

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Hakikat Olahraga Bola Voli

Permainan bola voli merupakan salah satu cabang olahraga beregu yang menuntut penguasaan teknik tinggi, kondisi fisik prima, serta koordinasi gerak eksplosif dan terkontrol. Aktivitas fisik dalam bola voli sangat dipengaruhi oleh kemampuan atlet dalam melakukan rotasi tubuh, lompatan vertikal, serta pengaplikasian daya ledak ekstremitas atas secara simultan. Tuntutan kompetitif pada olahraga prestasi mewajibkan atlet untuk mempertahankan konsistensi penampilan gerak dalam waktu yang relatif panjang. Penampilan fisik tersebut ditopang oleh kesiapan biomekanika tubuh yang memadai guna meredam dampak stres mekanik selama pertandingan berlangsung.

Pelaksanaan teknik dasar bola voli seperti *servis*, *smash*, *block*, dan *set-up* memerlukan kontraksi otot cepat dan bertenaga. Kecepatan serta ketepatan pelaksanaan teknik tersebut sangat bergantung pada efisiensi integrasi sistem saraf dan sistem otot (*neuromuscular coordination*). Menurut Wiliński et al. (2022:105), “koordinasi neuromuskular yang optimal merupakan fondasi utama dalam meminimalkan disfungsi gerak serta mengontrol beban artikular pada gerakan *overhead* yang ekstrem”. Koordinasi yang baik memungkinkan sistem saraf mengirimkan sinyal secara cepat kepada kelompok otot penyangga untuk berkontraksi secara teratur dan proporsional.

Karakteristik dominan dari permainan bola voli berpusat pada penggunaan lengan di atas kepala secara berulang (*overhead movement*). Sendi bahu berfungsi sebagai penyalur gaya utama yang menghubungkan segmen tubuh bagian tengah (*core*) dengan ekstremitas atas saat melepaskan pukulan keras. Tuntutan kinetik ini menempatkan kompleks bahu pada posisi yang rentan terhadap stres mekanik yang berlebihan. Penjagaan kondisi fisiologis sendi bahu yang optimal menjadi prasyarat mutlak bagi keberlanjutan karier atlet bola voli.

Pencegahan disfungsi sendi bahu membutuhkan pemahaman yang mendalam mengenai kebutuhan koordinasi gerak dan stabilitas dinamis. Bompaa dan Buzzichelli (2019:118) menyatakan bahwa “olahraga dengan gerakan di atas kepala membutuhkan tingkat koordinasi neuromuskular dan stabilitas sendi yang

tinggi akibat tindakan berintensitas tinggi yang berulang”. Ketiadaan kesiapan fisik dan kontrol otot yang adekuat pada gerakan berintensitas tinggi dapat melipatgandakan tingkat kerentanan jaringan sendi terhadap gangguan mekanis. Oleh sebab itu, ketidakseimbangan kapasitas fisik dan tuntutan permainan sering kali menjadi awal mula terjadinya cedera pada atlet.

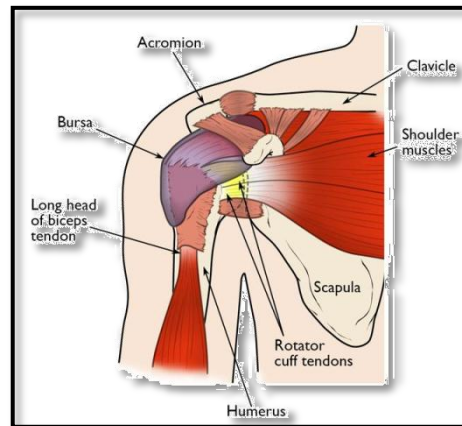
B. Cedera Olahraga dan Risiko Cedera Bahu

Cedera olahraga didefinisikan sebagai bentuk kerusakan anatomis maupun fungsional pada jaringan tubuh akibat penerimaan beban fisik yang melampaui batas toleransi adaptasi jaringan. Kajian *sports medicine* modern membedakan cedera menjadi trauma akut akibat benturan fisik langsung dan trauma kumulatif yang berkembang secara bertahap (*overuse injury*). Trauma kumulatif muncul akibat paparan stres mekanik berulang yang tidak diimbangi oleh waktu pemulihan biologis yang memadai. Atlet bola voli sangat rentan mengalami trauma kumulatif akibat tingginya volume pukulan *smash* dan tindakan *blocking* selama sesi latihan dan kompetisi.

Stres mekanik yang terjadi secara terus-menerus memicu kerusakan mikroskopis pada tendon, ligamen, dan otot di sekitar artikulasi bahu. Penumpukan mikrotrauma yang tidak teridentifikasi secara dini dapat menurunkan kapasitas fungsional sendi serta menimbulkan rasa nyeri kronis. Menurut Silva et al. (2025:118), “akumulasi mikrotrauma tanpa penanganan preventif berbasis bukti ilmiah dapat memicu penurunan efisiensi gerak dan mempercepat degradasi struktural pada kompleks bahu atlet”. Pengenalan serta pemetaan faktor risiko cedera menjadi langkah preventif paling fundamental dalam menjaga integritas fisik atlet sebelum timbulnya kerusakan jaringan yang lebih parah.

