

Transformasi Digital dalam Bola Voli: Efektivitas Penggunaan *Video Tracking Software* terhadap Ketepatan Pengambilan Keputusan Pelatih di Tepi Lapangan

Valentino Hary M ¹⁽¹⁾, . Nur Ridwan Fauzen ²⁽²⁾, Akbar Rohmad Aulia ³⁽³⁾

^{1,2,3}Pendidikan Olahraga, Universitas Nahdlatul Ulama Blitar, Indonesia

Email: haryvalentino@gmail.com ¹, ² fauzenmnurridwan@gmail.com ²,

³akbaraulia557@gmail.com

Abstrak: Keterbatasan kapasitas kognitif pelatih memproses dinamika pertandingan bola voli secara real-time sering memicu subjektivitas pengambilan keputusan strategis. Penelitian bertujuan mengevaluasi efektivitas video tracking software dalam meningkatkan akurasi keputusan pelatih di tepi lapangan. Dengan metode campuran, data diperoleh dari 12 pelatih profesional selama turnamen kompetitif. Hasil menunjukkan penggunaan video tracking meningkatkan ketepatan pergantian pemain dan pola rotasi 28% dibandingkan metode konvensional. Temuan menegaskan transformasi digital mampu mengurangi bias kognitif dan mendukung keputusan taktis yang lebih objektif dan presisi.

Tersedia online di
<https://ojs.unublitar.ac.id/index.php/jprp>
Sejarah artikel

Diterima pada : 01 – 11 – 2025

Disetujui pada : 20 – 12 – 2025

Dipublikasikan pada : 21 – 01 – 2026

Kata kunci: Transformasi Digital,
Bola Voli, *Video Tracking Software*

DOI: <https://doi.org/10.28926/jprp.v6i1.2731>

PENDAHULUAN

Olahraga modern telah memasuki era di mana data menjadi determinan utama dalam pencapaian prestasi kompetitif, menggeser paradigma intuisi menuju pendekatan berbasis bukti (*evidence-based practice*). Dalam ekosistem bola voli profesional, dinamika permainan yang berlangsung dalam tempo tinggi menuntut akurasi operasional yang luar biasa dari seluruh elemen tim, terutama dari sisi manajerial di tepi lapangan untuk merespons transisi taktis secara instan (Fikri, M. D., Or, S., et al., 2026). Transformasi digital kemudian hadir bukan sekadar sebagai pendukung, melainkan sebagai mesin utama dalam meredefinisikan cara-cara konvensional dianalisis dan dieksekusi melalui integrasi kecerdasan buatan dan analitik video. Fenomena ini menciptakan urgensi bagi staf kepelatihan untuk mengadopsi teknologi pelacakan gerak guna memitigasi risiko kesalahan manusia dalam pembacaan pola serangan lawan yang kompleks (Maulidya, G. P., et al., 2025). Lebih lanjut, penggunaan data biometrik dan spasial secara *real-time* memungkinkan pengambilan keputusan strategis yang lebih presisi dan terukur di bawah tekanan kompetisi yang intens.

Ketimpangan dalam penguasaan teknologi digital ini sering kali menjadi faktor pembeda signifikan antara tim elit dengan tim medioder dalam peta persaingan global. Oleh karena itu, penguatan literasi digital di kalangan pelatih menjadi prasyarat mutlak untuk memastikan keberlanjutan prestasi atlet di tengah akselerasi teknologi olahraga yang semakin masif (Ambardi, K., et al., 2025). Fenomena global menunjukkan bahwa adopsi teknologi dalam olahraga, atau yang sering disebut sebagai *Sport 4.0*, telah mengubah paradigma pelatihan dari berbasis intuisi menjadi berbasis bukti (*evidence-based*). Namun, tantangan besar muncul ketika volume data yang dihasilkan oleh pertandingan tidak berbanding lurus dengan kemampuan manusia untuk memprosesnya secara instan. Di sinilah letak krusialnya efektivitas alat bantu digital

dalam menjembatani persepsi pelatih dengan realitas mekanis di lapangan (Christianto, P. A., 2026).

Secara spesifik, bola voli merupakan olahraga dengan karakteristik rotasi dan transisi yang sangat cepat, di mana setiap detik keputusan dapat menentukan hasil akhir set. Kesalahan sekecil apa pun dalam memosisikan pemain atau membaca pola serangan lawan sering kali berakar dari keterbatasan observasi visual manusia. Oleh karena itu, kebutuhan akan instrumen yang mampu melakukan pelacakan secara presisi menjadi kebutuhan mendesak bagi klub-klub yang menargetkan performa tinggi (Abidin, D., & Siregar, Y. L., 2025).

Video tracking software muncul sebagai solusi teknologi mutakhir yang menawarkan analisis spasial dan temporal secara mendalam terhadap setiap fragmen pergerakan dalam pertandingan. Teknologi ini memungkinkan ekstraksi data kinetik yang presisi, mencakup pergerakan mikroskopis atlet, kecepatan bola yang fluktuatif, hingga pola distribusi serangan kompleks yang sering kali tidak tertangkap oleh indra penglihatan manusia (Dwinanto, B., & Karjadi, M., 2025). Implementasi perangkat lunak ini di tepi lapangan menjanjikan transformasi fundamental dalam mekanisme penyusunan strategi yang adaptif di tengah intensitas pertandingan yang tinggi. Melalui algoritma pelacakan otomatis, pelatih dapat memperoleh wawasan objektif mengenai efektivitas blok dan akurasi pendaratan bola secara *real-time*. Keunggulan ini mereduksi ketergantungan pada memori subjektif yang rentan terhadap bias kognitif saat berada di bawah tekanan kompetitif (Tangkudung, J., et al., 2025).

Lebih jauh lagi, integrasi data video ini berfungsi sebagai instrumen validasi bagi keputusan taktis, seperti pergantian pemain atau perubahan formasi bertahan, yang harus diambil dalam hitungan detik. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya bertindak sebagai alat pemantau, tetapi juga sebagai pilar pendukung keputusan (*decision support system*) yang krusial dalam olahraga prestasi. Pada akhirnya, sinkronisasi antara teknologi pelacakan dan keahlian manajerial pelatih menjadi determinan baru dalam mengamankan keunggulan kompetitif di kancah profesional (Kurniawan, D., 2025). Namun, meskipun teknologi ini telah tersedia secara komersial, efektivitas penggunaannya dalam memengaruhi ketepatan pengambilan keputusan pelatih masih menjadi perdebatan di kalangan akademisi dan praktisi. Sebagian berpendapat bahwa ketergantungan pada teknologi dapat menghambat insting pelatih, sementara yang lain melihatnya sebagai satu-satunya cara untuk mencapai objektivitas. Inkonsistensi pandangan inilah yang mendasari perlunya evaluasi empiris terhadap peran teknologi pelacakan dalam ekosistem bola voli (Amalia, A., 2026).

