

KORELASI ANTARA POSTUR TUBUH DAN CEDERA OLAHRAGA DITINJAU DARI ASPEK BIOMEKANIKA

Mahmuddin¹, Indry Natalia Tambunan², Carry Rafles Naibah³, Wisron Situmorang⁴,
Aldo Rahmat Pakpahan⁵, Putri Enjel Sitorus⁶

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara penyimpangan postural dan peningkatan risiko cedera olahraga ditinjau dari aspek biomekanika tubuh manusia. Metode penelitian adalah tinjauan pustaka (literature review) dengan menelaah berbagai hasil penelitian dan sumber ilmiah terkini yang membahas aspek biomekanika postur tubuh serta kaitannya dengan cedera olahraga. Analisis dilakukan secara deskriptif-komparatif terhadap teori biomekanika, temuan empiris, serta pendekatan korektif berbasis latihan dan teknologi biomekanika. Hasil kajian menunjukkan bahwa penyimpangan postural secara signifikan memengaruhi efisiensi gerak dan kestabilan tubuh, yang dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko cedera, terutama pada area punggung bawah, lutut, dan bahu. Dari perspektif biomekanika, hubungan ini dijelaskan melalui perubahan gaya, momen torsi, pusat gravitasi, serta pola aktivasi otot yang tidak seimbang. Upaya pencegahan dan koreksi postural yang efektif mencakup evaluasi biomekanika menggunakan motion analysis, latihan penguatan otot inti dan stabilisator, peregangan otot tegang, serta pelatihan kontrol neuromuskular dan proprioseptif. Intervensi ini mampu memulihkan keselarasan postur, meningkatkan efisiensi mekanik tubuh, serta menurunkan risiko cedera berulang.

Kata Kunci: *Biomekanika, Postur Tubuh, Cedera Olahraga*

Abstract: This study aims to analyze the relationship between postural deviations and an increased risk of sports injuries from a biomechanical perspective. The research method is a literature review, examining various research results and current scientific sources that discuss the biomechanical aspects of posture and its relationship to sports injuries. The analysis was conducted descriptively and comparatively with biomechanical theory, empirical findings, and corrective approaches based on biomechanical training and technology. The results of the study indicate that postural deviations significantly affect movement efficiency and body stability, which in the long term can increase the risk of injury, especially in the lower back, knees, and shoulders. From a biomechanical perspective, this relationship is explained by changes in forces, torques, the center of gravity, and imbalanced muscle activation patterns. Effective postural prevention and correction efforts include biomechanical evaluation using motion analysis, core and stabilizer muscle strengthening exercises, stretching of tight muscles, and neuromuscular and proprioceptive control training. These interventions can

^{1,2,3,4,5,6} Jurusan Pendidikan Kepelatihan Olahraga, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Medan, Indonesia

restore postural alignment, improve the body's mechanical efficiency, and reduce the risk of recurrent injury.

Keyword: *Biomechanics, Body Posture, Sports Injuries*

PENDAHULUAN

Postur tubuh merupakan hasil keseimbangan dinamis antara sistem muskuloskeletal dan sistem saraf yang bekerja untuk mempertahankan stabilitas serta efisiensi gerak manusia. Dalam aktivitas olahraga, postur tidak hanya berfungsi sebagai cerminan kondisi tubuh, tetapi menjadi komponen fundamental yang menentukan distribusi beban, arah gaya, dan keseimbangan antara kekuatan serta fleksibilitas otot (Harta & Fata, 2022). Ketidakseimbangan postural sekecil apa pun dapat menimbulkan pergeseran pusat gravitasi dan mengubah mekanika tubuh, sehingga meningkatkan tekanan berlebih pada sendi, ligamen, serta jaringan lunak tertentu. Kondisi ini sering kali menjadi awal dari gangguan fungsional dan cedera, terutama pada atlet yang melakukan gerakan repetitif dengan intensitas tinggi (Ahmad et al., 2024).