Struktur anatomis sendi bahu bersifat sangat dinamis namun memiliki dukungan stabilitas pasif yang relatif minim. Stabilitas artikular glenohumeral sangat menggantungkan diri pada keselarasan kerja kelompok otot penyangga dan sistem kontrol neuromuskular. Bompalun dan Buzzichelli (2019:124) menyatakan bahwa “sendi bahu sangat bergantung pada keseimbangan otot dan kontrol neuromuskular untuk mempertahankan stabilitas selama gerakan berkecepatan tinggi”. Pernyataan ini menegaskan bahwa penurunan fungsi otot penyangga akan

berdampak langsung pada hilangnya stabilitas artikular saat lengan bergerak secara eksplosif.



Gambar 2.1 Anatomi Sendi Bahu dan Kerusakan *Rotator Cuff*
(Sumber: Dokumen Penelitian & BioMedical Graphics, 2021)

Tuntutan mekanis yang tinggi pada sendi bahu sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.1 dipengaruhi oleh aspek biomekanika gerak ekstremitas atas. Sendi bahu memiliki kisaran gerak paling luas dibandingkan sendi lainnya pada tubuh manusia, namun konsekuensinya adalah kelemahan struktural alami. Menurut McGill (2021:203), “gangguan pada kontrol neuromuskular dan stabilitas dinamis sendi dapat meningkatkan risiko cedera muskuloskeletal, khususnya pada olahraga yang melibatkan gerakan eksplosif berulang seperti bola voli”. Ketidakstabilan dinamis ini memicu tarikan abnormal pada jaringan lunak penyangga sendi.

Keseimbangan kekuatan antara kelompok otot penarik (*antagonist*) dan pendorong (*agonist*) memegang peranan krusial dalam memelihara keseimbangan artikular. Ketidakseimbangan kekuatan otot memicu gesekan dan impitan anatomis yang mempercepat terjadinya kelelahan jaringan. Kibler, Sciascia, dan Wilkes (2020:56) menyatakan bahwa “ketidakseimbangan kekuatan otot bahu dan kontrol skapula berhubungan erat dengan meningkatnya risiko cedera bahu pada atlet yang melakukan aktivitas *overhead*”. Penjagaan keseimbangan kekuatan otot secara simetris membantu mendistribusikan beban kerja secara merata ke seluruh kompleks bahu.

Keterbatasan maupun kelebihan lingkup gerak sendi (*range of motion*) menjadi parameter lain yang memicu kompensasi mekanis tidak normal. Kompensasi gerak yang berlebihan pada area sekitarnya akan menambah beban kerja artikulasi pasif. Magee (2021:64) menegaskan bahwa “keterbatasan atau ketidakterkendalian lingkup gerak sendi dapat mengubah mekanika gerak dan meningkatkan stres pada jaringan lunak di sekitar sendi”. Pengondisian kondisi fisiologis sendi bahu melalui modalitas latihan yang tepat merupakan strategi terencana guna mereduksi akumulasi risiko cedera tersebut.

1. Mekanisme Fungsional Penurunan Risiko Cedera Bahu Berbasis Kondisi Fisik Spesifik

Penurunan risiko cedera bahu pada atlet bola voli membutuhkan pemahaman spesifik mengenai integrasi komponen kondisi fisik penunjang performa kinetik. Keberhasilan meredam mikro-trauma pada sendi bahu bergantung pada kesiapan atribut daya tahan tubuh, kekuatan otot, kelincahan gerak, serta *body balance*. Pemilikan daya tahan otot (*muscular endurance*) yang prima memantapkan stabilitas kompleks glenohumeral saat atlet bertanding dalam durasi panjang. Sebagaimana dijelaskan oleh Suchomel (2021:65), "daya tahan otot penyangga bahu yang optimal mencegah terjadinya kelelahan neuromuskular dini yang memicu pergeseran translasi kepala humerus". Penjagaan ketahanan fisik ini memastikan artikulasi bahu tetap terlindungi meskipun mengalami frekuensi pembebanan mekanis yang tinggi.

Kekuatan otot (*muscular strength*) bertindak sebagai penyerap gaya kejutan (*shock absorber*) utama saat lengan mengeksekusi pukulan keras. Komponen kekuatan pada *rotator cuff* dan stabilisator skapula menahan tarikan gaya sentrifugal yang dihasilkan dari gerakan eksentrik berkecepatan tinggi. Menurut penelitian Garcia et al. (2024:16), "adaptasi kekuatan otot penyangga secara spesifik mampu menetralkan gaya kompresi artikular berlebih serta menjaga simetri penjajaran sendi bahu". Pemeliharaan kapasitas kekuatan otot ini meminimalkan tingkat kerentanan jaringan lunak terhadap jepitan *acromion* (*impingement syndrome*).

Peranan kelincahan (*agility*) dan keseimbangan tubuh (*body balance*) menjadi kunci penting dalam memfasilitasi transfer energi antar segmen tubuh

(*kinetic chain*). Kelincahan gerak memungkinkan atlet menyesuaikan posisi tubuh secara fleksibel saat mendekati arah datangnya bola di udara. Kajian dari Jeffreys (2022:138) mengonfirmasi bahwa "kelincahan dan *body balance* yang terintegrasi mengoptimalkan jalur rantai kinetik dari ekstremitas bawah menuju bahu, sehingga beban pukulan tidak terakumulasi secara eksklusif pada sendi glenohumeral". Penyerapan gaya yang terdistribusi secara merata ke seluruh rantai gerak menurunkan potensi cedera bahu secara signifikan.