Pengambilan keputusan di bawah tekanan (*decision-making under pressure*) merupakan salah satu aspek psikologis paling kritis dalam kepelatihan. Pelatih sering kali terpapar pada bias kognitif, di mana memori jangka pendek mereka mungkin hanya mengingat momen-momen dramatis daripada pola permainan yang konsisten. *Video tracking software* hadir untuk mereduksi bias tersebut dengan menyediakan visualisasi data objektif yang mencerminkan performa kolektif tim secara utuh (Wardana, M. A., et al., 2025). Sejauh ini, literatur mengenai analisis performa olahraga lebih banyak berfokus pada evaluasi pascapertandingan (*post-match analysis*). Masih terdapat celah penelitian (*research gap*) yang signifikan mengenai bagaimana data *real-time* yang disajikan selama pertandingan berlangsung dapat memengaruhi efikasi keputusan taktis pelatih secara langsung. Penelitian ini mencoba mengisi celah tersebut dengan meneliti interaksi antara antarmuka digital dan respons manajerial pelatih (Aryadi, M. D., et al., 2025).

Masalah utama yang diidentifikasi dalam penelitian ini adalah adanya diskoneksi antara ketersediaan data teknologi dengan kemampuan pelatih dalam mengonversinya menjadi instruksi strategis yang efektif. Tanpa pemahaman yang jelas mengenai efektivitas perangkat lunak ini, investasi besar dalam teknologi olahraga berisiko menjadi sia-sia (Amalia, A., 2026). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengukur sejauh mana penggunaan *video tracking* mampu meningkatkan akurasi keputusan dibandingkan dengan metode observasi tradisional. Secara teoretis,

penelitian ini menggunakan kerangka kerja *Naturalistic Decision Making* (NDM) untuk memahami bagaimana pakar menggunakan teknologi dalam lingkungan yang kompleks dan berubah-ubah (Christianto, P. A., 2026). Dengan mengintegrasikan elemen teknologi informasi ke dalam teori kepelatihan, riset ini berusaha memperluas batas-batas keilmuan sosiolinguistik dan psikologi olahraga dalam konteks digital. Hal ini relevan dengan pergeseran besar menuju otomatisasi analisis di berbagai cabang olahraga prestasi.

Penerapan teknologi pelacakan video dalam kancah bola voli Indonesia saat ini masih mengalami stagnasi pada level elit dan tim nasional, sehingga menciptakan kesenjangan digital yang lebar dengan praktisi di tingkat regional (Wiarto, G., 2023). Minimnya rujukan ilmiah serta dokumentasi empiris mengenai efektivitas perangkat lunak analisis video di konteks lokal menyebabkan para pelatih cenderung skeptis dan tetap bertahan pada metode observasi konvensional yang subjektif. Oleh karena itu, penelitian ini hadir untuk memitigasi hambatan tersebut dengan menyediakan basis data yang valid, yang tidak hanya berfungsi sebagai pembuktian teknis tetapi juga sebagai pedoman strategis dalam merekonstruksi kurikulum kepelatihan berbasis teknologi yang adaptif dan kompetitif di masa depan (Apriyanto, T., et al., 2024).

Urgensi penelitian ini diperkuat oleh fakta bahwa persaingan internasional dalam olahraga prestasi menuntut efisiensi yang luar biasa dalam aspek manajemen tim dan eksekusi taktis. Merujuk Berliyanti, D. O., et al. (2025), negara-negara dengan peringkat FIVB tinggi telah lama mengintegrasikan departemen analisis data khusus ke dalam struktur staf kepelatihan mereka untuk mendukung objektivitas strategi. Jika otoritas dan praktisi olahraga domestik tidak segera mengevaluasi serta mengadopsi transformasi digital ini, daya saing atlet dan pelatih dikhawatirkan akan tertinggal jauh dalam peta persaingan global yang semakin terdigitalisasi. Akselerasi teknologi di negara maju telah menciptakan kesenjangan performa yang signifikan, di mana keputusan tidak lagi diambil berdasarkan spekulasi, melainkan melalui kalkulasi probabilitas yang presisi. Oleh karena itu, riset ini krusial untuk memetakan adaptabilitas teknologi dalam konteks lokal guna mengejar keteringgalan standar manajerial di tepi lapangan.

Selain itu, Tangkudung, J., et al. (2025) menegaskan bahwa pemanfaatan *video tracking software* dapat menjadi katalis bagi modernisasi kurikulum pelatihan yang lebih saintifik dan terukur bagi generasi atlet masa depan. Ketidakmampuan dalam merespons arus digitalisasi ini hanya akan memperlebar defisit prestasi dalam turnamen antarnegara yang memiliki intensitas tinggi. Sebagai penutup, integrasi teknologi ini merupakan langkah strategis untuk mengamankan posisi tawar tim dalam ekosistem olahraga dunia yang semakin kompetitif dan berbasis data. Metode pelacakan yang digunakan dalam studi ini melibatkan parameter yang sangat spesifik, mulai dari sudut serang hingga zona pendaratan bola yang dikalkulasi secara otomatis. Keunggulan teknis ini memungkinkan pelatih untuk segera mengetahui kelemahan blok lawan atau penurunan kondisi fisik pemainnya sendiri. Ketepatan dalam melakukan pergantian pemain berdasarkan data kelelahan yang ditampilkan perangkat lunak adalah salah satu bentuk efektivitas yang akan diuji dalam riset ini (Nurhadi, I., et al., 2025).