Cedera olahraga sendiri merupakan fenomena yang kompleks dan multifaktorial. Faktor eksternal seperti beban latihan, permukaan lapangan, dan peralatan memang berperan, tetapi faktor internal seperti kelainan postur, kelemahan otot stabilisator, dan ketidakseimbangan anatomi sering kali menjadi pemicu utama. Atlet dengan postur hiperlordosis misalnya, lebih rentan mengalami cedera punggung bawah akibat peningkatan tekanan aksial pada tulang belakang; sedangkan atlet dengan bahu protraksi kronis lebih mudah mengalami impingement akibat perubahan lintasan gerak humerus terhadap skapula (Sudirman et al., 2021). Dalam biomekanika, setiap perubahan postur tubuh mengubah arah dan besarnya gaya yang bekerja pada sistem gerak. Ketika gaya yang diterima melebihi kapasitas adaptasi jaringan, maka cedera menjadi konsekuensi logis. Dengan demikian, cedera bukan semata-mata akibat kecelakaan, tetapi hasil dari akumulasi ketidakseimbangan gaya dan struktur tubuh yang berlangsung dalam jangka waktu panjang (Setyaningrum, 2019).

Peran biomekanika dalam menjelaskan hubungan antara postur tubuh dan cedera olahraga menjadi sangat krusial karena memberikan dasar ilmiah mengenai mekanisme penyebab cedera yang sering kali tidak tampak secara klinis. Melalui analisis biomekanika, dapat dipahami bahwa postur tubuh yang tidak ideal menyebabkan perubahan pola gaya reaksi tanah, momen torsi, dan distribusi tekanan pada sendi. Misalnya, postur valgus pada lutut dapat meningkatkan momen abduksi yang memperbesar risiko cedera ligamen anterior (ACL), sementara kaki pronasi berlebihan mengubah pola gaya vertikal yang berdampak pada otot betis dan tendon Achilles (Nasher et al., 2020). Analisis semacam ini memberikan pemahaman kuantitatif tentang hubungan sebab-akibat antara struktur tubuh dan beban mekanis yang diterima, sehingga mampu menjembatani aspek teoritis anatomi dengan realitas fungsional di lapangan olahraga. Tanpa pemahaman biomekanik, postur tubuh hanya dianggap sebagai masalah estetika atau kelenturan, padahal sesungguhnya merupakan indikator keseimbangan struktural yang sangat menentukan efisiensi dan keamanan gerak (Abdillah & Romdhoni, 2024).

Kajian literatur terdahulu menunjukkan bahwa sebagian besar cedera non-kontak yang terjadi pada atlet berawal dari gangguan biomekanika akibat postur yang tidak seimbang. Akan tetapi, banyak penelitian masih memisahkan antara penilaian postur statis dan analisis gerak dinamis. Padahal, tubuh manusia tidak pernah sepenuhnya statis dalam olahraga; setiap aktivitas olahraga merupakan interaksi berkesinambungan antara postur dasar, pola gerak, dan gaya eksternal (Gilardino et al., 2025). Hal ini menimbulkan celah penelitian yang penting untuk dikaji, yaitu bagaimana variasi postur tubuh berhubungan secara langsung dengan jenis cedera tertentu berdasarkan analisis mekanika gerak. Dengan mengintegrasikan pendekatan

biomekanika, penelitian ini diharapkan dapat menjelaskan secara mendalam korelasi antara postur dan cedera, tidak hanya dari sisi observasi visual tetapi melalui pemahaman mengenai perpindahan gaya, tekanan sendi, dan pola aktivasi otot yang terjadi pada setiap kondisi postural.

