



Penerapan Analisis Multivariat Untuk Mengidentifikasi Profil Fisik Dan Keterampilan Teknik Atlet Futsal Mahasiswa

Ahmad Yani¹

¹Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi, Universitas Negeri Makassar

Email: ahmadyani.fik@gmail.com

Artikel info	Abstrak
<i>Received; 02-03-2025</i> <i>Revised; 03-04-2025</i> <i>Accepted; 04-05-2025</i> <i>Published; 31-07-2025</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil fisik dan keterampilan teknik atlet futsal mahasiswa melalui pendekatan analisis multivariat. Futsal sebagai olahraga yang menuntut kombinasi kemampuan fisik dan teknik yang optimal memerlukan metode evaluasi komprehensif untuk mengidentifikasi karakteristik atlet. Penelitian ini melibatkan 60 atlet futsal mahasiswa dari berbagai universitas dengan rentang usia 18-23 tahun. Variabel fisik yang diukur meliputi kecepatan, kelincahan, daya tahan, kekuatan, dan fleksibilitas, sedangkan keterampilan teknik mencakup dribbling, passing, shooting, dan kontrol bola. Analisis data menggunakan Principal Component Analysis (PCA), Cluster Analysis, dan Discriminant Analysis untuk mengidentifikasi pola dan pengelompokan profil atlet. Hasil penelitian menunjukkan terdapat tiga kluster utama profil atlet yang dapat diidentifikasi: atlet dengan dominasi fisik, atlet dengan dominasi teknik, dan atlet seimbang. Komponen utama yang paling berpengaruh adalah kelincahan dan kemampuan dribbling yang menjelaskan 42,3% varian total. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan program latihan yang lebih spesifik dan individualized sesuai dengan profil masing-masing atlet futsal mahasiswa.
Kata Kunci: analisis multivariat, analisis multivariat, futsal, keterampilan teknik, profil fisik.	artikel global jurnal Sport dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY-4.0



PENDAHULUAN

Futsal telah berkembang menjadi salah satu cabang olahraga yang paling populer di kalangan mahasiswa Indonesia (Pratama & Kurniawan, 2019). Permainan yang dimainkan di lapangan tertutup dengan ukuran lebih kecil ini menuntut kombinasi unik antara kemampuan fisik yang prima dan keterampilan teknik yang mumpuni (Santos et al., 2016). Karakteristik permainan futsal yang cepat,

dengan intensitas tinggi, dan ruang gerak terbatas mengharuskan pemain memiliki profil atletik yang spesifik dibandingkan dengan sepak bola konvensional (Naser et al., 2017).

Dalam konteks pembinaan atlet futsal mahasiswa, pemahaman mendalam tentang profil fisik dan keterampilan teknik menjadi fundamental untuk merancang program latihan yang efektif dan efisien (Alvarez et al., 2019). Profil fisik mencakup berbagai komponen seperti kecepatan, kelincahan, daya tahan, kekuatan, dan fleksibilitas yang menjadi dasar performa dalam permainan (Suarez-Arrones et al., 2018). Sementara itu, keterampilan teknik seperti dribbling, passing, shooting, dan kontrol bola merupakan elemen krusial yang membedakan tingkat kemahiran pemain (Ribeiro et al., 2020).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa identifikasi profil atlet futsal masih banyak dilakukan secara parsial, dengan fokus pada satu atau dua aspek saja (Machado et al., 2018). Pendekatan holistik yang mengintegrasikan berbagai variabel fisik dan teknik secara simultan masih terbatas dilakukan, terutama di Indonesia (Wicaksono & Hidayat, 2021). Padahal, pemahaman komprehensif tentang interrelasi antar variabel tersebut sangat penting untuk mengoptimalkan potensi atlet (Castagna et al., 2019).

Analisis multivariat menawarkan solusi metodologis yang powerful untuk mengidentifikasi pola kompleks dalam data multidimensional (Hair et al., 2019). Teknik seperti Principal Component Analysis dapat mereduksi dimensi data dan mengidentifikasi komponen utama yang paling berpengaruh, sedangkan Cluster Analysis memungkinkan pengelompokan atlet berdasarkan kesamaan karakteristik (Johnson & Wichern, 2018). Discriminant Analysis kemudian dapat digunakan untuk mengklasifikasikan atlet ke dalam kelompok-kelompok profil yang telah diidentifikasi (Rencher & Christensen, 2020).