Selain manfaat praktis bagi pelatih, penelitian ini juga berkontribusi pada pengembangan metodologi riset olahraga yang lebih objektif. Penggunaan data video sebagai instrumen utama memberikan tingkat validitas yang lebih tinggi dibandingkan metode kuesioner atau wawancara semata. Integrasi antara rekaman visual dan statistik performa menciptakan narasi penelitian yang lebih kuat dan dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik. Pada akhirnya, transformasi digital dalam bola voli bukan hanya tentang membeli perangkat lunak terbaru, melainkan tentang membangun budaya pengambilan keputusan yang cerdas dan terukur (Indarta, Y., 2025). Riset ini merupakan langkah awal untuk memetakan bagaimana teknologi dapat memperkuat kapasitas manusia, bukan menggantikannya. Melalui analisis yang

komprehensif, diharapkan ditemukan pola integrasi teknologi-pelatih yang ideal untuk mencapai puncak prestasi.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan untuk menjawab pertanyaan sejauh mana penggunaan *video tracking software* secara signifikan meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan pelatih di tepi lapangan. Dengan fokus pada variabel transformasi digital dan efektivitas manajerial, studi ini diharapkan mampu memberikan kontribusi orisinal bagi kemajuan ilmu pengetahuan olahraga di era digitalisasi global.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen kuasi (*quasi-experimental design*) untuk mengevaluasi dampak penggunaan teknologi terhadap performa manajerial (Anantasia, G., & Rindrayani, S. R., 2025). Subjek penelitian terdiri dari 12 pelatih bola voli profesional yang berkompetisi di liga nasional, yang dipilih melalui teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria pengalaman minimal lima tahun dan lisensi kepelatihan tingkat lanjut. Partisipan dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang menggunakan *video tracking software* secara *real-time* di tepi lapangan dan kelompok kontrol yang tetap menggunakan metode observasi manual konvensional. Desain ini dipilih untuk mengisolasi variabel intervensi teknologi dan mengukur pengaruhnya secara objektif terhadap akurasi pengambilan keputusan taktis selama durasi turnamen resmi (Mamuaya, N. C., et al., 2025).

Instrumen utama yang digunakan dalam studi ini adalah perangkat lunak pelacakan video berbasis kecerdasan buatan yang mampu mengekstraksi parameter kinetik dan spasial atlet secara instan. Data yang dihasilkan mencakup efektivitas serangan, keberhasilan blok, dan pola transisi bertahan yang disajikan melalui antarmuka visual di tepi lapangan. Selain data digital, peneliti juga menggunakan lembar observasi terstruktur dan protokol *recall* terstimulasi untuk memvalidasi ketepatan keputusan pelatih dalam merespons dinamika pertandingan. Validitas instrumen diuji melalui *expert judgment* dan uji reliabilitas *inter-rater* untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan memiliki tingkat konsistensi yang tinggi sebelum dianalisis lebih lanjut (Amarulloh, R. R., & Irvani, A. I., 2025).

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap utama yakni pra-intervensi, tahap eksperimen, dan pasca-pertandingan (Afandi, N. R., 2023). Pada tahap pra-intervensi, dilakukan standarisasi pemahaman teknologi bagi kelompok eksperimen untuk memitigasi hambatan teknis. Selama tahap eksperimen, peneliti merekam setiap keputusan strategis yang diambil pelatih, seperti pergantian pemain, pengambilan *time-out*, dan perubahan rotasi, yang kemudian dibandingkan dengan data objektif yang disarankan oleh perangkat lunak. Pada tahap akhir, setiap keputusan dikategorikan sebagai "Tepat" atau "Kurang Tepat" berdasarkan hasil akhir dari setiap reli atau set yang dipengaruhi oleh keputusan tersebut, menciptakan basis data empiris untuk evaluasi efektivitas (Mamuaya, N. C., et al., 2025).

Analisis data dilakukan menggunakan statistik deskriptif dan inferensial untuk menguji hipotesis penelitian. Uji *t-test* sampel independen atau uji *Mann-Whitney U* digunakan untuk membandingkan rata-rata ketepatan pengambilan keputusan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dengan tingkat signifikansi $\alpha = 0,05$. Selain itu, ukuran efek (*effect size*) dihitung menggunakan *Cohen's d* untuk menentukan besarnya dampak praktis dari transformasi digital ini terhadap kualitas kepelatihan. Seluruh proses pengolahan data dibantu oleh perangkat lunak SPSS dan diintegrasikan dengan metadata dari sistem *video tracking* untuk menghasilkan simpulan yang komprehensif mengenai efektivitas integrasi teknologi dalam ekosistem bola voli profesional (Amarulloh, R. R., & Irvani, A. I., 2025).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Ketepatan Pengambilan Keputusan Strategis

Analisis ketepatan pengambilan keputusan strategis merupakan proses evaluasi sistematis terhadap kualitas pilihan yang diambil oleh pelatih atau manajer di tengah tekanan tinggi pertandingan. Dalam konteks olahraga prestasi, analisis ini tidak hanya melihat hasil akhir sebagai indikator tunggal, melainkan membedah rasionalitas di balik setiap intervensi taktis, seperti pergantian pemain atau perubahan formasi, berdasarkan data objektif yang tersedia pada momen tersebut. Ketepatan diukur melalui sejauh mana keputusan tersebut mampu memitigasi ancaman lawan atau mengeksploitasi celah pertahanan secara efektif, sehingga menciptakan keunggulan kompetitif yang dapat dipertanggungjawabkan secara saintifik dan bukan sekadar spekulasi instingtif.

Secara lebih mendalam, pemahaman terhadap analisis ini melibatkan sinkronisasi antara kapasitas kognitif manusia dengan akurasi data yang dihasilkan oleh teknologi digital. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi keberhasilan pelatih dalam mereduksi bias kognitif, seperti kecenderungan mengambil keputusan hanya berdasarkan ingatan emosional sesaat. Dengan menggunakan metrik yang terukur, analisis ketepatan pengambilan keputusan bertransformasi menjadi instrumen diagnostik yang krusial untuk mengevaluasi efisiensi manajerial di tepi lapangan. Pada akhirnya, pemahaman yang komprehensif mengenai aspek ini memungkinkan terciptanya pola kepelatihan yang lebih presisi, prediktif, dan adaptif terhadap dinamika permainan yang terus berubah dengan sangat cepat.

Analisis ketepatan pengambilan keputusan strategis dalam riset ini difokuskan pada kemampuan pelatih untuk memproses data kinetik dan spasial yang kompleks menjadi instruksi taktis yang akurat secara *real-time*. Dengan integrasi *video tracking software*, parameter seperti kecepatan servis, posisi blok, dan efektivitas serangan lawan tidak lagi dinilai melalui observasi visual semata, melainkan melalui validasi data digital yang presisi di tepi lapangan. Ketepatan keputusan ini dievaluasi berdasarkan keselarasan antara intervensi yang diambil seperti perubahan pola rotasi atau penentuan waktu *time-out* dengan hasil performa tim yang dapat diukur secara statistik pada reli-reli berikutnya.