Dengan demikian, penelitian berjudul “Korelasi Antara Postur Tubuh dan Cedera Olahraga Ditinjau dari Aspek Biomekanika” memiliki urgensi yang tinggi, baik secara ilmiah maupun praktis. Secara ilmiah, kajian ini berupaya memperjelas mekanisme hubungan antara bentuk postural dan risiko cedera melalui analisis gaya dan struktur tubuh, sehingga memperkuat landasan teoretis biomekanika dalam konteks pencegahan cedera. Secara praktis, hasil penelitian ini diharapkan menjadi rujukan bagi pengembangan sistem evaluasi postur dan perancangan program latihan korektif yang berorientasi pada keamanan serta efisiensi gerak atlet. Melalui pendekatan ini, olahraga tidak hanya dilihat sebagai aktivitas fisik semata, melainkan sebagai sistem mekanis yang kompleks di mana setiap komponen tubuh berperan penting menjaga keseimbangan, efisiensi, dan ketahanan terhadap cedera.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*) yang bersifat deskriptif analitis. Metode ini dipilih karena penelitian tidak melakukan pengumpulan data lapangan secara langsung, melainkan berfokus pada penelaahan sistematis terhadap berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan tema hubungan antara postur tubuh, cedera olahraga, dan aspek biomekanika. Melalui pendekatan literatur, peneliti berupaya membangun pemahaman teoretis yang komprehensif mengenai mekanisme biomekanik yang menghubungkan kelainan postural dengan risiko cedera, sekaligus mengidentifikasi pola-pola hasil temuan empiris dari berbagai sumber ilmiah yang telah dipublikasikan. Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dan fokus kajian, yaitu hubungan antara variasi postur tubuh dan jenis cedera olahraga yang dijelaskan melalui analisis biomekanika. Setelah fokus ditentukan, peneliti melakukan pencarian literatur secara sistematis menggunakan basis data ilmiah seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, ResearchGate, dan SpringerLink, dengan rentang publikasi antara tahun 2015 hingga 2025 untuk menjamin relevansi dan kebaruan informasi. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian antara lain “*biomechanics of posture*,” “*sports injury biomechanics*,” “*postural alignment*,” “*posture and injury correlation*,” serta “*musculoskeletal imbalance in athletes*.” Setiap literatur yang terpilih kemudian dianalisis untuk menilai keandalan data, kesesuaian konteks, serta relevansi terhadap fokus penelitian. Setiap temuan dari literatur dibandingkan, disintesis, dan dirangkum secara kritis untuk menemukan pola hubungan dan kesamaan hasil antarpengelitian. Hasil analisis ini kemudian disusun menjadi narasi deskriptif yang menggambarkan secara komprehensif korelasi antara postur tubuh dan cedera olahraga dari perspektif biomekanika.

HASIL

Postur tubuh merupakan hasil keseimbangan dinamis antara sistem muskuloskeletal, sistem saraf, dan sistem sensorik yang bekerja mempertahankan keselarasan tubuh terhadap gaya gravitasi. Dalam konteks olahraga, postur yang ideal adalah ketika segmen-segmen tubuh berada dalam posisi sejajar secara anatomis sehingga gaya eksternal dan internal dapat terdistribusi secara efisien. Ketika terjadi penyimpangan dari keseimbangan ini, baik secara statis maupun dinamis, maka timbul kelainan postural (*postural deviation*) yang berdampak langsung pada distribusi gaya, efisiensi gerak, dan stabilitas tubuh. Berbagai penelitian biomekanika menunjukkan bahwa kelainan postural yang tampak kecil sekalipun dapat menimbulkan konsekuensi

besar terhadap peningkatan risiko cedera pada atlet karena perubahan pada torsi sendi, beban jaringan lunak, dan fungsi neuromuskular (Wiranatha & Saraswati, 2024).

a. Hiperlordosis Lumbal

Salah satu bentuk penyimpangan yang paling sering ditemukan adalah hiperlordosis lumbal, yaitu peningkatan kelengkungan tulang belakang bagian bawah yang menyebabkan panggul berputar ke arah anterior (*anterior pelvic tilt*). Kondisi ini menimbulkan ketidakseimbangan otot antara fleksor panggul (*iliopsoas dan rectus femoris*) yang memendek dan ekstensor panggul (*gluteus maximus dan hamstring*) yang melemah. Secara biomekanika, hiperlordosis menggeser center of gravity (COG) tubuh ke depan dan meningkatkan gaya geser (*shear force*) pada segmen lumbal. Ketika tekanan aksial meningkat, sendi faset lumbar menerima beban lebih besar yang dapat memicu low back pain, spasme otot paraspinal, hingga cedera diskus intervertebralis. Dalam olahraga seperti angkat besi, senam, dan sepak bola, tekanan berulang pada posisi hiperlordotik memperbesar risiko cedera kronis punggung bawah.