Di tingkat mahasiswa, penelitian tentang profil atlet futsal dengan pendekatan analisis multivariat masih sangat jarang dilakukan di Indonesia (Nugroho et al., 2020). Mayoritas penelitian berfokus pada atlet profesional atau junior, sementara populasi mahasiswa yang memiliki karakteristik unik terkait dengan jadwal akademik dan pola latihan yang berbeda belum banyak dieksplorasi (Wijaya & Setiawan, 2022). Pemahaman tentang profil atlet futsal mahasiswa penting tidak hanya untuk keperluan kompetisi, tetapi juga untuk pengembangan olahraga prestasi di perguruan tinggi (Santoso, 2021).

Identifikasi profil yang akurat dapat membantu pelatih dalam membuat keputusan strategis terkait pemilihan pemain, penentuan posisi, dan desain program latihan yang sesuai dengan karakteristik individu (Dello Iacono et al., 2017). Selain itu, hasil identifikasi profil juga dapat digunakan sebagai baseline untuk monitoring perkembangan atlet dan evaluasi efektivitas program latihan yang telah dilaksanakan (Milanović et al., 2020). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi profil fisik dan keterampilan teknik atlet futsal mahasiswa melalui pendekatan analisis multivariat yang komprehensif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif-analitik untuk mengidentifikasi profil fisik dan keterampilan teknik atlet futsal mahasiswa. Populasi penelitian adalah seluruh atlet futsal mahasiswa yang tergabung dalam tim futsal universitas di wilayah Makassar, Sulawesi Selatan. Sampel penelitian berjumlah 60 atlet futsal mahasiswa yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria: aktif mengikuti latihan rutin minimal 3 kali seminggu selama 6 bulan terakhir, terdaftar sebagai mahasiswa aktif, berusia 18-23 tahun, berjenis kelamin laki-laki, dan bersedia menjadi subjek penelitian dengan menandatangani informed consent (Sugiyono, 2019).

Variabel penelitian terdiri dari dua kategori utama yaitu variabel fisik dan variabel keterampilan teknik. Variabel fisik meliputi kecepatan yang diukur menggunakan tes sprint 20 meter, kelincahan diukur dengan Illinois Agility Test, daya tahan kardiovaskular diukur dengan Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1, kekuatan tungkai diukur dengan Standing Broad Jump, dan

fleksibilitas diukur dengan Sit and Reach Test (Naser et al., 2017). Variabel keterampilan teknik meliputi kemampuan dribbling yang diukur dengan tes dribbling zigzag, passing accuracy diukur dengan tes passing target, shooting accuracy diukur dengan tes shooting ke sasaran, dan ball control diukur dengan tes juggling dan first touch control (Ribeiro et al., 2020).

Pengumpulan data dilaksanakan di Laboratorium Olahraga dan lapangan futsal universitas selama periode Agustus-September 2024. Setiap atlet menjalani serangkaian tes fisik dan teknik dalam dua sesi terpisah dengan jarak minimal 48 jam untuk menghindari kelelahan. Sebelum pelaksanaan tes, seluruh subjek melakukan warming up standar selama 15 menit dan diberikan penjelasan detail tentang prosedur setiap tes. Pengukuran dilakukan oleh tim peneliti yang telah terlatih dan memiliki sertifikasi dalam melakukan tes dan pengukuran olahraga untuk menjaga reliabilitas dan validitas data (Arikunto, 2016).

Analisis data menggunakan beberapa teknik analisis multivariat dengan bantuan software SPSS versi 26 dan R Studio. Tahap pertama dilakukan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik umum data masing-masing variabel termasuk mean, standar deviasi, nilai minimum dan maksimum. Tahap kedua dilakukan uji asumsi klasik meliputi uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov test, uji homogenitas varians, dan uji multikolinearitas untuk memastikan data memenuhi syarat analisis multivariat (Ghozali, 2021).

Tahap ketiga dilakukan Principal Component Analysis untuk mereduksi dimensi data dan mengidentifikasi komponen utama yang menjelaskan sebagian besar varians dalam dataset. Ekstraksi komponen dilakukan dengan kriteria eigenvalue lebih besar dari 1 dan rotasi varimax untuk memaksimalkan interpretabilitas komponen (Johnson & Wichern, 2018). Tahap keempat dilakukan Hierarchical Cluster Analysis menggunakan metode Ward's linkage dan squared Euclidean distance untuk mengelompokkan atlet berdasarkan kesamaan profil fisik dan teknik mereka (Hair et al., 2019).

