

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

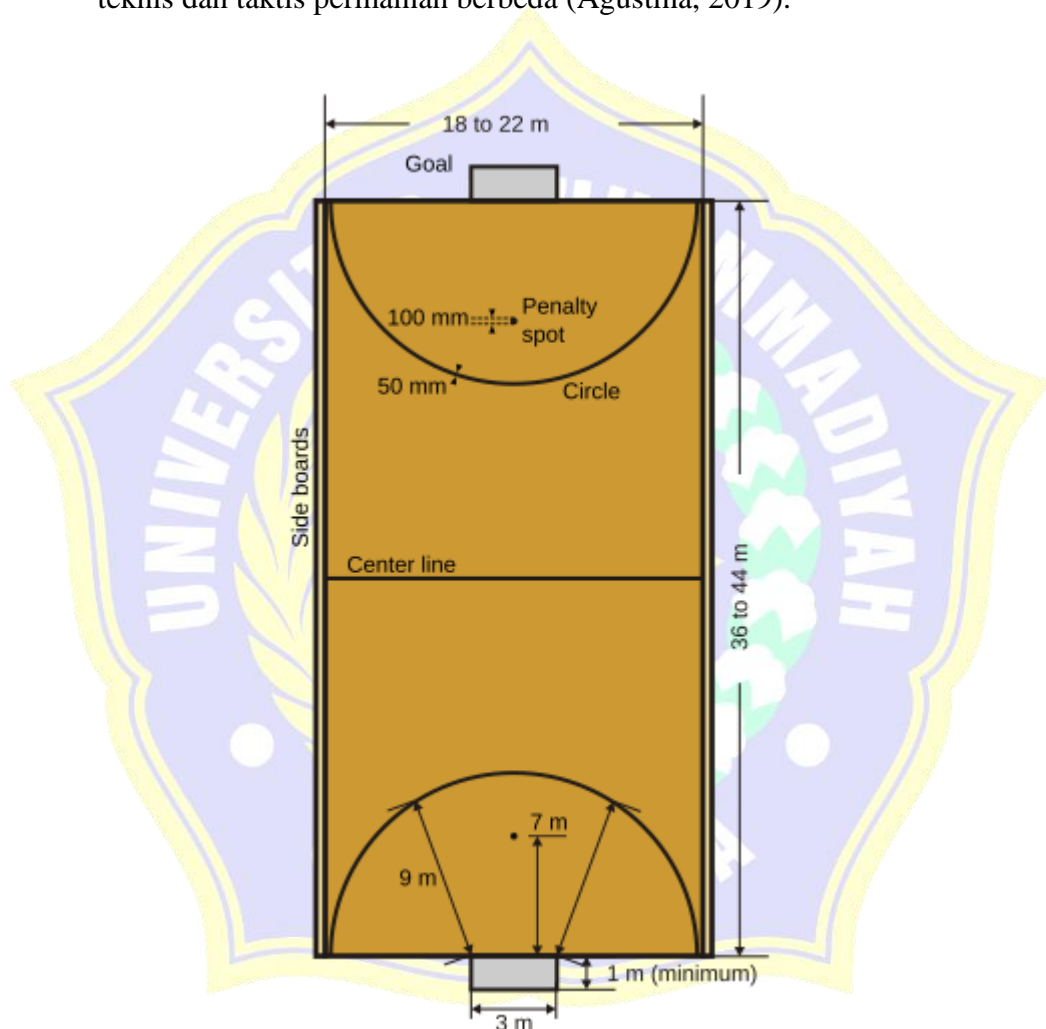
2.1 Pengertian *Hockey*

2.1.1 Hockey Indoor

Hockey indoor merupakan salah satu bentuk adaptasi dari permainan *hockey* lapangan yang dikembangkan sebagai alternatif ketika kondisi cuaca tidak memungkinkan pertandingan di area terbuka. Olahraga ini memiliki karakteristik permainan yang lebih cepat dengan ruang gerak yang lebih terbatas, sehingga menuntut pemain untuk memiliki keterampilan teknik yang baik serta kemampuan fisik yang tinggi dalam melakukan transisi permainan secara cepat. Secara historis, *hockey indoor* mulai dikembangkan di Jerman sekitar tahun 1950 dan kemudian menyebar ke berbagai negara Eropa lainnya. Popularitasnya meningkat pesat karena lapangan yang digunakan berukuran lebih kecil, sehingga tidak membutuhkan area bermain yang luas. Selain itu, adanya papan pembatas pada sisi lapangan memungkinkan bola tetap berada dalam area permainan dan mempercepat ritme pertandingan (Rahman, 2017).