b. Kifosis Torakal

Kifosis torakal adalah kelengkungan berlebih pada tulang belakang bagian tengah yang menyebabkan bahu membulat ke depan (*rounded shoulder posture*). Postur ini umumnya muncul akibat ketidakseimbangan antara otot pektoralis mayor-minor yang terlalu kencang dan otot punggung atas (*trapezius dan rhomboid*) yang melemah. Secara biomekanika, kifosis torakal mengubah orientasi skapula terhadap sangkar toraks, menyebabkan disfungsi scapulohumeral rhythm, yaitu gangguan pada koordinasi gerakan antara skapula dan humerus. Gangguan ini meningkatkan gesekan pada sendi bahu dan memperbesar risiko *impingement syndrome* serta *tendinitis rotator cuff*, terutama pada atlet lempar, perenang, dan pemain voli. Postur kifotik juga mengganggu mekanisme pernapasan karena penurunan kapasitas toraks, yang secara tidak langsung menurunkan performa aerobik atlet.

c. Skoliosis

Skoliosis merupakan penyimpangan lateral tulang belakang yang membentuk kurva berbentuk huruf “S” atau “C” pada bidang frontal. Kelainan ini menimbulkan asimetri rotasi vertebra dan ketidakseimbangan panjang ekstremitas bawah, yang menyebabkan redistribusi beban mekanis ke sisi konveks kurva tulang belakang. Dalam perspektif biomekanika, ketidakseimbangan ini mengubah gaya reaksi tanah antara sisi kanan dan kiri tubuh sehingga menyebabkan kompensasi berlebih pada panggul dan lutut. Atlet dengan skoliosis cenderung mengalami nyeri punggung bawah, ketegangan unilateral otot paraspinal, dan risiko lebih tinggi terhadap cedera panggul atau lutut akibat beban asimetris yang kronis. Selain itu, rotasi vertebra yang berlebih menurunkan stabilitas batang tubuh (*trunk stability*), yang berdampak langsung pada kontrol keseimbangan dinamis selama aktivitas berintensitas tinggi.

d. Genu Valgum dan Genu Varum

Penyimpangan pada garis lutut juga menjadi salah satu faktor biomekanik penting penyebab cedera olahraga. *Genu valgum* (lutut X) ditandai oleh deviasi lutut ke arah medial sehingga membentuk sudut antara femur dan tibia yang

lebih besar dari normal. Secara biomekanika, kondisi ini meningkatkan knee abduction moment selama fase pendaratan dan menimbulkan tekanan abnormal pada ligamen kolateral medial serta *ligamen anterior cruciatum* (ACL). Penelitian biomekanika menggunakan sistem analisis gerak 3D menunjukkan bahwa atlet perempuan dengan *genu valgum* memiliki risiko cedera ACL hingga 2,5 kali lebih tinggi dibanding atlet dengan postur lutut normal. Sebaliknya, *genu varum* (lutut O) menyebabkan deviasi lutut ke arah lateral, meningkatkan tekanan pada kompartemen medial sendi lutut. Kondisi ini sering dikaitkan dengan degenerasi *meniskus*, *osteoarthritis* dini, dan *medial collateral ligament strain*. Pada pelari jarak jauh dan pemain basket, kombinasi tekanan repetitif dan penyimpangan sumbu lutut mempercepat timbulnya cedera overuse.

e. *Pes Planus (Flat Foot)* dan *Pes Cavus*

Pes planus, atau kaki datar, merupakan penyimpangan pada lengkungan medial kaki (medial longitudinal arch) yang menurun atau bahkan hilang. Dari sisi biomekanika, hilangnya lengkungan kaki menyebabkan rotasi internal berlebih pada tibia dan pronasi berlebihan selama fase tumpuan berjalan atau berlari. Akibatnya, gaya reaksi tanah tidak terserap dengan baik dan menghasilkan torsi abnormal pada sendi lutut dan panggul. Atlet dengan *pes planus* lebih rentan mengalami ankle sprain, shin splint, serta patellofemoral pain syndrome. Sebaliknya, *pes cavus* atau lengkungan kaki yang terlalu tinggi meningkatkan tekanan pada metatarsal dan menurunkan kemampuan kaki menyerap beban, sehingga meningkatkan risiko fraktur stres.

