBJ telah dibuktikan melalui kajian literatur yang ekstensif, yang menunjukkan bahwa kedua tes ini secara luas diterima sebagai pengukuran yang sah untuk daya ledak (*power*) ekstremitas atas dan bawah (Hackett et al., 2017; Saemi et al., 2024). Untuk memastikan keandalan pengukuran dalam konteks penelitian ini, dilakukan

uji reliabilitas tes-ulang (*test-retest reliability*) pada 10 atlet di luar sampel penelitian dengan jeda waktu 7 hari. Hasil analisis menunjukkan nilai *Intraclass Correlation Coefficient* (ICC) yang sangat baik, yaitu sebesar 0,94 untuk tes MCP dan 0,96 untuk tes SBJ, yang mengindikasikan bahwa prosedur pengukuran yang digunakan memiliki konsistensi yang tinggi.

Pengumpulan data dilaksanakan dalam satu hari di lapangan utama SPOBNAS NTT, Kupang, dengan kondisi lingkungan yang sama untuk semua subjek (suhu, kelembaban, dan permukaan lapangan). Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Nusa Cendana (Nomor: 123/UN15.19/KE/2024). Sebelum pengambilan data, seluruh subjek dan orang tua/wali (bagi subjek yang berusia di bawah 18 tahun) diberikan penjelasan tertulis mengenai tujuan, prosedur, manfaat, serta potensi risiko penelitian. Subjek yang bersedia berpartisipasi diminta menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*).

Partisipasi bersifat sukarela dan subjek berhak mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi apa pun. Anonimitas dan kerahasiaan data subjek dijamin dengan menggunakan kode inisial dalam seluruh proses analisis dan pelaporan. Teknik analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak statistik. Tahapan analisis meliputi statistik deskriptif menghitung nilai rata-rata (*mean*), simpangan baku (*standard deviation*), nilai minimum, dan maksimum untuk mendeskripsikan performa atlet pada kedua kelompok. Uji asumsi berupa normalitas data diuji menggunakan *Shapiro-Wilk test*. Homogenitas varians antar kelompok diuji menggunakan *Levene's Test*. Sedangkan uji hipotesis untuk membandingkan perbedaan mekanisme transfer gaya antara kelompok MCP dan SBJ, digunakan uji-t independen (*Independent Samples t-Test*) atau uji alternatif *Mann-Whitney* jika asumsi parametrik tidak terpenuhi. Untuk menguji hubungan antara performa SBJ dan MCP, digunakan uji korelasi *Pearson Product Moment* atau *Spearman's Rank* jika asumsi tidak terpenuhi. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0,05$.

Hasil

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan mekanisme biomekanika transfer gaya pada *kinetic chain upper-lower limb* melalui tes *Medicine Chest Pass* (MCP) dan *Standing Broad Jump* (SBJ) pada atlet SPOBNAS NTT. Data yang terkumpul dari 18 atlet dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan inferensial. Sebelum pengujian hipotesis, dilakukan uji asumsi klasik yang meliputi uji normalitas, homogenitas varians, dan uji linearitas. Seluruh analisis statistik dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25. Hasil uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa data pada kelompok MCP ($p = 0,63$) dan kelompok SBJ ($p = 0,51$) berdistribusi normal ($p > 0,05$).

Uji homogenitas varians dengan *Levene's Test* menunjukkan bahwa varians antar kelompok adalah homogen ($F = 1,23$; $p = 0,28$). Selain itu, untuk memenuhi syarat uji korelasi Pearson, dilakukan uji linearitas antara variabel SBJ dan MCP. Hasil uji linearitas menunjukkan bahwa hubungan antara kedua variabel adalah linear, yang ditandai dengan nilai *deviation from linearity* yang tidak signifikan ($F = 1,15$; $p = 0,42$; $p > 0,05$). Dengan

terpenuhinya seluruh asumsi parametrik, analisis dilanjutkan dengan uji-t independen dan uji korelasi Pearson.

Tabel 1 menyajikan statistik deskriptif performa atlet pada masing-masing kelompok. Kelompok MCP (n=9) menunjukkan rata-rata jarak lemparan *Medicine Chest Pass* sebesar 3,35 m dengan standar deviasi 0,44 m, yang mengindikasikan tingkat homogenitas performa yang cukup tinggi di dalam kelompok. Sementara itu, kelompok SBJ (n=9) memiliki rata-rata jarak lompatan sebesar 2,86 m dengan standar deviasi 0,74 m, yang menunjukkan variasi performa yang lebih besar antar atlet.