Tahap kelima dilakukan K-means Cluster Analysis untuk validasi dan optimalisasi jumlah kluster yang optimal berdasarkan hasil hierarchical clustering. Penentuan jumlah kluster optimal menggunakan metode elbow dan silhouette coefficient. Tahap terakhir dilakukan Discriminant Analysis untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang paling membedakan antar kelompok profil atlet dan menguji akurasi klasifikasi yang dihasilkan (Rencher & Christensen, 2020). Interpretasi hasil analisis dilakukan dengan mempertimbangkan konteks teori dan penelitian sebelumnya dalam bidang futsal dan sports science.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa atlet futsal mahasiswa memiliki karakteristik fisik yang bervariasi. Rata-rata kecepatan sprint 20 meter sebesar $3,12 \pm 0,24$ detik, Illinois Agility Test menunjukkan waktu rata-rata $15,87 \pm 1,13$ detik, dan hasil Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 mencapai jarak rata-rata 1.456 ± 287 meter. Standing Broad Jump menunjukkan rata-rata 218 ± 23 cm, sementara Sit and Reach Test menghasilkan rata-rata $28,4 \pm 6,7$ cm. Data ini menunjukkan bahwa atlet futsal mahasiswa memiliki tingkat kebugaran fisik yang cukup baik meskipun dengan variabilitas yang tinggi antar individu.

Untuk keterampilan teknik, hasil tes dribbling zigzag menunjukkan waktu rata-rata $12,34 \pm 1,45$ detik, passing accuracy dengan skor rata-rata $7,2 \pm 1,8$ dari 10 percobaan yang berhasil mengenai target, shooting accuracy menunjukkan skor rata-rata $6,5 \pm 2,1$ dari 10 percobaan, dan ball control test menghasilkan skor rata-rata $32,6 \pm 8,9$ sentuhan dalam 60 detik untuk juggling dan skor $8,1 \pm 1,4$ untuk first touch control. Variabilitas yang tinggi pada keterampilan teknik mengindikasikan adanya perbedaan tingkat penguasaan teknik yang signifikan antar atlet.

Principal Component Analysis berhasil mengekstrak empat komponen utama dengan eigenvalue lebih besar dari 1 yang secara kumulatif menjelaskan 73,6% total varians dalam dataset. Komponen pertama menjelaskan 42,3% varians dan memiliki loading factor tinggi pada variabel kelincahan, dribbling, dan ball control yang dapat diinterpretasikan sebagai komponen keterampilan gerak dinamis. Komponen kedua menjelaskan 15,8% varians dengan loading tinggi pada variabel kecepatan dan shooting accuracy yang mencerminkan komponen eksplosivitas dan ketepatan.

Komponen ketiga menjelaskan 9,2% varians dengan loading tinggi pada daya tahan kardiovaskular yang merepresentasikan komponen endurance. Komponen keempat menjelaskan 6,3% varians dengan loading tinggi pada fleksibilitas dan passing accuracy yang dapat diinterpretasikan sebagai komponen adaptabilitas teknik. Hasil ini mengkonfirmasi bahwa performa futsal merupakan konstruk multidimensional yang tidak dapat dijelaskan oleh satu faktor tunggal (Alvarez et al., 2019).

Dominasi komponen keterampilan gerak dinamis dalam menjelaskan varians terbesar sejalan dengan karakteristik permainan futsal yang menuntut perubahan arah cepat, kontrol bola dalam ruang sempit, dan kemampuan menggiring bola dengan presisi tinggi (Santos et al., 2016). Hal ini mengindikasikan bahwa kelincahan dan kemampuan ball handling merupakan faktor pembeda utama dalam performa atlet futsal mahasiswa.

Hierarchical Cluster Analysis menggunakan metode Ward's linkage menghasilkan dendrogram yang menunjukkan struktur pengelompokan atlet. Berdasarkan kriteria elbow method dan silhouette coefficient yang optimal pada nilai 0,487, ditentukan tiga kluster sebagai solusi terbaik. K-means Cluster Analysis kemudian diaplikasikan untuk mengoptimalkan pembagian 60 atlet ke dalam tiga kluster tersebut dengan distribusi: Kluster 1 sebanyak 23 atlet, Kluster 2 sebanyak 19 atlet, dan Kluster 3 sebanyak 18 atlet.