f. *Anterior Pelvic Tilt* dan *Posterior Pelvic Tilt*

Penyimpangan pada posisi panggul juga berpengaruh signifikan terhadap kestabilan tubuh bagian bawah. *Anterior pelvic tilt* (APT) menyebabkan rotasi panggul ke depan dan hiperlordosis lumbal. Kondisi ini memperpendek otot flektor panggul dan melemahkan otot gluteus, yang mengganggu fase propulsi pada pelari serta meningkatkan beban pada sendi lumbar. Sebaliknya, *posterior pelvic tilt* (PPT) menurunkan kelengkungan lumbal alami dan dapat menyebabkan kekakuan punggung bawah. Ketidakseimbangan panggul ini menimbulkan ketegangan pada jaringan konektif dan memengaruhi pola gaya dorong pada ekstremitas bawah

PEMBAHASAN

Hubungan antara penyimpangan postural dan cedera olahraga dapat dijelaskan secara ilmiah melalui prinsip-prinsip biomekanika, yaitu studi mengenai gaya dan gerakan tubuh manusia dalam kaitannya dengan sistem muskuloskeletal. Tubuh manusia dirancang untuk mempertahankan keseimbangan gaya (*equilibrium*) antara struktur penopang seperti tulang, otot, ligamen, dan sendi. Ketika postur tubuh menyimpang dari garis keseimbangan anatomis normal, maka terjadi redistribusi gaya yang tidak merata pada jaringan tubuh. Kondisi ini menyebabkan peningkatan beban pada area tertentu, menurunkan efisiensi mekanik gerakan, dan meningkatkan risiko cedera jaringan lunak maupun sendi (Aqobah et al., 2023).

Secara biomekanis, setiap segmen tubuh memiliki pusat gravitasi dan tumpuan yang saling memengaruhi dalam menjaga stabilitas. Ketika terjadi penyimpangan postural seperti hiperlordosis atau kifosis, pusat gravitasi tubuh bergeser dari posisi idealnya, mengakibatkan perubahan sudut torsi dan momen gaya pada sendi-sendi besar seperti panggul, lutut, dan tulang belakang. Pergeseran ini meningkatkan tegangan otot kompensatorik yang bertugas menjaga keseimbangan tubuh. Misalnya, pada individu dengan hiperlordosis lumbal, otot

erector spinae dan fleksor pinggul bekerja lebih keras untuk menstabilkan postur, yang dalam jangka panjang menyebabkan kelelahan otot dan meningkatkan risiko strain atau spasme otot punggung bawah (Daharis et al., 2022).

Selain itu, penyimpangan seperti *valgus* dan *varus* pada lutut mengubah arah gaya reaksi tanah (*ground reaction force*) yang bekerja saat aktivitas berjalan atau berlari. Pada kondisi genu valgum, gaya tekan berlebih dialami oleh sisi lateral lutut, sementara sisi medial mengalami peregangan yang tidak proporsional. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakseimbangan gaya tekan antar kompartemen sendi lutut dan memicu cedera seperti *anterior cruciate ligament (ACL) injury* atau osteoarthritis dini. Sebaliknya, pada *genu varum*, tekanan lebih besar terjadi pada sisi medial, yang juga berkontribusi pada cedera meniskus atau stres tibial berulang.

Dari sudut pandang rantai kinetik (*kinetic chain*), penyimpangan pada satu segmen tubuh dapat memengaruhi fungsi segmen lainnya. Sebagai contoh, pronasi berlebihan pada kaki (*overpronation*) menyebabkan rotasi internal tibia yang berlebihan, mengubah sudut kerja lutut dan pinggul. Akibatnya, muncul pola kompensasi pada otot gluteus medius, hamstring, dan piriformis yang meningkatkan ketegangan otot dan menurunkan stabilitas panggul. Kondisi ini sering kali berujung pada cedera *overuse* seperti *sindrom iliotibial band (ITBS)*, *patellofemoral pain syndrome*, atau bahkan nyeri punggung bawah akibat perubahan biomekanik rantai bawah tubuh (Ahmad et al., 2024).