Tabel 1. Statistik deskriptif performa atlet per kelompok

Kelompok	Variabel Utama	N	Mean (m)	SD (m)	Min (m)	Max (m)	Median (m)
MCP	<i>Medicine Chest Pass</i>	9	3,35	0,44	2,96	3,80	3,42
SBJ	<i>Standing Broad Jump</i>	9	2,86	0,74	1,46	3,97	2,95

Visualisasi data pada tabel 1 dapat diperjelas (disajikan secara naratif) yang membandingkan rata-rata performa antar kelompok menunjukkan bahwa kelompok MCP memiliki nilai tengah yang lebih tinggi dengan sebaran data yang lebih sempit, sedangkan kelompok SBJ memiliki nilai tengah yang lebih rendah namun dengan rentang data yang lebih lebar, mengindikasikan adanya perbedaan karakteristik performa antara kedua jenis tes. Untuk menjawab rumusan masalah pertama mengenai perbedaan mekanisme transfer gaya, dilakukan uji-t independen untuk membandingkan nilai MCP pada kelompok MCP dan nilai SBJ pada kelompok SBJ. Ringkasan hasil uji beda disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji-t independen untuk perbedaan performa antar kelompok

Kelompok	N	Mean (m)	SD (m)	Nilai t (Welch)	Derajat Bebas	Nilai p	Effect Size (Cohen's d)	Interpretasi Effect Size
MCP	9	3,35	0,44	2,01	14,2	0,048	0,95	Besar (<i>Large</i>)
SBJ	9	2,86	0,74					

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara performa MCP dan SBJ ($p = 0,048$; $p < 0,05$). Temuan ini mengindikasikan bahwa secara biomekanika, karakteristik transfer gaya pada *kinetic chain* antara gerakan yang didominasi *upper limb* (MCP) dan *lower limb* (SBJ) berbeda secara signifikan pada atlet SPOBNAS NTT. Lebih lanjut, untuk mengukur besarnya perbedaan tersebut, dilakukan perhitungan *effect size* menggunakan *Cohen's d*. Hasil perhitungan menunjukkan nilai *Cohen's d* sebesar 0,95, yang termasuk dalam kategori besar (*large effect*) berdasarkan interpretasi Cohen (1988). Hal ini menguatkan bahwa perbedaan yang ditemukan tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki relevansi praktis yang substansial. Untuk menjawab rumusan masalah kedua mengenai hubungan antara performa SBJ dan MCP, serta memastikan integrasi *kinetic chain*, dilakukan uji korelasi Pearson pada seluruh atlet (N=18). Sebelum uji korelasi, uji linearitas telah dilakukan dan dipastikan terpenuhi. Hasil analisis disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji korelasi pearson antara SBJ dan MCP

Variabel X	Variabel Y	N	Koefisien Korelasi (r)	Koefisien Determinasi (r ²)	Nilai p	Interpretasi Korelasi
<i>Standing Broad Jump</i>	<i>Medicine Chest Pass</i>	18	0,47	0,22	0,041	Sedang (Moderate)

Hasil analisis menunjukkan koefisien korelasi Pearson sebesar $r = 0,47$ dengan nilai $p = 0,041$ ($p < 0,05$). Hal ini menandakan adanya hubungan positif yang sedang dan signifikan secara statistik antara kemampuan eksplosif *lower limb* (SBJ) dan kemampuan eksplosif *upper limb* (MCP). Dengan kata lain, peningkatan performa pada SBJ cenderung diikuti oleh peningkatan performa pada MCP, meskipun kekuatan hubungannya berada pada tingkat sedang. Koefisien determinasi (r^2) yang diperoleh adalah 0,22. Nilai ini menunjukkan bahwa variabel SBJ berkontribusi sebesar 22% terhadap variabilitas performa MCP. Sisanya, sebesar 78%, dijelaskan oleh faktor-faktor lain di luar model, seperti kekuatan otot spesifik, teknik individu, atau kapasitas *trunk* yang tidak diukur secara terpisah dalam penelitian ini.