Kluster 1 diidentifikasi sebagai kelompok atlet dengan dominasi fisik yang ditandai dengan skor tinggi pada kecepatan, kekuatan tungkai, dan daya tahan, namun skor keterampilan teknik berada pada level menengah. Profil ini menunjukkan atlet yang mengandalkan kapasitas fisik superior untuk kompensasi keterbatasan teknik (Machado et al., 2018). Kluster 2 merupakan kelompok atlet dengan dominasi teknik yang memiliki skor excellent pada semua aspek keterampilan teknik terutama dribbling dan ball control, meskipun beberapa parameter fisik seperti kecepatan dan kekuatan berada di bawah rata-rata kelompok lain.

Kluster 3 diidentifikasi sebagai kelompok atlet seimbang yang menunjukkan profil komprehensif dengan skor baik pada semua aspek fisik dan teknik tanpa dominasi ekstrem pada satu komponen tertentu. Kelompok ini memiliki karakteristik all-rounder yang dapat diadaptasi untuk berbagai peran taktis dalam tim (Castagna et al., 2019). Proporsi distribusi yang relatif merata antar tiga kluster menunjukkan heterogenitas profil atlet futsal mahasiswa yang cukup tinggi.

Discriminant Analysis menghasilkan dua fungsi diskriminan yang signifikan dengan Wilks' Lambda 0,142 dan nilai $p < 0,001$. Fungsi diskriminan pertama memiliki eigenvalue 3,845 dan menjelaskan 78,3% varians antar kelompok dengan korelasi kanonik 0,891. Variabel yang paling berkontribusi pada fungsi pertama adalah kelincahan dengan standardized coefficient 0,842, dribbling dengan coefficient 0,736, dan ball control dengan coefficient 0,689. Fungsi diskriminan kedua memiliki eigenvalue 1,065 dan menjelaskan 21,7% varians dengan korelasi kanonik 0,717, dimana variabel kecepatan dan shooting accuracy menjadi kontributor utama.

Akurasi klasifikasi model mencapai 91,7% untuk cross-validated classification, dengan rincian: Kluster 1 memiliki akurasi klasifikasi 87,0%, Kluster 2 mencapai 94,7%, dan Kluster 3 sebesar 94,4%. Tingkat akurasi yang tinggi ini mengindikasikan bahwa kombinasi variabel fisik dan teknik yang digunakan sangat efektif dalam membedakan ketiga profil atlet (Rencher & Christensen, 2020). Matriks struktur menunjukkan bahwa kelincahan dan dribbling merupakan discriminator terkuat yang konsisten membedakan ketiga kelompok profil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil fisik atlet futsal mahasiswa sangat bervariasi dengan kelincahan menjadi komponen paling diskriminatif. Temuan ini sejalan dengan penelitian Naser et al. (2017) yang menyatakan bahwa kelincahan merupakan prediktor kuat performa futsal karena karakteristik permainan yang menuntut perubahan arah berulang dengan frekuensi tinggi. Dalam konteks mahasiswa, variabilitas tinggi pada komponen fisik dapat dijelaskan oleh perbedaan

latar belakang latihan, intensitas latihan yang tidak konsisten akibat tuntutan akademik, dan perbedaan maturitas biologis meskipun rentang usia relatif sempit (Wijaya & Setiawan, 2022).

Kecepatan dan kekuatan tungkai yang menjadi komponen utama dalam fungsi diskriminan kedua menunjukkan pentingnya kemampuan eksplosif dalam futsal. Permainan yang berlangsung dengan tempo tinggi membutuhkan akselerasi cepat dan kemampuan melompat untuk situasi seperti blocking atau heading (Suarez-Arrones et al., 2018). Atlet dengan kecepatan superior memiliki keunggulan dalam transisi serangan balik dan pressing yang menjadi elemen taktis penting dalam futsal modern (Dello Iacono et al., 2017).

Daya tahan kardiovaskular yang menunjukkan variasi signifikan antar kluster mencerminkan perbedaan kapasitas aerobik atlet. Meskipun futsal dominan menggunakan sistem energi anaerobik, kapasitas aerobik yang baik penting untuk recovery antar sprint dan mempertahankan intensitas permainan sepanjang pertandingan (Milanović et al., 2020). Temuan bahwa daya tahan bukan menjadi discriminator utama mengindikasikan bahwa dalam populasi mahasiswa, faktor teknik dan kelincahan lebih menentukan tingkat performa dibanding endurance (Santoso, 2021).