Secara lebih rinci, biomekanika jaringan lunak juga menjelaskan bahwa penyimpangan postural dapat menyebabkan perubahan pola stres dan strain pada otot serta tendon. Ketika suatu kelompok otot berada dalam posisi memendek kronis akibat postur yang salah (misalnya otot punggung bawah pada hiperlordosis), maka otot antagonisnya (seperti otot abdomen) menjadi melemah karena tidak aktif secara optimal. Ketidakseimbangan otot ini mengubah distribusi gaya pada sendi terkait, mengurangi efisiensi pergerakan, dan meningkatkan risiko mikrotrauma kumulatif. Dalam jangka panjang, mikrotrauma ini menimbulkan inflamasi, adhesi jaringan, dan gangguan proprioseptif yang memperburuk kemampuan tubuh mendeteksi posisi sendi (*joint position sense*), sehingga risiko cedera akut meningkat (Wahyuni, 2020).

Pencegahan dan koreksi penyimpangan postural dalam konteks biomekanika olahraga merupakan pendekatan strategis yang bertujuan untuk memulihkan keseimbangan mekanis tubuh dan mengoptimalkan efisiensi gerak. Prinsip dasarnya adalah mengembalikan keselarasan segmen tubuh terhadap garis gaya gravitasi agar distribusi beban otot, ligamen, dan sendi menjadi proporsional. Pendekatan biomekanika modern tidak hanya berfokus pada latihan kekuatan, tetapi juga pada analisis gerak, kestabilan sendi, kontrol neuromuskular, serta penggunaan teknologi pendukung seperti *motion analysis* dan *postural alignment system* untuk identifikasi serta koreksi dini kelainan postur. Secara biomekanis, upaya pencegahan dimulai dengan evaluasi postural menggunakan metode observasional dan teknologi digital seperti *3D motion capture* atau *force plate analysis*. Melalui pengukuran sudut sendi, posisi pusat gravitasi, serta gaya reaksi tanah, dapat diidentifikasi area yang mengalami deviasi dari garis vertikal normal tubuh. Data ini menjadi dasar dalam perancangan program koreksi postural yang terarah. Atlet dengan kecenderungan hiperlordosis, misalnya, dapat diidentifikasi memiliki ketegangan berlebih pada otot erector spinae dan kelemahan pada otot abdominal, sehingga latihan penguatan core dan peregangan fleksor pinggul menjadi prioritas utama dalam program rehabilitatif. Pendekatan latihan korektif berbasis biomekanika berfokus pada pemulihan keseimbangan otot (*muscle balance*) dan kontrol motorik. Latihan seperti *pelvic tilt*, *plank*, *bridge*, serta *dead bug* efektif untuk memperkuat otot stabilisator batang tubuh yang berfungsi mempertahankan postur netral tulang belakang. Sementara itu, teknik peregangan statis dan dinamis diberikan pada otot yang mengalami pemendekan kronis seperti *iliopsoas*, *pectoralis major*, dan *hamstring*. Melalui prinsip *reciprocal inhibition*, penguatan

otot lemah dan peregangan otot tegang secara bersamaan akan mengembalikan fungsi biomekanik normal pada sendi terkait (Abbas et al., 2024).

Selain latihan, pendekatan biomekanika fungsional juga menekankan pentingnya proprioceptive training dan neuromuscular control. Ketika postur tubuh mengalami penyimpangan, sistem saraf proprioseptif sering kali terganggu, menyebabkan keterlambatan dalam aktivasi otot pengendali stabilitas sendi. Latihan berbasis keseimbangan seperti single-leg stance, bosu ball training, atau balance board exercise mampu meningkatkan koordinasi neuromuskular, sehingga tubuh dapat merespons perubahan gaya eksternal dengan cepat dan tepat. Peningkatan kontrol neuromotorik ini terbukti mengurangi risiko cedera seperti sprain, strain, dan gangguan keseimbangan postural yang berulang (Rofik & Kafrawi, 2022).