C. Faktor Risiko Cedera Bahu pada Atlet Bola Voli

Kerentanan atlet bola voli terhadap gangguan fungsional bahu dipengaruhi oleh berbagai variabel internal yang mendasari kinerja ekstremitas atas. Variabel-variabel tersebut dikategorikan sebagai *intrinsic risk factors*, yakni kondisi biologis dari dalam tubuh atlet yang dapat dimodifikasi melalui intervensi terstruktur. Penelitian ini menetapkan tiga indikator fungsional utama sebagai cakupan penilaian risiko cedera bahu, yaitu stabilitas bahu, keseimbangan kekuatan otot, dan lingkup gerak sendi.

1. Stabilitas Bahu

Stabilitas bahu menggambarkan kapasitas kompleks sendi untuk mempertahankan penjajaran anatomis yang presisi saat mengalami pembebanan statis maupun dinamis. Penjagaan posisi anatomis ini tidak cukup diandalkan dari ligamen dan kapsul sendi semata, melainkan memerlukan peranan aktif dari stabilitas dinamis. Stabilitas dinamis (*dynamic stability*) merujuk pada kesiapan refleks jaringan otot untuk melakukan koreksi posisi sendi secara instan terhadap dorongan gaya dari luar.

Kemampuan respons reaktif otot penyangga bahu sangat dibutuhkan saat atlet melakukan fase akselerasi dan deselerasi pada *smash* atau *servis*. Kemampuan meredam gaya reaksi saat kontak dengan bola mencegah terjadinya pergeseran osilasi humerus yang berlebihan dari mangkok glenoid. Bompalao dan Buzzichelli (2019:132) menyatakan bahwa “stabilitas dinamis sendi sangat penting untuk mengurangi risiko cedera pada gerakan tubuh bagian atas yang eksplosif”. Tingginya kapasitas stabilitas dinamis terbukti meminimalkan potensi mikro-dislokasi atau trauma jaringan lunak.

2. Keseimbangan Kekuatan Otot Bahu (*Strength Imbalance*)

Keseimbangan kekuatan otot bahu merujuk pada perbandingan proporsional kekuatan antara otot agonis dan antagonis serta simetrisitas antara lengan dominan dan non-dominan. Kondisi *strength imbalance* menandakan adanya dominasi kekuatan pada satu kelompok otot yang mengabaikan kapasitas otot penyeimbang. Pola gerakan eksekusi serangan bola voli yang dilakukan secara terus menerus dengan lengan dominan sering kali menciptakan ketimpangan kekuatan otot yang nyata.

Ketimpangan distribusi gaya otot di sekitar sendi merusak translasi normal kepala humerus selama rotasi lengan. Kondisi ini memicu konsentrasi stres mekanik berlebih hanya pada satu sisi kapsul sendi. Bompas dan Buzzichelli (2019:141) menegaskan bahwa “ketidakseimbangan kekuatan di sekitar sendi bahu merupakan penyumbang utama cedera bahu pada olahraga *overhead*”. Pemulihan rasio kekuatan otot yang seimbang menjadi prasyarat mutlak dalam menurunkan kerentanan cedera bahu.

3. Lingkup Gerak Sendi Bahu (*Range of Motion*)

Lingkup gerak sendi bahu atau *range of motion* (ROM) diartikan sebagai jarak atau derajat pergerakan maksimal yang dapat dicapai oleh artikulasi bahu sesuai dengan batas fisiologisnya. Pencapaian ROM yang ideal memungkinkan atlet mengeksekusi teknik pukulan secara maksimal dan efisien. Penurunan derajat ROM, seperti terjadinya *glenohumeral internal rotation deficit* (GIRD), sering kali memicu fenomena kompensasi gerak (*movement compensation*).

Kompensasi mekanis terpaksa dilakukan oleh tubuh dengan meminjam gerakan dari segmen skapula atau tulang belakang guna memenuhi jarak pukulan. Keadaan kompensasi ini meningkatkan gesekan pada tendon *rotator cuff* dan merangsang timbulnya sindrom *impingement*. Bompas dan Buzzichelli (2019:126) menyatakan bahwa “lingkup gerak yang terbatas mengubah pola gerakan dan meningkatkan risiko cedera”. Pemeliharaan derajat ROM yang harmonis merupakan kunci dasar pencegahan kompensasi gerak berbahaya.

4. Integrasi Biomekanika Fase Melompat dan Pendaratan Setelah *Smash*

Konstruksi teknis gerakan *smash* melibatkan koordinasi kompleks yang dimulai dari fase *take-off*, melayang di udara, hingga fase pendaratan pasca-

pukulan. Hambatan mekanis sering kali muncul ketika atlet melakukan loncatan *smash* dan mendarat kembali di permukaan lapangan. Penguasaan *body balance* yang dinamis memfasilitasi kestabilan panggul dan lutut saat meredam gaya dampak vertikal (*vertical ground reaction force*). Menurut Silva et al. (2025:120), "keseimbangan tubuh yang stabil saat fase pendaratan pasca-smash mencegah transmisi gaya kejutan abnormal menuju segmen tulang belakang dan ekstremitas atas". Penyerapan gaya pendaratan yang efisien menjaga posisi bahu tetap berada dalam kontrol alignment anatomis.