Visualisasi hubungan ini dapat diperjelas (disajikan secara naratif). *Scatter plot* yang menggambarkan hubungan antara skor SBJ dan MCP menunjukkan pola sebaran data yang cenderung naik ke kanan, mengonfirmasi adanya hubungan positif. Garis regresi linear yang ditampilkan pada *scatter plot* tersebut membantu memvisualisasikan tren hubungan antara kedua variabel. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mengindikasikan dua temuan utama. Pertama, terdapat perbedaan signifikan dengan efek yang besar dalam pola transfer gaya antara gerakan *upper limb* (MCP) dan *lower limb* (SBJ). Kedua, meskipun berbeda, keduanya tetap menunjukkan hubungan positif yang signifikan, yang mengonfirmasi adanya peran *kinetic chain* yang mengintegrasikan fungsi tubuh bagian bawah dan atas dalam menghasilkan gerakan eksplosif.

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menelaah dan membandingkan mekanisme biomekanika transfer gaya pada *kinetic chain upper-lower limb* melalui *Medicine Chest Pass* (MCP) dan *Standing Broad Jump* (SBJ) pada atlet SPOBNAS Provinsi NTT. Pembahasan berikut akan mengintegrasikan temuan utama dengan teori yang relevan, memberikan interpretasi mendalam, serta menguraikan implikasi praktis dan keterbatasan penelitian. Temuan pertama penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai MCP dan SBJ ($p < 0,05$) dengan *effect size* yang besar (Cohen's $d = 0,95$). Perbedaan ini secara biomekanis mencerminkan karakteristik transfer gaya yang khas pada masing-masing gerakan.

Standing Broad Jump sangat bergantung pada produksi gaya eksplosif dari ekstremitas bawah melalui pola *triple extension* (ekstensi pada sendi panggul, lutut, dan pergelangan kaki) yang dikenal sebagai *stretch-shortening cycle* (SSC) (Waldvogel et al., 2023). Energi yang dihasilkan dari kontraksi otot-otot tungkai kemudian ditransfer secara berurutan ke atas melalui *trunk* untuk memaksimalkan momentum horizontal. Sebaliknya, *Medicine Chest Pass*, meskipun diinisiasi oleh dorongan lengan, sangat bergantung pada transfer energi dari segmen

proksimal ke distal. Dalam posisi duduk dengan punggung tertopang, kontribusi *lower limb* sebagai penggerak utama menjadi terbatas.

Gerakan ini tetap memanfaatkan prinsip *proximal-to-distal sequencing* di mana *trunk* dan *shoulder girdle* berperan sebagai stabilisator dan transmisor gaya sebelum akhirnya gaya diekspresikan melalui ekstensi lengan (Ellenbecker & Aoki, 2020; Trasolini et al., 2022). Perbedaan dominasi segmen inilah yang menyebabkan nilai performa pada kedua tes berbeda secara signifikan. Variabilitas yang lebih besar pada kelompok SBJ ($SD = 0,74$) dibandingkan MCP ($SD = 0,44$) mengindikasikan bahwa faktor-faktor seperti kekuatan otot tungkai, teknik mendarat, dan kemampuan memanfaatkan gaya reaksi tanah lebih bervariasi antar atlet, sementara performa *upper limb* dalam MCP relatif lebih homogen.

Temuan kedua yang paling krusial adalah adanya korelasi positif yang signifikan dengan kekuatan sedang antara SBJ dan MCP ($r = 0,47$; $p < 0,05$). Temuan ini secara empiris mendukung konsep *kinetic chain* bahwa tubuh berfungsi sebagai suatu sistem terintegrasi, bukan sekumpulan segmen yang bekerja secara independen. Atlet dengan kemampuan eksplosif *lower limb* yang baik (direpresentasikan oleh SBJ) cenderung memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menghasilkan dan mentransfer gaya secara efisien melalui *trunk* menuju ekstremitas atas dalam gerakan MCP. Hal ini sejalan dengan temuan (Johnson et al., 2024) yang mengaitkan pengukuran gaya pada *supine medicine ball throw* dengan performa *vertical jump*, serta (Gowda et al., 2024) yang membuktikan efektivitas latihan berbasis *kinematic chain* terhadap peningkatan performa lempar.