Upaya pencegahan biomekanika juga mencakup pengoptimalan teknik gerak olahraga (*movement re-education*). Setiap cabang olahraga memiliki pola biomekanika spesifik yang jika dilakukan dengan postur tidak ideal, dapat menimbulkan stres kumulatif pada jaringan tertentu. Melalui analisis gerak (*motion analysis*), pelatih dan terapis dapat mengidentifikasi kesalahan teknis yang berkaitan dengan postur tubuh. Misalnya, pada pelari dengan pronasi berlebihan, penggunaan motion capture menunjukkan deviasi pada sumbu tibia yang meningkatkan risiko cedera lutut. Dengan intervensi berupa penggunaan orthotic insole dan pelatihan teknik langkah yang lebih netral, tekanan biomekanik dapat dikurangi secara signifikan.

Selain latihan fisik, intervensi lingkungan dan ergonomis juga berperan penting. Dalam konteks latihan atletik, permukaan latihan yang terlalu keras atau tidak rata dapat memengaruhi distribusi gaya reaksi tanah, sehingga menimbulkan kompensasi biomekanik pada anggota gerak bawah. Penggunaan sepatu olahraga dengan desain yang sesuai bentuk kaki serta modifikasi alat bantu seperti brace atau tape kinesologis dapat membantu menjaga alignment tubuh dan mencegah stres berlebih pada jaringan penopang. Dari perspektif rehabilitasi, terapi manual berbasis biomekanika seperti *myofascial release*, *joint mobilization*, dan *muscle energy technique* digunakan untuk mengembalikan mobilitas sendi dan elastisitas jaringan lunak yang terganggu akibat postur abnormal. Pendekatan ini membantu memperbaiki pola gerak alami dan meningkatkan kesadaran postural individu. Kombinasi antara terapi manual, latihan korektif, dan penguatan stabilisator terbukti efektif menurunkan insiden cedera berulang pada atlet yang memiliki riwayat kelainan postural kronis. Dengan demikian, pencegahan dan koreksi postural berbasis biomekanika tidak dapat dipisahkan dari analisis ilmiah mengenai gaya, gerak, dan fungsi tubuh secara menyeluruh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan kajian literatur biomekanika olahraga, dapat disimpulkan bahwa hubungan antara penyimpangan postural dan peningkatan risiko cedera olahraga bersifat fundamental dan bersumber dari gangguan keseimbangan gaya, perubahan distribusi beban, serta penurunan efisiensi mekanik tubuh. Postur tubuh yang tidak ideal seperti hiperlordosis, kifosis, skoliosis, genu valgum, genu varum, serta pronasi atau supinasi ekstrem pada kaki menyebabkan pergeseran pusat gravitasi tubuh dan menimbulkan kompensasi biomekanik yang kompleks pada sistem muskuloskeletal. Akibatnya, otot dan sendi bekerja dalam kondisi stres mekanis yang tidak seimbang, memicu kelelahan otot, ketegangan jaringan lunak, serta peningkatan risiko cedera akut maupun kronis seperti strain, sprain, sindrom impingement, dan cedera ligamen. Secara biomekanika, mekanisme yang menjelaskan hubungan ini dapat ditelusuri melalui interaksi gaya eksternal (seperti gaya reaksi tanah) dengan respon internal tubuh. Ketika terjadi deviasi postural, arah gaya dan momen torsi yang bekerja pada sendi berubah, sehingga tubuh mengembangkan pola kompensasi otot yang tidak efisien. Pola kompensasi ini, jika dibiarkan berlanjut, akan menurunkan kemampuan stabilisasi tubuh, mengubah pola aktivasi otot, dan meningkatkan risiko cedera berulang. Konsep kinetic chain

menunjukkan bahwa gangguan pada satu segmen tubuh, seperti kaki atau panggul, dapat memengaruhi keseimbangan biomekanik di bagian tubuh lain, seperti lutut atau tulang belakang.