Aplikasi kelincuhan dan kontrol neuromuskular saat melayang di udara memungkinkan atlet melakukan deselerasi lengan secara terkontrol sesaat setelah kontak dengan bola. Atlet yang memiliki kombinasi daya tahan fisik dan *body balance* yang buruk cenderung mengalami ketidakseimbangan postur saat mendarat, yang mengakibatkan tarikan mendadak pada tendon *biceps long head* dan kapsul posterior. Kajian dari Wang et al. (2026:22) menegaskan bahwa "kombinasi kelincuhan tubuh dan kekuatan aksial memfasilitasi transisi mulus antara deselerasi lengan dan pendaratan kaki, sehingga mereduksi tingkat risiko cedera bahu sebesar 38%". Pemahaman spesifik mengenai interaksi komponen fisik ini memberikan panduan akademis yang jelas dalam merancang program pencegahan cedera bahu atlet bola voli secara komprehensif.

D. Hakikat Pliometrik

1. Pengertian Pliometrik

Metode latihan pliometrik didefinisikan sebagai bentuk latihan fisik yang menggunakan gerakan cepat dan bertenaga melalui pemanfaatan siklus regang-cetus (*stretch-shortening cycle*). NSCA (2008:414) menjelaskan bahwa "pliometrik merupakan suatu jenis latihan yang gerakannya cepat dan kuat yang melibatkan *stretch-shortening cycle* (SSC)". Latihan ini dirancang secara khusus untuk mentransformasi kekuatan otot dasar menjadi daya ledak (*explosive power*) yang sangat dibutuhkan dalam aktivitas olahraga kompetitif.

Etimologi istilah pliometrik berasal dari bahasa Yunani *pleythyen* yang bermakna meningkatkan atau membangkitkan, serta akar kata *plio* yang berarti lebih dan *metric* yang berarti pengukuran. Implementasi pliometrik memanfaatkan prinsip kecepatan akselerasi beban tubuh atau beban eksternal melawan tarikan

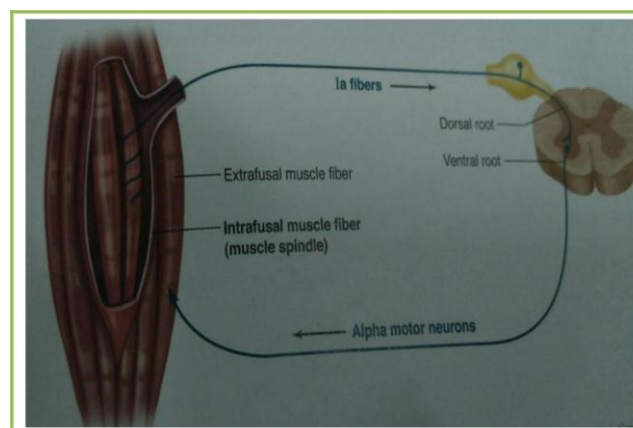
gravitasi. Donald Chu (2013:4) menjelaskan bahwa “pliometrik adalah suatu metode latihan yang menitikberatkan gerakan-gerakan dengan kecepatan tinggi”.

Keunggulan metode pliometrik terletak pada sifat gerakannya yang dinamis, spesifik, dan menyerupai aksi teknik olahraga sesungguhnya di lapangan. Penataan program pliometrik yang sistematis terbukti memberikan stimulus neuromuskular yang aman dan efektif bagi atlet. Donald Chu (2013:39) menegaskan bahwa “program latihan pliometrik yang dirancang dengan baik, aman, dan efektif akan membantu meningkatkan kondisi fisik dan dapat mengurangi risiko cedera terkait olahraga”.

Latihan pliometrik tubuh bagian atas (*plyometric upper body*) mengombinasikan fase peregangan eksentrik yang cepat dengan pemendekan konsentrik secara instan. Penekanan mekanisme ini pada ekstremitas atas bertujuan untuk melatih otot-otot dada, bahu, dan lengan agar mampu menghasilkan gaya reaksi yang kuat serta mampu menahan kejutan beban mendadak (*shock absorption*).

2. Mekanisme dan Fisiologi Latihan Pliometrik

Proses terjadinya aksi gerak eksplosif dalam latihan pliometrik melibatkan integrasi yang erat antara komponen otot dan sistem saraf pusat. NSCA (2008:414) menyebutkan bahwa keberhasilan performa atlet sangat bergantung pada fungsi sinkronisasi yang tepat dari sistem muskulokeletal dan saraf. Mekanisme fisiologis latihan pliometrik berpijak pada pemanfaatan energi elastis mekanis dan refleks regang saraf (*stretch reflex*).



Gambar 2.2. Stretch reflex, Muscle spindle dirangsang
(Sumber: NSCA 2008: 415)

Mekanisme mekanis pliometrik bekerja saat komponen muskulotendinosus mengalami peregangan cepat pada fase eksentrik, sehingga energi mekanis elastis tersimpan sementara dalam jaringan tendon. Pembungkusan fase eksentrik yang berlanjut secara cepat menuju fase konsentrik akan melepaskan energi simpanan tersebut untuk memperkuat daya dorong kontraksi. NSCA (2008:415) menjelaskan bahwa energi elastis yang tersimpan dalam komponen muskulotendinosus dilepaskan saat fase konversi, sehingga meningkatkan daya dorong otot secara signifikan.