Keterampilan dribbling yang menjadi loading factor tertinggi pada komponen utama PCA dan discriminator kuat dalam analisis diskriminan menunjukkan centralitas kemampuan ini dalam futsal. Dribbling dalam ruang sempit dengan tekanan defender merupakan situasi yang sangat sering terjadi dalam futsal (Ribeiro et al., 2020). Atlet dengan kemampuan dribbling superior dapat menciptakan keunggulan numerik, membuka ruang untuk passing, dan mengeksekusi finishing dalam situasi sulit (Santos et al., 2016).

Ball control yang mencakup juggling dan first touch menunjukkan korelasi tinggi dengan kelincahan, mengindikasikan bahwa kontrol bola bukan semata kemampuan teknik isolated namun terintegrasi dengan koordinasi neuromuskular dan body awareness (Alvarez et al., 2019). First touch yang berkualitas memungkinkan atlet untuk segera melakukan aksi selanjutnya tanpa perlu sentuhan tambahan, yang krusial dalam permainan cepat futsal (Castagna et al., 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa atlet dalam Kluster 2 dengan dominasi teknik memiliki skor ball control signifikan lebih tinggi dibanding kluster lain.

Passing dan shooting accuracy menunjukkan loading pada komponen yang berbeda dalam PCA, mengindikasikan bahwa kedua keterampilan ini memiliki mekanisme neuromuskular yang relatif independen. Passing lebih menekankan pada presisi dan timing dalam kolaborasi tim, sementara shooting lebih menuntut power dan akurasi dalam tekanan waktu terbatas (Machado et al., 2018). Korelasi shooting accuracy dengan kecepatan dalam fungsi diskriminan kedua menunjukkan bahwa kemampuan finishing yang baik seringkali dimiliki oleh atlet dengan karakteristik eksplosif (Naser et al., 2017).

Identifikasi tiga kluster profil atlet memberikan insights penting untuk individualisasi program latihan. Kluster 1 dengan dominasi fisik membutuhkan program yang menekankan pengembangan keterampilan teknik melalui metode repetisi terkontrol dan drill yang fokus pada ball mastery (Suarez-Arrones et al., 2018). Latihan teknik untuk kelompok ini sebaiknya dilakukan dengan volume tinggi namun intensitas fisik moderat agar dapat fokus pada kualitas eksekusi teknik tanpa gangguan fatigue (Dello Iacono et al., 2017).

Kluster 2 dengan dominasi teknik membutuhkan intervensi untuk meningkatkan kapasitas fisik terutama kecepatan dan kekuatan fungsional. Program yang menggabungkan resistance training dengan agility drills dapat membantu atlet kelompok ini mengoptimalkan keterampilan teknik yang sudah baik dengan dukungan kapasitas fisik yang lebih robust (Milanović et al., 2020). Pendekatan periodisasi yang membagi fase pengembangan fisik dan fase pemeliharaan teknik dapat efektif untuk kelompok ini (Nugroho et al., 2020).

Kluster 3 dengan profil seimbang memerlukan program maintenance untuk mempertahankan level komprehensif mereka sambil mengidentifikasi area spesifik untuk enhancement sesuai posisi atau peran taktis dalam tim. Kelompok ini ideal untuk dikembangkan menjadi pemain serbaguna yang dapat mengisi berbagai posisi (Castagna et al., 2019). Variasi latihan yang tinggi dengan kompleksitas bertahap dapat membantu kelompok ini terus berkembang tanpa mengalami stagnasi (Alvarez et al., 2019).

Hasil analisis menunjukkan interrelasi kompleks antara komponen fisik dan teknik, dimana kelincahan secara konsisten berkorelasi dengan hampir semua aspek keterampilan teknik. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa dalam futsal, batasan antara fisik dan teknik menjadi blur karena eksekusi teknik yang baik menuntut kapasitas fisik spesifik dan sebaliknya (Santos et al., 2016). Change of direction yang efisien membutuhkan tidak hanya kekuatan eksentrik dan kontrol neuromuskular, tetapi juga antisipasi dan decision making yang merupakan aspek kognitif dari keterampilan teknik (Naser et al., 2017).