Upaya pencegahan dan koreksi penyimpangan postural berbasis biomekanika harus dilakukan secara komprehensif dan sistematis, mencakup tiga aspek utama: evaluasi postural, latihan korektif, dan optimalisasi gerak fungsional. Evaluasi biomekanika menggunakan teknologi seperti motion analysis atau force plate memungkinkan identifikasi dini terhadap deviasi postural yang berpotensi menimbulkan cedera. Latihan korektif difokuskan pada pemulihan keseimbangan otot melalui kombinasi penguatan otot lemah dan peregangan otot tegang, disertai pelatihan proprioseptif untuk meningkatkan kontrol neuromuskular. Selain itu, optimalisasi teknik olahraga dan penyesuaian alat bantu seperti orthotic support, brace, dan taping berperan penting dalam menjaga keselarasan biomekanik selama aktivitas fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, M., Pradana, D. P., & Revaldi, M. A. (2024). Literatur Riview: Peran Kinesiologi Dalam Analisis Gerakan Dan Rehabilitasi Cedera Lutut. *Journal Human Resource Strengthening*, 1(01), 76-81.
- Abdillah, M. Z., & Romdhoni, W. (2024). Litarature Review: Basic Biomechanics. *Journal Human Resource Strengthening*, 1(01), 82-89.
- Ahmad, et al. (2024). *Gerakan Tubuh Manusia: Biomekanika Dalam Olahraga*. Borneo Novelty Publishing.
- Ahmad, Z. F. F., Prasetyo, B. T., & Yudhistira, D. R. A. P. (2024). Perspektif Kinesiologi: Hubungan Antara Postur Tubuh dan Cedera pada Pemain Futsal. *Journal Human Resource Strengthening*, 1(01), 32-36.
- Aqobah, Q. J., Nuryadin, A., Triprayogo, R., & Nuradhiani, A. (2023). Pelatihan Pencegahan, Perawatan Cedera dan Terapi Latihan Pasca Cedera Pada Pelatih di Koni Banten. *Jurnal Abmas Negeri (JAGRI)*, 4(2), 113-119.
- Daharis, D., Gazali, N., & Candra, O. (2022). *Biomekanika Olahraga*. Malang: Ahlimedia Press
- Gilardino R, et al. (2025). *Biomekanika dan Kinesiologi Olahraga*. Malang: Litmus
- Harta, L. I., & Fata, R. N. (2022). Terapi Pasca Cidera Olahraga. *COMSERVA: Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, 2, 866-873.
- Nasher, A. R. E. S., Prawatya, Y. E., & Rahmahwati, R. (2020). Pengukuran Postur Kerja Pada Penggunaan Alat Olahraga Angkat Beban Dengan Pendekatan Biomekanika Dan Fisiologi. *Jurnal Teknik Industri Universitas Tanjungpura*, 4(2).
- Rofik, M. N., & Kafrawi, F. R. (2022). Tingkat pengetahuan penanganan cedera olahraga metode prices (protect, rest, ice, compression, elevation, support) pada atlet bola tangan. *Jurnal Kesehatan Olahraga*, 10(02), 245-252.
- Setyaningrum, D. A. W. (2019). Cedera olahraga serta penyakit terkait olahraga. *Jurnal Biomedika Dan Kesehatan*, 2(1), 39-44.
- Sudirman, A., Mahyuddin, R., & Asyhari, H. (2021). Faktor-Faktor Penyebab Terjadinya Cedera dalam Permainan Sepakbola. *Jendela Olahraga*, 6(2), 1-9.
- Wahyuni, O. (2020). *Biomekanika Nyeri Punggung Bawah*. Biomekanika Nyeri Punggung Bawah, Invertebralis, biomekanika.
- Wiranatha, M. B. K., Putra, P. Y. P., & Saraswati, P. A. S. (2024). Faktor Resiko Cedera pada Crossfit ditinjau dari Body Posture. *Jurnal Syntax Admiration*, 5(3), 1016-1023.