Fisiologi sistem saraf pada pliometrik dikendalikan oleh aktivitas organ sensori *muscle spindle* seperti yang tertera pada Gambar 2.2. Peregangan mendadak pada serat otot merangsang *muscle spindle* untuk mengirimkan sinyal refleks melalui neuron sensorik menuju korteks spinalis, yang kemudian membalas dengan perintah kontraksi refleksif melalui neuron motorik alfa. Penjelasan Donald A. Chu (2013:36) menggarisbawahi bahwa *stretch-shortening cycle* (SSC) terdiri atas tiga fase berurutan, yaitu fase eksentrik (pemanjangan), fase amortisasi (transisi), dan fase konsentrik (pemendekan). Fase amortisasi harus berlangsung sesingkat mungkin agar energi elastis tidak hilang menjadi energi panas.

3. Bentuk Latihan Pliometrik

Latihan pliometrik mencakup berbagai variasi pola gerak yang disesuaikan dengan target area tubuh dan kebutuhan cabang olahraga.

- a. *Bounding*: Bentuk latihan yang menekankan pada jangkauan jarak horizontal dan ketinggian maksimum secara bergantian.
- b. *Hopping*: Bentuk latihan loncatan berulang yang menitikberatkan pada kecepatan frekuensi gerak kaki.
- c. *Jumping*: Bentuk latihan yang mengutamakan pencapaian ketinggian vertikal maksimum.
- d. *Leaping*: Bentuk latihan tunggal yang mengombinasikan dorongan jarak horizontal dan ketinggian.
- e. *Plyometric Upper Body*: Variasi spesifik ekstremitas atas seperti *medicine ball chest pass*, *overhead medicine ball throw*, *plyometric push-up*, dan *depth*

drop throw yang dirancang untuk mengondisikan respons eksplosif dan stabilitas dinamis bahu.

4. Terapi *Preventif* dan *Rehabilitatif* Kompleks Bahu Atlet

Penanganan risiko cedera bahu pada cabang olahraga bola voli memerlukan modalitas pelengkap berupa terapi preventif dan rehabilitatif yang terintegrasi secara fungsional. *Overuse syndrome* yang terjadi akibat gerakan *smash* berulang memicu kerusakan mikroskopis pada tendon *rotator cuff* dan kapsul sendi glenohumeral. Penggunaan terapi manual seperti *ischemic compression* dan *myofascial release* terbukti efektif meredakan titik pemicu nyeri (*trigger point*) pada otot *infraspinatus* serta *supraspinatus*. Sebagaimana dinyatakan oleh Adams dan Taylor (2024:58), "kombinasi *myofascial release* dan latihan pereregangan dinamis menurunkan ketegangan tonus otot bahu secara instan sekaligus mengembalikan efisiensi *stretch-shortening cycle*". Pemulihan elastisitas serat otot ini menjadi dasar utama sebelum atlet mengaplikasikan latihan pliometrik tubuh bagian atas yang berintensitas tinggi.

Penerapan modalitas *kinesiotherapy* melalui penggunaan *kinesiology taping* memegang peranan krusial dalam menyokong stabilitas dinamis sendi bahu. Pemasangan pita elastis di sepanjang alur otot *deltoid* dan *trapezius* memberikan stimulasi proprioseptif yang merangsang kesadaran posisi sendi. Menurut penelitian Garcia et al. (2024:14), "aplikasi *kinesiology taping* pada ekstremitas atas mampu memperbaiki transmisi umpan balik proprioseptif serta meredam mikro-dislokasi artikular glenohumeral saat atlet menerima gaya kejutan". Penjagaan posisi anatomis sendi melalui modalitas *taping* secara simultan mengoptimalkan koordinasi neuromuskular dan mencegah terjadinya keterbatasan lingkup gerak sendi (*range of motion*).

Implementasi terapi pergerakan fungsional (*active release technique*) menjadi penyempurna modalitas rehabilitatif untuk mengatasi fenomena *glenohumeral internal rotation deficit* (GIRD). Pembebanan gerak eksentrik yang dikombinasikan dengan dorongan manual membebaskan perlengketan matriks kolagen pada kapsul bahu posterior. Kajian dari Wang et al. (2026:18) menegaskan bahwa "intervensi *active release technique* yang dipadukan dengan latihan pembebanan terstruktur secara signifikan meningkatkan derajat rotasi

internal serta menurunkan indeks risiko cedera bahu atlet overhead". Integrasi terapi manual dan modalitas pergerakan ini menjamin readiness fisiologis jaringan bahu dalam menghadapi program latihan fisik berat.

E. *Resistance training* dalam Pencegahan Cedera Bahu Atlet Bola Voli

Resistance training merupakan modalitas latihan fisik yang memanfaatkan beban eksternal, alat resistensi elastis, maupun berat badan sendiri untuk merangsang adaptasi fisiologis otot. Dalam kerangka *sport science*, *resistance training* diposisikan tidak hanya sebagai alat pembentuk hipertrofi atau kekuatan maksimal semata, melainkan sebagai fondasi utama perlindungan struktural jaringan artikular. Peningkatan kepadatan tendon dan ketahanan ligamen akibat pembebanan terencana bertindak sebagai peredam stres mekanik.

Penerapan program latihan kekuatan yang disusun secara terstruktur mampu meningkatkan ambang batas toleransi jaringan terhadap tekanan eksternal. Menurut Bompa dan Buzzichelli (2019:130), "latihan kekuatan yang disusun secara sistematis dan terprogram mampu meningkatkan kapasitas jaringan otot dan sendi dalam menerima beban mekanik". Peningkatan kapasitas jaringan ini sangat krusial bagi atlet bola voli guna mengantisipasi akumulasi kelelahan akibat frekuensi bertanding yang padat.