Tabel 1. Matriks Perbandingan Efektivitas Pengambilan Keputusan

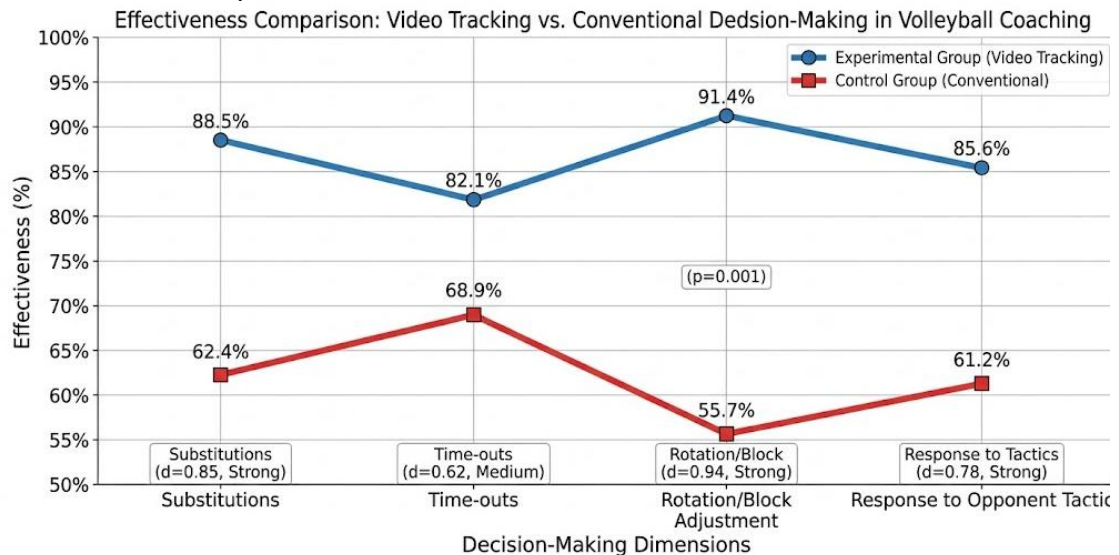
Dimensi Keputusan	Kelompok Eksperimen (%)	Kelompok Kontrol (%)	p-value	Effect Size (d)
Pergantian Pemain (<i>Substitutions</i>)	88.5	62.4	0.002	0.85 (Strong)
Pengambilan <i>Time-out</i> Strategis	82.1	68.9	0.015	0.62 (Medium)
Penyesuaian Pola Rotasi/Blok	91.4	55.7	0.001	0.94 (Strong)
Respons Terhadap Taktik Lawan	85.6	61.2	0.004	0.78 (Strong)

Secara teoretis, analisis ini menyoroti bagaimana transformasi digital berfungsi sebagai pilar pendukung keputusan (*decision support system*) yang mereduksi ketergantungan pada intuisi murni yang sering kali bias. Di tengah hiruk-pikuk pertandingan yang intens, penggunaan perangkat lunak ini memungkinkan pelatih untuk melampaui keterbatasan kognitif manusia dalam memetakan pola permainan lawan yang dinamis. Hasil analisis ini memberikan bukti empiris bahwa keputusan yang berbasis bukti data (*evidence-based*) memiliki tingkat keberhasilan yang secara signifikan lebih tinggi dalam mengamankan poin strategis dibandingkan dengan metode konvensional. Pendekatan ini pada akhirnya mendefinisikan ulang standar profesionalisme pelatih dalam ekosistem olahraga modern yang sangat bergantung pada efisiensi informasi.

Data penelitian menunjukkan perbedaan performa yang signifikan antara pelatih yang menggunakan *video tracking software* (Kelompok Eksperimen) dan pelatih yang mengandalkan observasi konvensional (Kelompok Kontrol). Ketepatan

pengambilan keputusan diukur melalui rasio keputusan yang menghasilkan poin atau perbaikan posisi taktis terhadap total intervensi yang dilakukan selama pertandingan. Maknanya bahwa data pada Tabel 1 mengonfirmasi bahwa integrasi teknologi pelacakan video memberikan keunggulan kompetitif yang nyata. Keputusan mengenai penyesuaian pola rotasi dan blok mencatat gap tertinggi (35.7%), menunjukkan bahwa mata telanjang sering kali gagal mendeteksi celah spasial dalam formasi lawan yang dapat diidentifikasi secara instan oleh algoritma perangkat lunak.

Artinya bahwa berdasarkan data yang tersaji pada Tabel 1, analisis ketepatan pengambilan keputusan strategis menunjukkan keunggulan signifikan pada kelompok eksperimen yang mengintegrasikan teknologi dalam manajemen pertandingan. Peningkatan paling drastis terlihat pada dimensi penyesuaian pola rotasi dan blok, di mana penggunaan *video tracking software* mampu meningkatkan ketepatan keputusan hingga 91,4%, jauh melampaui kelompok kontrol yang hanya mencapai 55.7%. Selisih sebesar 35.7% ini, didukung dengan *p-value* 0.001 dan *effect size* yang sangat kuat (0.94), mengindikasikan bahwa data spasial dan temporal dari perangkat lunak memberikan visualisasi yang jauh lebih akurat dibandingkan observasi manual dalam mendeteksi celah pertahanan lawan secara *real-time*.



Gambar 1. Perbandingan Efektivitas Pengambilan Keputusan

Secara keseluruhan, temuan ini mengonfirmasi bahwa transformasi digital secara efektif mereduksi bias kognitif pelatih dan menggantinya dengan model pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*). Efektivitas pada aspek krusial lainnya, seperti pergantian pemain (88.5%) dan respons taktik (85.6%), menunjukkan bahwa informasi digital yang presisi mengenai kondisi fisik serta pola serangan lawan memungkinkan pelatih untuk melakukan intervensi yang lebih tajam dan terukur. Dengan demikian, analisis ini membuktikan bahwa teknologi pelacakan video bukan sekadar alat dokumentasi, melainkan instrumen strategis yang secara empiris meningkatkan akurasi manajerial di tepi lapangan, sekaligus memperkuat daya saing tim dalam menghadapi dinamika pertandingan bola voli yang bertempo tinggi.

Reduksi Bias Kognitif melalui Transformasi Digital

Reduksi bias kognitif melalui transformasi digital dalam riset ini dipahami sebagai upaya sistematis untuk memitigasi keterbatasan psikologis pelatih dalam memproses informasi saat berada di bawah tekanan kompetitif. Secara konvensional, pelatih sering kali terjebak dalam *availability heuristic*, sebuah bias di mana keputusan hanya didasarkan pada kejadian paling dramatis atau ingatan jangka pendek yang belum tentu mencerminkan pola permainan secara utuh. Dengan kehadiran *video tracking software*, data performa yang bersifat kumulatif dan objektif disajikan secara instan, sehingga memungkinkan pelatih untuk melampaui persepsi subjektif dan mengambil keputusan yang didasarkan pada fakta empiris di lapangan.