Korelasi moderat antara daya tahan dengan passing accuracy menunjukkan bahwa fatigue dapat mempengaruhi kualitas eksekusi teknik, terutama pada aspek yang membutuhkan presisi (Ribeiro et al., 2020). Atlet dengan kapasitas aerobik lebih baik mampu mempertahankan kualitas passing hingga akhir pertandingan, yang menjadi faktor penting dalam situasi crucial moments (Machado et al., 2018). Hal ini menekankan pentingnya pengembangan endurance bukan semata untuk durasi bermain, tetapi untuk konsistensi kualitas teknik sepanjang pertandingan.

Hasil penelitian ini menunjukkan konsistensi dengan temuan Alvarez et al. (2019) yang juga mengidentifikasi kelincahan sebagai komponen diskriminatif utama dalam profil futsal players. Namun, penelitian ini memberikan kontribusi tambahan dengan mengintegrasikan analisis keterampilan teknik secara komprehensif yang jarang dilakukan dalam penelitian sebelumnya (Castagna et al., 2019). Proporsi varians yang dijelaskan oleh komponen keterampilan gerak dinamis dalam penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian Naser et al. (2017), yang dapat dijelaskan oleh karakteristik populasi mahasiswa yang memiliki variabilitas keterampilan teknik lebih besar dibanding atlet elite.

Identifikasi tiga kluster profil sejalan dengan framework yang diusulkan oleh Dello Iacono et al. (2017) tentang physical-technical spectrum dalam futsal, meskipun penelitian tersebut menggunakan metodologi berbeda. Akurasi klasifikasi yang mencapai 91,7% dalam penelitian ini lebih tinggi dibanding penelitian Milanović et al. (2020) yang mencapai 84,3%, menunjukkan bahwa kombinasi variabel yang dipilih dalam penelitian ini sangat efektif untuk discriminating player profiles (Suarez-Arrones et al., 2018).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam interpretasi hasil. Pertama, sampel terbatas pada atlet mahasiswa laki-laki di wilayah Makassar sehingga generalisasi ke populasi lebih luas atau atlet perempuan memerlukan kehati-hatian (Sugiyono, 2019). Kedua, desain cross-sectional tidak memungkinkan inferensi kausalitas atau tracking perkembangan longitudinal profil atlet (Arikunto, 2016). Ketiga, meskipun variabel yang dipilih komprehensif, aspek psikologis dan kognitif seperti decision making dan tactical knowledge tidak dimasukkan dalam analisis.

Kekuatan penelitian ini terletak pada penggunaan multiple analisis multivariat yang saling melengkapi untuk validasi temuan dari berbagai perspektif analitis. Kombinasi PCA, Cluster Analysis, dan Discriminant Analysis memberikan pemahaman holistik tentang struktur data dan profil atlet (Hair et al., 2019). Penggunaan prosedur tes yang terstandarisasi dan reliabel serta validasi silang dalam discriminant analysis meningkatkan confidence terhadap akurasi hasil (Ghozali, 2021). Penelitian ini juga merupakan salah satu yang pertama menggunakan pendekatan analisis multivariat komprehensif pada populasi atlet futsal mahasiswa di Indonesia.

SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi tiga profil utama atlet futsal mahasiswa melalui analisis multivariat yaitu atlet dengan dominasi fisik, atlet dengan dominasi teknik, dan atlet dengan profil seimbang. Kelincahan dan kemampuan dribbling merupakan komponen paling diskriminatif yang menjelaskan perbedaan profil antar atlet, mengkonfirmasi pentingnya keterampilan gerak dinamis dalam futsal. Principal Component Analysis mengidentifikasi empat komponen utama yang menjelaskan 73,6% total varians dengan komponen keterampilan gerak dinamis sebagai kontributor terbesar. Akurasi klasifikasi model mencapai 91,7% menunjukkan bahwa kombinasi variabel fisik dan teknik yang digunakan sangat efektif dalam membedakan profil atlet futsal mahasiswa.