Sendi bahu membutuhkan dukungan penguatan dinamis yang berkesinambungan karena keterbatasan struktur tulang penopangnya. Otot-otot kompleks *rotator cuff* (*supraspinatus*, *infraspinatus*, *teres minor*, *subscapularis*) serta stabilisator skapula menjadi target utama pembebanan. Giriwijoyo dan Sidik (2020:211) menyatakan bahwa "stabilitas bahu lebih banyak ditentukan oleh stabilitas dinamis yang dihasilkan oleh otot dibandingkan oleh struktur pasif seperti ligamen".

Perancangan *resistance training* wajib mempertimbangkan keseimbangan proporsional antara kelompok otot pendorong dan penarik. Pembebanan yang tidak seimbang berisiko memperburuk penajajaran artikular dan memicu akumulasi cedera *overuse*. Sukadiyanto dan Muluk (2019:154) menegaskan bahwa "latihan kekuatan yang tidak seimbang berpotensi menimbulkan *overuse injury* karena beban kerja otot tidak terdistribusi secara merata".

Pengondisian melalui latihan beban terbukti memperkuat koordinasi antara saraf dan otot dalam merespons perubahan posisi sendi. Menurut Ismaryati (2021:102), “latihan kekuatan yang dilakukan secara terkontrol dapat meningkatkan koordinasi antara sistem saraf dan otot, sehingga sendi mampu merespons perubahan beban dengan lebih baik”. Penerapan *resistance training* pada atlet bola voli dapat diwujudkan melalui beberapa bentuk latihan spesifik:

1. Latihan Rotasi Bahu dengan *Resistance Band*

Latihan rotasi bahu menggunakan *resistance band* difokuskan pada penguatan otot rotator cuff yang meliputi supraspinatus, infraspinatus, teres minor, dan subscapularis. Kelompok otot ini berperan penting dalam menjaga posisi kepala humerus tetap berada pada rongga glenoid saat lengan bergerak secara cepat dan berulang. Dalam permainan bola voli, rotator cuff bekerja secara intensif saat atlet melakukan fase akselerasi dan deselerasi pada gerakan smash dan servis. Menurut Widiastuti (2019:170), penguatan otot *rotator cuff* berfungsi meningkatkan kontrol stabilitas sendi bahu dan mengurangi risiko terjadinya mikrotrauma akibat gerakan berulang. Penguatan ini menjadi penting karena cedera bahu pada atlet overhead sering kali diawali oleh penurunan fungsi rotator cuff. Oleh karena itu, latihan rotasi bahu dengan *resistance band* relevan sebagai latihan preventif yang mampu meningkatkan stabilitas dinamis tanpa memberikan beban berlebihan pada sendi bahu.

2. Latihan Penguatan Otot Skapular (*Scapular Retraction dan Row*)

Latihan penguatan otot skapular bertujuan untuk meningkatkan fungsi otot-otot yang mengontrol posisi dan pergerakan tulang belikat, seperti *trapezius*, *rhomboid*, dan *serratus anterior*. Posisi *skapula* yang stabil merupakan dasar dari pergerakan bahu yang efisien karena skapula berfungsi sebagai landasan bagi gerak lengan. Pada atlet bola voli, gangguan kontrol *skapula* dapat menyebabkan perubahan sudut gerak bahu yang meningkatkan tekanan pada jaringan sendi. Menurut Harsono (2020:119), stabilitas skapula yang baik berperan dalam menjaga keseimbangan mekanika sendi bahu selama aktivitas olahraga. Apabila otot-otot skapular lemah, maka beban kerja bahu akan meningkat dan berpotensi memicu cedera akibat penggunaan berulang. Dengan demikian, latihan scapular

retraction dan *row* sangat penting untuk menjaga keseimbangan fungsi bahu atlet bola voli.

3. *Shoulder Press* dengan Beban Ringan hingga Sedang

Shoulder press dengan beban ringan hingga sedang merupakan bentuk *resistance training* yang bertujuan meningkatkan kekuatan otot deltoid dan otot pendukung bahu lainnya secara terkontrol. Dalam konteks pencegahan cedera, latihan ini tidak difokuskan pada pencapaian beban maksimal, melainkan pada kualitas gerakan dan kestabilan sendi selama melakukan angkatan. Menurut Sukadiyanto (2020:145), latihan kekuatan dengan intensitas sedang lebih efektif untuk meningkatkan fungsi otot sekaligus menjaga kesehatan sendi. Pendekatan ini sesuai dengan kebutuhan atlet bola voli yang memerlukan bahu kuat untuk menunjang performa, namun tetap stabil untuk mencegah cedera. Oleh karena itu, *shoulder press* yang dilakukan dengan teknik yang benar dapat membantu meningkatkan kapasitas bahu dalam menerima beban dinamis saat pertandingan.