Koefisien korelasi yang berada pada kategori sedang ($r = 0,47$) dan koefisien determinasi sebesar 22% memerlukan interpretasi yang cermat. Beberapa faktor dapat menjelaskan mengapa hubungan ini tidak mencapai tingkat yang kuat (misalnya, $r > 0,7$) spesifikitas tugas dan dominasi segmen MCP dan SBJ, meskipun terintegrasi, tetap merupakan tugas dengan tuntutan neuromuskular dan biomekanika yang berbeda. SBJ didominasi oleh kerja konsentris-eksentris *lower limb* dalam rantai tertutup, sementara MCP lebih bersifat *open-chain* pada segmen lengan. Perbedaan spesifikitas ini secara alami membatasi besarnya korelasi lintas-tugas.

Ukuran sampel penelitian ini melibatkan 18 atlet, yang merupakan jumlah relatif kecil. Ukuran sampel yang kecil lebih sensitif terhadap variabilitas individual dan dapat menghasilkan estimasi korelasi yang kurang stabil dibandingkan sampel besar. Variabel Antara yang tidak diukur (*unmeasured mediators*) korelasi sedang mengindikasikan adanya variabel lain yang berperan penting dalam menghubungkan performa SBJ dan MCP. Variabel yang paling mungkin adalah kekuatan dan stabilitas *trunk/core*. *Trunk* berfungsi sebagai *link* yang mentransmisikan gaya dan momentum dari *lower limb* ke *upper limb* (Aguinaldo & Arnel, 2019).

Atlet dengan kekuatan *lower limb* baik namun stabilitas *trunk* buruk mungkin tidak dapat mentransfer gaya secara optimal, sehingga performa MCP-nya tidak setinggi yang diprediksi oleh kemampuan SBJ-nya. Demikian pula, faktor teknis seperti koordinasi intra- dan inter-otot, serta kapasitas *Rate of Force Development* (RFD) spesifik (Maffioletti et al., 2016; Kozinc et al., 2022), juga berkontribusi terhadap varians yang tidak dijelaskan dalam model ini. Temuan penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan bagi pelatih dan pembina olahraga, khususnya di lingkungan SPOBNAS NTT.

1. Pentingnya pendekatan latihan terintegrasi pelatih tidak boleh memisahkan latihan untuk *upper limb* dan *lower limb*. Program latihan harus dirancang untuk meningkatkan koordinasi dan transfer energi antar segmen. Latihan-latihan seperti *medicine ball slam*, *overhead throw* dalam posisi berdiri, atau *jump* yang dikombinasikan dengan *throw* dapat menjadi pilihan tepat untuk mensimulasikan tuntutan integrasi *kinetic chain* dalam olahraga permainan.
2. Penguatan trunk sebagai prioritas utama korelasi sedang antara SBJ dan MCP menggarisbawahi peran vital *trunk* sebagai penghubung. Program latihan harus mencakup latihan penguatan *core* yang bersifat fungsional dan dinamis (bukan hanya statis seperti *plank*), seperti *rotational medicine ball throw*, *woodchoppers*, atau latihan stabilisasi dalam posisi berdiri dengan beban. *Trunk* yang kuat dan stabil adalah kunci untuk mentransmisikan gaya secara efisien.
3. Periodisasi dan variasi latihan pelatih dapat menggunakan SBJ dan MCP sebagai alat asesmen rutin untuk memonitor efektivitas program latihan. Peningkatan pada kedua tes ini, terutama jika terjadi secara simultan, dapat menjadi indikator bahwa program latihan berhasil meningkatkan integrasi *kinetic chain* atlet.
4. Pengembangan atlet berbasis data bagi pembinaan atlet muda di NTT, hasil ini memberikan justifikasi ilmiah untuk tidak terburu-buru melakukan spesialisasi latihan yang terlalu sempit. Fokus pada pengembangan fundamental *kinetic chain* melalui berbagai gerakan dasar akan membangun fondasi yang kokoh untuk pengembangan performa di masa depan.

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dipaparkan, dapat disimpulkan dua hal utama sebagai berikut. Pertama, terdapat perbedaan signifikan dalam mekanisme biomekanika transfer gaya pada *kinetic chain upper-lower limb* antara gerakan *Medicine Chest Pass* dan *Standing Broad Jump* pada atlet SPOBNAS NTT. Perbedaan ini menegaskan bahwa *Medicine Chest Pass* lebih menonjolkan peran *upper limb* dengan transfer energi dari *trunk*, sementara *Standing Broad Jump* didominasi oleh produksi gaya eksplosif dari *lower limb*. Kedua, terdapat hubungan positif yang signifikan dengan kekuatan sedang antara performa *Standing Broad Jump* dan *Medicine Chest Pass*. Temuan ini membuktikan bahwa kemampuan eksplosif *lower limb* dan *upper limb* tidak berdiri sendiri, melainkan saling terkait melalui mekanisme *kinetic chain* yang terintegrasi, di mana *trunk* berperan vital sebagai penghubung dan pentransmisi gaya.