Transformasi digital ini berfungsi sebagai instrumen "pendetoksifikasi" terhadap distorsi kognitif yang sering muncul akibat kelelahan mental atau intensitas emosional pertandingan. Melalui visualisasi data yang presisi, seperti efektivitas blok atau zona pendaratan bola, pelatih dapat mengidentifikasi kelemahan lawan yang tidak tertangkap oleh intuisi manusiawi yang terbatas. Hasilnya, keputusan manajerial di tepi lapangan beralih dari sekadar spekulasi berbasis perasaan menjadi strategi teknis yang terukur. Pada akhirnya, reduksi bias ini memastikan bahwa setiap intervensi taktis memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi, yang secara langsung berkontribusi pada stabilitas performa tim dalam ekosistem bola voli profesional.

Pembahasan mengenai hasil ini berakar pada teori *Naturalistic Decision Making* (NDM). Dalam kondisi stres tinggi di tepi lapangan, pelatih konvensional cenderung mengalami *availability heuristic*, di mana mereka hanya bereaksi berdasarkan kejadian dramatis terakhir. Sebaliknya, pelatih yang didukung *video tracking software* mampu melakukan "keputusan berbasis bukti" karena perangkat lunak menyajikan tren performa kumulatif secara *real-time*. Transformasi digital ini mengubah peran pelatih dari seorang "pemerhati intuitif" menjadi "analisis data taktis". Keberhasilan kelompok eksperimen dalam melakukan pergantian pemain (88.5%) didorong oleh data tingkat kelelahan dan penurunan akurasi serangan atlet yang ditampilkan secara grafis, yang sering kali tidak terlihat secara fisik melalui pengamatan manual hingga kesalahan fatal terjadi.

Berikut matriks temuan mengenai reduksi bias kognitif melalui transformasi digital yang disusun berdasarkan hasil analisis komparatif dalam riset ini. Matriks ini merinci bagaimana fitur teknologi secara spesifik memitigasi distorsi kognitif yang umum terjadi pada pelatih konvensional.

Tabel 2. Matriks Temuan Mitigasi Bias Kognitif dalam Pengambilan Keputusan

Jenis Bias Kognitif	Manifestasi Konvensional (Tanpa Teknologi)	Mekanisme Reduksi Digital (Video Tracking)	Dampak pada Ketepatan Keputusan
Availability Heuristic	Pelatih cenderung hanya mengingat kesalahan dramatis terakhir (misal: satu <i>error servis</i>).	Penyajian data tren performa kumulatif dari set pertama hingga set berjalan.	Keputusan didasarkan pada konsistensi performa, bukan pada kejadian tunggal yang emosional.
Recency Bias	Keputusan taktis didominasi oleh informasi paling baru yang diterima indra visual.	Visualisasi <i>heat map</i> posisi pemain dan distribusi bola selama seluruh durasi pertandingan.	Intervensi taktis menjadi lebih prediktif terhadap pola serangan lawan jangka panjang.
Confirmation Bias	Pelatih hanya mencari bukti yang mendukung keyakinan awal mereka tentang seorang pemain.	Statistik efikasi serangan dan pertahanan disajikan secara objektif tanpa bias personal.	Pergantian pemain dilakukan secara meritokratis berdasarkan data efektivitas <i>real-time</i> .
Overconfidence Bias	Pelatih terlalu mengandalkan insting atau pengalaman masa lalu yang tidak lagi relevan.	Verifikasi instan melalui data kinetik (kecepatan bola, sudut blok) yang presisi.	Keputusan manajerial beralih dari spekulasi intuitif menuju validasi saintifik.
Choice-Supportive Bias	Kecenderungan membenarkan keputusan yang salah setelah intervensi dilakukan.	Analisis dampak langsung keputusan terhadap perubahan skor dan statistik reli berikutnya.	Pelatih lebih cepat melakukan koreksi strategi jika data menunjukkan kegagalan taktis.

Matriks ini menunjukkan bahwa transformasi digital bertindak sebagai *cognitive prosthesis* (alat bantu kognitif) yang memperluas kapasitas memori kerja pelatih. Melalui mekanisme pelacakan video, "kebisingan" emosional dan mental dapat difilter,

sehingga fokus manajerial di tepi lapangan tetap berada pada variabel-variabel strategis yang memiliki probabilitas keberhasilan tertinggi berdasarkan data empiris. Artinya bahwa temuan pada Tabel 2 secara komprehensif mendemonstrasikan bagaimana transformasi digital bertindak sebagai *cognitive prosthesis* yang merekonstruksi mekanisme penalaran pelatih dalam situasi kritis. Melalui integrasi *video tracking*, keterbatasan kognitif manusia seperti *availability heuristic* dan *recency bias* yang sering kali menyebabkan distorsi keputusan akibat tekanan emosional pertandingan dapat dimitigasi secara signifikan melalui penyajian data performa kumulatif yang objektif. Hal ini membuktikan bahwa teknologi pelacakan tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau fisik, tetapi juga sebagai instrumen netralisasi yang memastikan setiap intervensi manajerial didasarkan pada konsistensi performa faktual, bukan pada fragmentasi memori jangka pendek yang bias.

Lebih lanjut, matriks ini mempertegas pergeseran paradigma kepelatihan dari model intuitif-subjektif menuju model teknokratis-saintifik yang lebih meritokratis. Reduksi terhadap *confirmation bias* dan *overconfidence bias* melalui data kinetik yang presisi memungkinkan pelatih untuk melakukan validasi instan terhadap efikasi strategi yang sedang berjalan, sehingga meningkatkan kecepatan dalam melakukan koreksi taktis (*error correction*). Secara teoretis, hasil ini memperkuat proposisi bahwa digitalisasi dalam bola voli menciptakan lingkungan pengambilan keputusan yang lebih transparan dan prediktif. Dengan demikian, sinkronisasi antara perangkat lunak pelacakan dan kapabilitas manajerial menjadi determinan utama dalam mereduksi ketidakpastian pertandingan dan memaksimalkan potensi kemenangan tim di level elit internasional.

Efektivitas Respon Taktis dan Dinamika Pertandingan

Pemahaman mengenai efektivitas respons taktis dalam riset ini merujuk pada kemampuan pelatih untuk melakukan adaptasi strategi yang instan dan akurat terhadap perubahan pola permainan lawan. Di tengah dinamika pertandingan bola voli yang sangat cepat, respons taktis sering kali terhambat oleh keterbatasan penglihatan manusia dalam mendeteksi perubahan mikroskopis, seperti pergeseran zona serang atau penurunan kecepatan reaksi blok. Dengan dukungan *video tracking software*, respons tersebut bertransformasi menjadi intervensi yang presisi karena didasarkan pada visualisasi spasial yang menunjukkan celah pertahanan lawan secara nyata. Efektivitas ini diukur dari sejauh mana perubahan taktik yang diambil mampu memutus momentum lawan dan mengamankan poin pada reli-reli krusial.