4. *Push-Up* dan Variasi *Push-Up*

Push-up merupakan latihan *resistance training* berbasis berat badan yang melibatkan otot bahu, lengan, dan otot inti secara bersamaan. Latihan ini termasuk dalam kategori *closed kinetic chain exercise*, yaitu latihan di mana ujung ekstremitas berada pada tumpuan tetap. Pola latihan ini memungkinkan terjadinya aktivasi otot yang lebih menyeluruh dan meningkatkan stabilitas sendi. Menurut Ismaryati (2021:105), latihan rantai kinetik tertutup mampu meningkatkan koordinasi neuromuskular dan stabilitas sendi karena melibatkan banyak kelompok otot secara simultan. Dalam permainan bola voli, kemampuan bahu untuk menopang dan mengontrol beban sangat penting, terutama saat melakukan *block* dan saat mendarat setelah *smash*. Oleh karena itu, *push-up* dan variasinya menjadi latihan yang relevan dalam program pencegahan cedera bahu.

5. *Pull-Down* atau *Pull-Up* Terbimbing

Latihan *pull-down* atau *pull-up* terbimbing bertujuan memperkuat otot punggung atas, khususnya latissimus dorsi, yang berperan sebagai penyeimbang gerakan mendorong lengan. Dalam permainan bola voli, gerakan *smash* dan servis cenderung didominasi oleh otot pendorong sehingga berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan kekuatan otot bahu. Menurut Giriwijoyo dan Sidik

(2020:217), keseimbangan antara otot penarik dan pendorong sangat penting untuk menjaga stabilitas sendi bahu dan mencegah terjadinya cedera akibat ketidakseimbangan beban. Latihan lat *pull-down* dan *pull-up* membantu mendistribusikan beban kerja secara lebih merata pada sendi bahu, sehingga risiko cedera akibat *overuse* dapat diminimalkan pada atlet bola voli.

F. Efektivitas Latihan *Plyometric upper body* dan *Resistance training* terhadap Risiko Cedera Bahu

Efektivitas suatu modalitas intervensi fisik dalam pencegahan cedera diukur dari kemampuannya mereduksi faktor-faktor pencetus risiko melalui adaptasi fisiologis dan fungsional. Penggabungan atau penerapan mandiri dari *plyometric upper body* dan *resistance training* menawarkan efek adaptasi komplementer yang melengkapi kebutuhan biomekanika atlet bola voli. Penataan program yang seimbang menjamin pencapaian performa sekaligus perlindungan keselamatan artikular.

Program intervensi yang efektif harus mengintegrasikan sasaran peningkatan kapasitas fisik dan pemeliharaan kesehatan sendi secara simultan. Menurut Sukadiyanto dan Muluk (2020:92), “program latihan yang efektif adalah latihan yang mampu meningkatkan kemampuan fisik atlet sekaligus menjaga kesehatan dan keamanan sistem gerak”. *Plyometric upper body* memberikan adaptasi berupa efisiensi respons neuromuskular dan stabilitas dinamis saat gerakan eksplosif. Widiastuti (2019:168) menyatakan bahwa “latihan pliometrik mampu meningkatkan koordinasi saraf-otot dan kontrol gerak sendi sehingga dapat menurunkan risiko cedera pada gerakan eksplosif”.

Adaptasi dari *resistance training* melengkapi aspek kekuatan struktural, pemulihan simetrisitas otot, serta daya tahan jaringan lokal. Harsono (2020:121) menegaskan bahwa “latihan kekuatan yang dilakukan secara sistematis dapat meningkatkan keseimbangan otot dan memperkuat struktur penyangga sendi sehingga risiko cedera dapat diminimalkan”. Integrasi kedua bentuk latihan ini menciptakan efek sinergis yang memperkuat proteksi kompleks bahu secara menyeluruh.

Penggabungan dua modalitas latihan fisik modern ini terbukti meningkatkan ketahanan artikular atlet terhadap stres mekanik tinggi. Bempa dan

Buzzichelli (2019:130) menyatakan bahwa “integrasi berbagai metode latihan meningkatkan performa sekaligus ketahanan terhadap cedera”. Menurut kajian Wang et al. (2026:18), “kombinasi latihan kekuatan dan pliometrik ekstremitas atas menghasilkan efektivitas yang lebih tinggi dalam memperbaiki rasio kekuatan otot serta menstabilkan sendi glenohumeral dibandingkan dengan intervensi tunggal”. Kombinasi ini memastikan bahwa sendi bahu atlet bola voli tidak hanya kuat dan bertenaga, melainkan juga stabil dan memiliki lingkup gerak yang terkontrol.

Efektivitas penggabungan *plyometric upper body* dan *resistance training* akan mencapai tingkat keberhasilan maksimal apabila dikombinasikan dengan modalitas terapi preventif berbasis *neuromuscular re-education*. Terapi manual yang berfokus pada pembebasan jalur fasia bahu memfasilitasi rekrutmen serat otot tipe IIa secara presisi selama pelaksanaan *plyometric push-up*. Pendapat ini didukung oleh Chou et al. (2025:47) yang menyatakan bahwa "pendekatan terpadu antara modalitas terapi fisioterapi preventif dan latihan beban bertahap memberikan efek perlindungan ganda terhadap kelelahan jaringan tendon artikular". Penanganan disfungsi jaringan lunak secara presisi meminimalkan hambatan mekanis saat atlet melakukan fase akselerasi dan deselerasi ekstrim.

Pemberian pembalutan mekanis (*proprioceptive taping*) selama proses intervensi latihan membantu mempertahankan simetri gaya angkat otot *rotator cuff*. Atlet bola voli yang memperoleh kombinasi *resistance training* dan terapi pendukung memperlihatkan stabilitas kinetik yang jauh lebih stabil dibanding atlet yang hanya menjalani latihan fisik tunggal. Hasil kajian Silva et al. (2025:116) mengungkapkan bahwa "integrasi terapi fisik preventif dalam program pengondisian kekuatan mengurangi potensi *overuse injury* bahu hingga 42% pada fase kompetisi intensif". Penerapan skema terapi preventif ini memantapkan adaptasi fisiologis artikulasi bahu atlet secara berkelanjutan.