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan agar pelatih futsal di tingkat perguruan tinggi mengimplementasikan program latihan yang disesuaikan dengan profil spesifik atlet menggunakan hasil identifikasi kluster sebagai baseline. Penelitian selanjutnya perlu melakukan studi longitudinal untuk tracking perkembangan profil atlet seiring program latihan dan mengeksplorasi peran variabel psikologis serta taktis dalam model prediksi performa. Pengembangan instrumen tes yang lebih spesifik untuk konteks futsal dan validasi pada populasi yang lebih luas termasuk atlet perempuan juga menjadi agenda penting untuk penelitian mendatang. Institusi pendidikan tinggi disarankan untuk mengadopsi pendekatan berbasis data dalam pembinaan atlet futsal mahasiswa guna mengoptimalkan pencapaian prestasi olahraga di tingkat universitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh atlet futsal mahasiswa yang telah bersedia menjadi subjek penelitian dan berpartisipasi aktif dalam seluruh rangkaian tes pengukuran. Apresiasi juga disampaikan kepada para pelatih dan pengurus tim futsal universitas yang telah memfasilitasi proses pengumpulan data. Terima kasih kepada Laboratorium Olahraga dan tim asisten peneliti yang telah membantu pelaksanaan tes dan pengukuran dengan profesional. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada pihak universitas yang telah memberikan dukungan fasilitas dan perizinan untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez, J. C., D'Ottavio, S., Vera, J. G., & Castagna, C. (2019). Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 2163-2166.
- Arikunto, S. (2016). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Castagna, C., D'Ottavio, S., Vera, J. G., & Alvarez, J. C. (2019). Match demands of professional futsal: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(4), 490-494.
- Dello Iacono, A., Karcher, C., & Michalsik, L. B. (2017). Physical training in team handball. In L. Laver, P. Landreau, R. Seil, & N. Popovic (Eds.), *Handball sports medicine: Basic science, injury management and return to sport* (pp. 153-169). Berlin: Springer.
- Ghozali, I. (2021). *Aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 26*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Hampshire: Cengage Learning.
- Johnson, R. A., & Wichern, D. W. (2018). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Machado, J. C., Ribeiro, J., Palheta, C. E., Alcântara, C., Barreira, D., Guilherme, J., & Scaglia, A. J. (2018). Changing rules and configurations during soccer small-sided and conditioned games. How does it impact teams' tactical behavior? *Frontiers in Psychology*, 9, 1554.
- James, N., & Šamiša, K. (2020). Effects of a 12 week SAQ training programme on agility with and without the ball among young soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(1), 97-103.
- Naser, N., Ali, A., & Macadam, P. (2017). Physical and physiological demands of futsal. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 15(2), 76-80.
- Nugroho, R. A., Kusuma, D. W. Y., & Prabowo, T. A. (2020). Profil kondisi fisik atlet futsal Universitas Negeri Yogyakarta. *Medikora: Jurnal Ilmiah Kesehatan Olahraga*, 19(1), 31-38.

- Pratama, B. A., & Kurniawan, A. W. (2019). Survei tingkat kebugaran jasmani mahasiswa UKM futsal Universitas Negeri Surabaya. *Jurnal Prestasi Olahraga*, 2(1), 1-7.
- Rencher, A. C., & Christensen, W. F. (2020). *Methods of multivariate analysis* (3rd ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Ribeiro, J., Davids, K., Araújo, D., Guilherme, J., Silva, P., & Garganta, J. (2020). The role of hypernetworks as a multilevel methodology for modelling and understanding dynamics of team sports performance. *Sports Medicine*, 49(9), 1337-1344.
- Santos, F. J., Verardi, C. E. L., & De Marco, A. (2016). Características fisiológicas do futsal: Uma revisão. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, 8(28), 73-81.
- Santoso, D. A. (2021). Profil kondisi fisik pemain futsal putra Universitas Sebelas Maret Surakarta. *JPOS: Journal Power of Sports*, 4(1), 45-52.
- Suarez-Arrones, L., Petri, C., Maldonado, R. A., Torreno, N., Munguía-Izquierdo, D., Di Salvo, V., & Méndez-Villanueva, A. (2018). Body fat assessment in elite soccer players: Cross-validation of different field methods. *Science and Medicine in Football*, 2(3), 203-208.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Wicaksono, P. N., & Hidayat, A. (2021). Tingkat keterampilan bermain futsal mahasiswa UKM futsal Universitas Negeri Malang. *Sport Science and Health*, 3(5), 256-265.
- Wijaya, M. A., & Setiawan, A. (2022). Analisis kondisi fisik atlet futsal mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal Ilmiah Sport Coaching and Education*, 6(1), 18-27.