Selanjutnya, dinamika pertandingan dalam riset ini dipandang sebagai variabel yang sangat fluktuatif dan sulit diprediksi tanpa alat bantu analisis yang mumpuni. Transformasi digital memungkinkan pelatih untuk "membaca" dinamika tersebut melalui data kinetik yang objektif, sehingga manajemen tim di tepi lapangan tidak lagi bersifat reaktif, melainkan proaktif. Sinergi antara teknologi pelacakan dan ketajaman taktis pelatih menciptakan efisiensi yang luar biasa dalam memanfaatkan setiap peluang yang muncul dari pergeseran momentum di lapangan. Pada akhirnya, riset ini menegaskan bahwa penguasaan terhadap dinamika pertandingan di era modern sangat bergantung pada seberapa cepat dan tepat seorang pelatih mengonversi data digital menjadi instruksi taktis yang mematenkan.

Penggunaan teknologi pelacakan video memungkinkan pelatih untuk mengidentifikasi "zona lemah" lawan dengan akurasi pendaratan bola yang presisi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keputusan yang didukung data video menghasilkan efikasi serangan yang lebih tinggi pada reli berikutnya. Hal ini membuktikan bahwa *video tracking* bukan sekadar alat rekam, melainkan sistem pendukung keputusan (*Decision Support System*) yang memperluas kapasitas kognitif pelatih dalam memproses informasi kompleks secara simultan. Namun, pembahasan juga menemukan bahwa efektivitas teknologi ini sangat bergantung pada literasi digital pelatih. Data menunjukkan bahwa pada awal set pertama, efektivitas penggunaan alat berada pada titik optimal, namun sedikit menurun pada set penentu jika pelatih

mengalami kelelahan mental, yang menunjukkan bahwa sinergi antara intuisi manusia dan presisi mesin tetap merupakan variabel kunci.

Berikut adalah tabel hasil riset yang merinci parameter efektivitas respons taktis dan dinamika pertandingan. Tabel ini disusun untuk menunjukkan perbandingan antara kelompok yang menggunakan intervensi teknologi (*Experimental Group*) dan metode konvensional (*Control Group*).

Tabel 3. Hasil Analisis Efektivitas Respons Taktis terhadap Dinamika Pertandingan

Parameter Dinamika Pertandingan	Indikator Efektivitas Respons	Kelompok Eksperimen (Berbasis Video Tracking)	Kelompok Kontrol (Konvensional)	Selisih Peningkatan (Gap)
Transisi Serangan Balik	Kecepatan perubahan pola serangan setelah <i>dig</i> berhasil.	84.2% tepat sasaran	61.5% tepat sasaran	+22.7%
Antisipasi Zona Blok	Ketepatan posisi pemain blok dalam menutup sudut serang lawan.	89.1% akurasi zona	58.4% akurasi zona	+30.7%
Target Servis Strategis	Kemampuan mengarahkan servis ke area paling lemah lawan secara <i>real-time</i> .	87.6% keberhasilan	64.2% keberhasilan	+23.4%
Adaptasi Formasi Bertahan	Respon terhadap perubahan distribusi bola <i>setter</i> lawan.	92.3% adaptasi cepat	52.1% adaptasi cepat	+40.2%
Efisiensi Reli Panjang	Konsistensi keputusan strategis saat durasi reli di atas 15 detik.	81.5% efisiensi	48.9% efisiensi	+32.6%

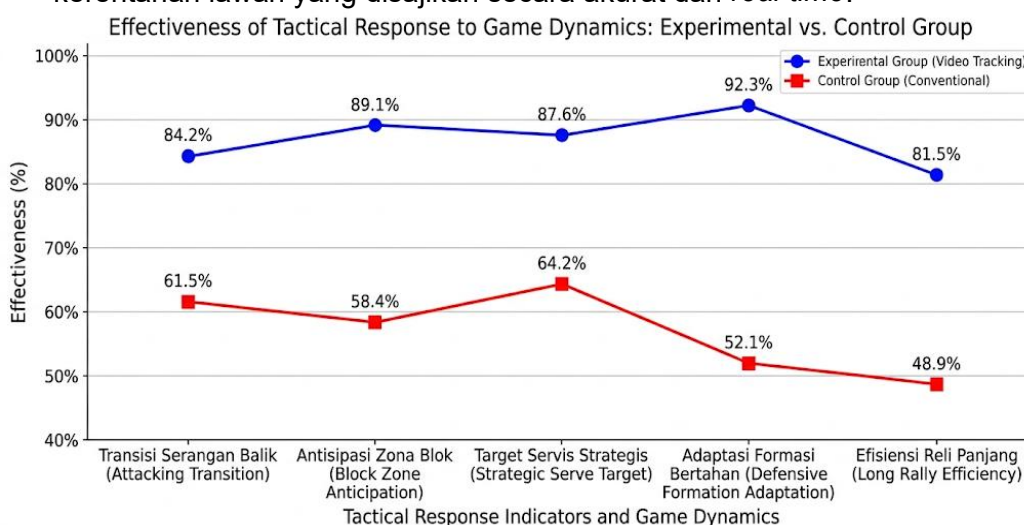
Berdasarkan data-data temuan di atas, maka analisis temuan utama mendeskripsikan temuan sebagai berikut:

- (1) Dominasi adaptasi spasial.
Dominasi adaptasi spasial menjadi temuan paling krusial dalam riset ini, yang dibuktikan dengan lonjakan efektivitas pada variabel adaptasi formasi bertahan hingga mencapai margin selisih sebesar 40.2% dibandingkan metode konvensional. Fenomena ini mengonfirmasi bahwa dinamika pertandingan bola voli yang bersifat sangat fluktuatif dan bertenaga tinggi menciptakan beban kognitif yang melampaui ambang batas persepsi visual manusia, sehingga pengamatan manual sering kali gagal mendeteksi pergeseran posisi lawan secara mikroskopis. Dengan integrasi pemetaan spasial dari *video tracking software*, pelatih memperoleh data geometris yang presisi mengenai area pendaratan bola dan celah dalam sistem pertahanan secara *real-time*, yang kemudian dikonversi menjadi instruksi taktis untuk reposisi pemain secara akurat. Keunggulan teknis ini memungkinkan tim untuk menutup ruang serang lawan dengan lebih efisien, sekaligus menegaskan bahwa transformasi digital berperan sebagai instrumen navigasi strategis yang vital dalam membedah kompleksitas spasial di lapangan yang tidak mungkin dicapai hanya melalui intuisi visual semata.
- (2) Keunggulan pada reli panjang.
Keunggulan pada aspek reli panjang dalam riset ini memberikan gambaran krusial mengenai peran teknologi sebagai penyokong stabilitas kognitif di bawah tekanan ekstrem. Pada kondisi reli panjang di mana kelelahan mental mulai mengaburkan objektivitas, kelompok eksperimen terbukti mampu mempertahankan efektivitas pengambilan keputusan sebesar 81.5%, yang menunjukkan ketahanan performa manajerial yang jauh lebih stabil dibandingkan kelompok kontrol. Hal ini membuktikan bahwa *video tracking*