G. Penelitian yang Relevan

1. Nugroho dan Sugiyanto (2020) melakukan penelitian berjudul Pengaruh Latihan *Plyometric upper body* terhadap Kekuatan dan Stabilitas Bahu Atlet Bola Voli. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain

pretest–posttest control group design. Subjek penelitian adalah atlet bola voli tingkat mahasiswa Pendidikan Jasmani.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa latihan *plyometric upper body* memberikan peningkatan yang signifikan terhadap kekuatan otot lengan dan stabilitas sendi bahu. Atlet yang mengikuti latihan *plyometric* memiliki kontrol neuromuskular yang lebih baik saat melakukan gerakan overhead. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena sama-sama mengkaji latihan *plyometric upper body* sebagai metode peningkatan stabilitas bahu yang berhubungan langsung dengan penurunan risiko cedera pada atlet bola voli.

2. Prasetyo, dkk. (2021) meneliti Pengaruh *Resistance training* terhadap Keseimbangan Kekuatan Otot Bahu pada Atlet Bola Voli. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Sampel penelitian adalah atlet bola voli klub yang menjalani program *resistance training* selama 8 minggu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *resistance training* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kekuatan otot bahu serta keseimbangan antara otot agonis dan antagonis. Selain itu, atlet menunjukkan penurunan keluhan nyeri bahu setelah mengikuti program latihan. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena menegaskan bahwa *resistance training* berperan penting dalam menjaga keseimbangan kekuatan otot bahu sebagai faktor pencegahan cedera pada olahraga overhead seperti bola voli.

3. Saputra dan Kurniawan (2022) melakukan penelitian berjudul Pengaruh Kombinasi Latihan *Plyometric* dan *Resistance training* terhadap Risiko Cedera Bahu Atlet. Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan desain *one group pretest–posttest*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi latihan *plyometric* dan *resistance training* memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan stabilitas bahu, lingkup gerak sendi, serta penurunan skor risiko cedera bahu. Atlet yang mengikuti latihan kombinasi memiliki kemampuan kontrol gerak bahu yang lebih baik dibandingkan sebelum perlakuan. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena memiliki kesamaan variabel bebas

berupa latihan *plyometric* dan *resistance training* serta variabel terikat berupa risiko cedera bahu.

4. Hidayat, dkk. (2023) melakukan penelitian dengan judul Hubungan Stabilitas Bahu dan Lingkup Gerak Sendi terhadap Risiko Cedera pada Atlet Bola Voli. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif korelasional dengan sampel atlet bola voli tingkat daerah.

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara stabilitas bahu dan lingkup gerak sendi dengan risiko cedera bahu. Atlet dengan stabilitas bahu dan ROM yang baik cenderung memiliki risiko cedera yang lebih rendah. Penelitian ini relevan dengan penelitian yang dilakukan karena mendukung variabel risiko cedera bahu yang digunakan dalam penelitian, khususnya pada atlet bola voli.

H. Kerangka Berpikir

Tuntutan teknik cabang olahraga bola voli yang didominasi oleh aktivitas *overhead* secara eksplosif dan berulang menempatkan sendi bahu pada ancaman stres mekanik yang tinggi. Kerentanan artikulasi bahu terhadap cedera dipengaruhi oleh tiga indikator fungsional utama, yaitu tingkat stabilitas bahu, keseimbangan kekuatan otot (*strength imbalance*), dan keidealan lingkup gerak sendi (*range of motion*). Pengabaian terhadap ketiga indikator fungsional ini dalam program latihan harian akan melipatgandakan akumulasi mikrotrauma yang memicu terjadinya cedera *overuse*.

Penerapan latihan *plyometric upper body* memberikan stimulus spesifik terhadap peningkatan kecepatan respons neuromuskular, efisiensi *stretch-shortening cycle*, dan stabilitas dinamis sendi. Penerapan *resistance training* memberikan adaptasi berupa penguatan hipertrofi struktural, peningkatan daya tahan tendon, serta pemulihan keseimbangan kekuatan antara otot agonis dan antagonis. Penggabungan kedua modalitas latihan tersebut diyakini menghasilkan adaptasi ganda yang saling menguatkan, baik dari aspek kontrol saraf maupun daya tahan struktural jaringan.

Peningkatan stabilitas dinamis, perbaikan rasio kekuatan otot, serta pemeliharaan lingkup gerak sendi yang dicapai melalui intervensi latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, maupun kombinasi keduanya secara

sistematis akan menurunkan parameter risiko cedera bahu pada atlet bola voli. Formulasi hubungan kausal antarvariabel dalam penelitian ini digambarkan guna menguji efektivitas masing-masing perlakuan secara empiris.

I. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka berpikir tersebut, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat efektivitas yang signifikan dari pemberian latihan *plyometric upper body* dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.
2. Terdapat efektivitas yang signifikan dari pemberian *resistance training* dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.
3. Terdapat perbedaan efektivitas yang signifikan antara latihan *plyometric upper body*, *resistance training*, dan kombinasi keduanya dalam menurunkan risiko cedera bahu atlet bola voli.