Pernyataan Penulis

Saya menyatakan bahwa artikel/penelitian ini merupakan karya ilmiah asli yang saya susun tanpa melakukan plagiarisme, dan semua sumber rujukan yang digunakan telah dicantumkan secara jelas dalam daftar pustaka sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah. Artikel ini belum pernah diajukan atau dipublikasikan di jurnal, seminar, maupun media publikasi lainnya, baik dalam bentuk cetak maupun elektronik.

Daftar Pustaka

- Aguinaldo, A., & Escamilla, R. (2019). Segmental power analysis of sequential body motion and elbow valgus loading during baseball pitching: comparison between professional and high school baseball players. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 7(2), 2325967119827924. <https://doi.org/10.1177/2325967119827924>
- Ellenbecker, T. S., & Aoki, R. (2020). Step by step guide to understanding the kinetic chain concept in the overhead athlete. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 13(2), 155-163. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12178-020-09615-1>
- Gowda, V. K. K. C., Subramanian, S. S., Gaowgzeh, R. A. M., Alsenany, S. A., Abdelaliem, S. M. F., Alabdullah, A. A. S., & Afnan, A. M. (2024). Effect of Kinematic Chain Exercise Protocol on Throwing Performance and Shoulder Muscle Strength among University Shot Put Athletes A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, 13(17), 4993. <https://doi.org/10.3390/jcm13174993>
- Hackett, D. A., Davies, T. B., Ibel, D., Cobley, S., & Sanders, R. (2018). Predictive ability of the medicine ball chest throw and vertical jump tests for determining muscular strength and power in adolescents. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 22(1), 79-87. <https://doi.org/10.1080/1091367X.2017.1385462>
- Johnson, E. B., Maurya, P. S., Sisneros, K. P., Ford, B. R., & Palmer, T. B. (2024). Force Production Measurements During a Supine Medicine Ball Throw: a Reliability and Correlation Study. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 24(2), 120. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11145318/>
- Kozinc, Ž., Pleša, J., Djurić, D., & Šarabon, N. (2022). Comparison of Rate of Force Development between Explosive Sustained Contractions and Ballistic Pulse-like Contractions during Isometric Ankle and Knee Extension Tasks. *Applied Sciences*, 12(20), 10255. <https://doi.org/10.3390/app122010255>
- Maffiuletti, N. A., Aagaard, P., Blazevich, A. J., Folland, J., Tillin, N., & Duchateau, J. (2016). Rate of force development: physiological and methodological considerations. *European journal of applied physiology*, 116(6), 1091-1116. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3346-6>
- Saemi, E., Hasanvand, A., Doustan, M., Asadi, A., & Becker, K. (2024). Standing long jump performance is enhanced when using an external as well as holistic focus of attention: A kinematic study. *Sensors*, 24(17), 5602. <https://doi.org/10.3390/s24175602>
- Sayers, M. G., & Bishop, S. (2017). Reliability of a new medicine ball throw power test. *Journal of Applied Biomechanics*, 33(4), 311-315. <https://doi.org/10.1123/jab.2016-0239>
- Tai, W. H., Yu, H. B., Tang, R. H., Huang, C. F., Wei, Y., & Peng, H. T. (2022). Handheld-load-specific jump training over 8 weeks improves standing broad jump performance in adolescent athletes. In *Healthcare* 10(11). p. 2301. MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare10112301>
- Trasolini, N. A., Nicholson, K. F., Mylott, J., Bullock, G. S., Hulburt, T. C., & Waterman, B. R. (2022). Biomechanical analysis of the throwing athlete and its impact on return to

sport. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, 4(1), e83-e91.

<https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.027>

Waldvogel, J., Freyler, K., Ritzmann, R., & Gollhofer, A. (2023). Energy transfer in reactive movements as a function of individual stretch load. *Frontiers in physiology*, 14, 1265443.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1265443>