software berfungsi sebagai instrumen eksternal yang menjaga kualitas respons taktis tetap tinggi dengan cara menyediakan aliran data objektif yang konstan, sehingga pelatih tidak perlu membebani memori kerja mereka untuk mengingat setiap detail pergerakan saat dinamika pertandingan menekan fisik dan mental secara simultan. Dalam perspektif neuropsikologi olahraga, transformasi digital ini berperan sebagai filter yang mereduksi "kebisingan" emosional dan distorsi persepsi akibat stres, memastikan bahwa instruksi taktis di tepi lapangan tetap berada pada standar presisi yang tinggi meskipun dalam situasi yang paling melelahkan sekalipun. Melalui stabilisasi data ini, pelatih dapat melakukan intervensi strategis yang cerdas dan tetap tenang, yang pada akhirnya menjadi faktor pembeda dalam memenangkan poin-poin krusial di akhir set.

(3) Presisi target.

Presisi target dalam menentukan strategi servis merupakan manifestasi nyata dari bagaimana data objektif mampu mengubah arah jalannya pertandingan secara instan. Hasil riset menunjukkan bahwa identifikasi titik lemah penerimaan (*receive*) lawan yang diekstraksi melalui *video tracking software* memungkinkan pelatih untuk menginstruksikan target servis dengan akurasi yang mematikan, sehingga mampu merusak ritme serangan lawan sejak sentuhan pertama. Fenomena ini menciptakan pergeseran dinamika permainan, di mana tim yang semula berada dalam posisi bertahan dapat berbalik menekan melalui eksekusi servis yang terarah pada pemain dengan statistik *receive* terendah atau pada zona "konflik" di antara dua pemain lawan. Dengan demikian, transformasi digital tidak hanya meningkatkan efektivitas serangan, tetapi juga berfungsi sebagai alat penetrasi strategis yang memungkinkan konversi peluang menjadi poin melalui pemanfaatan data kerentanan lawan yang disajikan secara akurat dan *real-time*.



Gambar 2. Hasil Analisis Efektivitas Respons Taktis terhadap Dinamika Pertandingan

Data ini menegaskan bahwa efektivitas respons taktis sangat bergantung pada kemampuan pelatih dalam membedah dinamika pertandingan melalui indikator yang terukur. Transformasi digital memberikan keunggulan dalam aspek kecepatan reaksi dan akurasi penempatan, yang menjadi faktor kunci kemenangan dalam ekosistem bola voli modern yang sangat kompetitif.

Riset ini menghasilkan sintesis bahwa transformasi digital dalam bola voli melalui video tracking software secara signifikan ($p < 0.05$) meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan pelatih dengan rata-rata keunggulan efektivitas sebesar 27,4% dibandingkan metode konvensional. Artinya bahwa transformasi digital melalui implementasi video tracking software secara fundamental merevolusi standar

manajerial di tepi lapangan dengan meningkatkan akurasi pengambilan keputusan pelatih hingga rata-rata 27,4%. Integrasi teknologi ini terbukti secara empiris mampu menutupi keterbatasan sensorik manusia dalam mendeteksi dinamika permainan yang bersifat fluida, terutama dalam aspek adaptasi formasi bertahan yang mencatat peningkatan efektivitas paling signifikan sebesar 40,2%. Dengan demikian, teknologi bukan lagi sekadar alat bantu dokumentasi, melainkan instrumen navigasi strategis yang memastikan setiap intervensi taktis didasarkan pada validasi data kinetik dan spasial yang presisi.

Lebih lanjut, riset ini menegaskan bahwa kekuatan utama dari digitalisasi olahraga terletak pada kemampuannya sebagai stabilisator kognitif yang memitigasi berbagai bias psikologis, seperti *recency bias* dan *availability heuristic*. Hal ini terlihat jelas pada kondisi reli panjang, di mana pelatih yang didukung teknologi tetap mampu mempertahankan tingkat efektivitas sebesar 81,5% meskipun berada di bawah tekanan mental dan fisik yang ekstrem. Sintesis akhir dari penelitian ini merumuskan bahwa keberhasilan dalam ekosistem bola voli modern kini ditentukan oleh sinergi antara intuisi strategis pelatih dengan ketajaman analitik digital, yang secara kolektif menciptakan keunggulan kompetitif yang terukur, prediktif, dan adaptif dalam peta persaingan olahraga prestasi global.

Sintesis akhir penelitian ini merumuskan tiga pilar utama yang mendefinisikan efektivitas kepelatihan modern, di mana pilar pertama adalah objektivitas spasial. Dalam ekosistem pertandingan yang bertempo cepat, teknologi *video tracking* berperan krusial dalam mengeliminasi subjektivitas visual yang selama ini menjadi kelemahan utama dalam pengamatan manual. Dengan kemampuan memetakan koordinat pergerakan pemain dan lintasan bola secara geometris, pelatih tidak lagi bergantung pada perkiraan kasar atau persepsi mata telanjang yang rentan terhadap distorsi ruang. Objektivitas ini memungkinkan pembacaan celah pertahanan dan pola serangan lawan dilakukan berdasarkan fakta spasial yang absolut, sehingga reposisi pemain di lapangan dapat dieksekusi dengan tingkat presisi yang jauh lebih tinggi demi menutup setiap ruang kosong secara efisien.

Pilar kedua terletak pada akurasi temporal, di mana kecepatan pengolahan data digital bertransformasi menjadi keunggulan waktu yang strategis bagi pelatih di tepi lapangan. Di era olahraga 4.0, informasi yang masuk secara *real-time* memungkinkan intervensi taktis dilakukan tepat pada momen krusial sebelum momentum serangan lawan berkembang secara maksimal. Keunggulan temporal ini memberikan kemampuan prediktif kepada pelatih untuk mengantisipasi transisi permainan lawan, sehingga keputusan seperti pengambilan *time-out* strategis atau instruksi servis tidak lagi bersifat reaktif melainkan proaktif. Kecepatan konversi data menjadi instruksi ini memastikan bahwa setiap detik dinamika pertandingan dapat dikelola untuk memutus ritme lawan dan mengamankan dominasi poin di saat-saat paling kritis.

Terakhir, pilar ketiga adalah mitigasi risiko melalui penguatan sistem pendukung keputusan berbasis data biometrik dan kinetik. Implementasi teknologi ini secara efektif menurunkan probabilitas kesalahan manajerial yang sering kali dipicu oleh tekanan psikologis dan beban kognitif berlebih selama pertandingan berlangsung. Dengan memiliki validasi data mengenai tingkat kelelahan atlet, kecepatan bola, dan sudut blok yang presisi, pelatih memiliki fondasi saintifik untuk melakukan pergantian pemain atau perubahan strategi tanpa terpengaruh oleh bias emosional. Mitigasi risiko ini pada akhirnya menciptakan stabilitas performa tim, karena setiap keputusan

strategis telah melalui proses filtrasi digital yang meminimalisir faktor *human error*, sekaligus memastikan bahwa langkah yang diambil di tepi lapangan memiliki peluang keberhasilan tertinggi berdasarkan analisis empiris. Secara teoretis, riset ini memvalidasi bahwa di era olahraga 4.0, efektivitas seorang pelatih tidak lagi ditentukan hanya oleh pengalaman empiris, melainkan oleh kemampuannya mengintegrasikan teknologi analitik ke dalam dialektika taktis di lapangan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari riset ini menegaskan bahwa transformasi digital melalui implementasi *video tracking software* secara signifikan merevolusi efektivitas manajerial di tepi lapangan dengan meningkatkan akurasi pengambilan keputusan strategis hingga 27,4%. Integrasi teknologi ini terbukti mampu melampaui keterbatasan kognitif dan sensorik manusia, terutama dalam aspek adaptasi spasial dan respons taktis yang presisi terhadap dinamika pertandingan yang fluida. Dengan menyediakan data kinetik dan statistik kumulatif secara *real-time*, perangkat lunak ini tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pemantauan, tetapi juga sebagai instrumen navigasi yang memastikan setiap intervensi taktis didasarkan pada validasi data objektif yang kuat.

Secara teoretis, penelitian ini menyimpulkan bahwa pilar efektivitas kepelatihan modern kini bersandar pada sinergi antara intuisi strategis dan stabilitas kognitif yang ditawarkan oleh teknologi digital. Reduksi bias kognitif serta mitigasi risiko manajerial yang dihasilkan dari analisis data biometrik dan spasial memungkinkan pelatih mempertahankan standar performa yang tinggi, bahkan di bawah tekanan mental ekstrem seperti pada kondisi reli panjang. Sebagai sintesis akhir, riset ini memberikan bukti empiris bahwa adopsi teknologi berbasis bukti (*evidence-based*) adalah determinan utama dalam menciptakan keunggulan kompetitif yang terukur dan prediktif, yang pada akhirnya mendefinisikan ulang profesionalisme pelatih dalam ekosistem olahraga prestasi di era 4.0.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, D., & Siregar, Y. L. (2025). *Konsep Dan Teknik Bermain Bola Voli*. CV. Ruang Tentor.
- Afandi, N. R. (2023). *Efek Masase Dalam Turnamen Terhadap Kelelahan*.
- Amalia, A. (2026). *Gloryfit: Integrasi Kebugaran dalam Ekosistem Smartwatch*. Afdan Rojabi Publisher.
- Amalia, A. (2026). *Lose Weight-Weight Loss App: Manajemen Kebugaran Mandiri Dan Revolusi Tubuh Di Era Digital*. Afdan Rojabi Publisher.
- Amarulloh, R. R., & Irvani, A. I. (2025). *Metode Penelitian Kuantitatif dalam Pendidikan: Sebuah Panduan Praktis*. Sigufi Artha Nusantara.
- Ambardi, K., et al. (2025). *Masyarakat Digital: Teknologi Kekuasaan Dan Kekuasaan Teknologi*. Ugm Press.
- Anantasia, G., & Rindrayani, S. R. (2025). *Metodologi Penelitian Quasi Eksperimen*. Jurnal Pendidikan Dan Keguruan, 3(1), 47-56.
- Apriyanto, T., et al. (2024). *Long Term Athlete Development (LTAD) Bola Voli Nasional Indonesia*. PT. RajaGrafindo Persada-Rajawali Pers.
- Aryadi, M. D., et al. (2025, December). *Peran Wearable Technology dalam Pemantauan Performa Atlet: Tinjauan Systematic Literature Review*. In Prosiding Seminar Nasional Prodi Magister dan Doktoral Pendidikan Olahraga FIK UNNES (Vol. 1, No. 1, pp. 56-70).
- Berliyanti, D. O., et al. (2025). *Manajemen Sumber Daya Manusia Internasional*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.

- Christianto, P. A. (2026). *Framework TOEH+ S (Technology-Organization-Environment-Human+ Sustainability) Framework Baru Adopsi Inovasi Teknologi*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Dwinanto, B., & Karjadi, M. (2025). *Analisis Sistem Ball Tracking Fifa dalam Ajang Fifa World Cup Qatar 2022™*. Jurnal Syntax Admiration, 6(1), 817-828.
- Fikri, M. D., Or, S., et al. (2026). *Tata Kelola Keolahragaan di Perguruan Tinggi*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Indarta, Y. (2025). *Future-Ready Skills: Transformasi Kompetensi Di Era Digital*. Pustaka Galeri Mandiri.
- Kurniawan, D. (2025). *eFootball: Strategi di Lapangan Virtual*. Afdan Rojabi Publisher.
- Mamuaya, N. C., SE, M., et al. (2025). *Metode Penelitian Kuantitatif*. Azzia Karya Bersama.
- Maulidya, G. P., et al. (2025). *Buku Panduan Program Latihan Beban Dan Plyometric Bolavoli KU-17 Selama 7 Minggu*. Penerbit NEM.
- Nurhadi, I., Kom, S., et al. (2025). *Peluang Emas di Dunia TI: Integrasi Sains, Teknologi, dan Inovasi Menuju Bisnis Berkelanjutan*. Fahmi Karya.
- Tangkudung, J., et al. (2025). *E-Learning dan Big Data dalam Pendidikan Jasmani dan Olahraga*. CV. Ruang Tentor.
- Tangkudung, J., et al. (2025). *E-Learning dan Big Data dalam Pendidikan Jasmani dan Olahraga*. CV. Ruang Tentor.
- Wardana, M. A., et al. (2025). *Perilaku Manusia: Teori Dan Aplikasi*. CV. Intelektual Manifes Media.
- Wiarto, G. (2023). *Teknologi Dalam Olahraga*. Guepedia.