Hockey indoor adalah cabang olahraga *hockey* yang dimainkan di dalam ruangan dengan lapangan yang relatif lebih kecil, aturan dan format pemain yang berbeda dari *Hockey* lapangan (*field hockey*). Menurut aturan resmi International *Hockey Federation* (FIH), *indoor Hockey* dimainkan pada lapangan berbentuk persegi panjang berukuran direkomendasikan 44

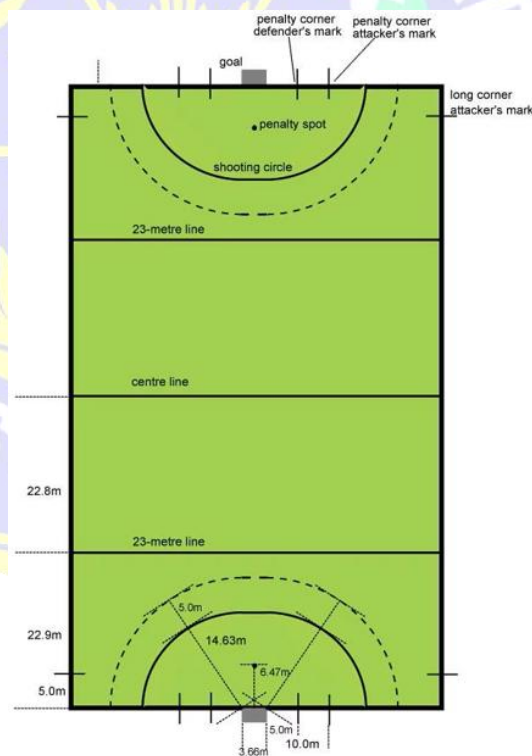
× 22 m (batas minimal 36 × 18 m), menggunakan *side-boards* untuk membatasi permainan, dan masing-masing tim diperbolehkan maksimal enam pemain di lapangan pada tiap waktu permainan. Permainan menitikberatkan pada permainan bola datar (*push/flick*) dan melarang pukulan (*hit*) seperti yang lazim pada *hockey* lapangan, sehingga karakter teknis dan taktis permainan berbeda (Agustina, 2019).



Gambar 2.1 Lapangan hockey indoor: (International Hockey Federaation 2025)

2.1.2 Pengertian Hockey Field

Hockey Field adalah olahraga beregu yang termasuk cabang resmi Olimpiade, dimainkan di lebih dari 130 negara. Di berbagai belahan dunia, istilah “*hockey*” merujuk pada permainan di lapangan (bukan es). *Hockey Field* adalah permainan beregu yang mengandalkan teknik mengontrol, mengoper, dan menembak bola menggunakan stik secara presisi dalam lapangan besar berukuran 100×60 yard ($\pm 91,4 \times 55$ meter). Tujuan permainan adalah memasukkan bola ke gawang lawan sebanyak mungkin dengan menjaga agar tidak terjadi pelanggaran (Federación Internacional de Hockey, 2023).




Gambar 2.1.2 Lapangan *hockey*: <https://www.ihf.net/> (International Hockey Federation, 2025)

Pada bagian dasar gerakan *hockey*:


1. Setiap tim terdiri dari 11 pemain (10 pemain lapangan dan 1 orang penjaga gawang).
2. Pertandingan internasional terdiri dari 4 kuartar x 15 menit.
3. Bola dimainkan hanya dengan sisi pada stick bisa menggunakan tangan kiri maupun tangan kanan tergantung kenyamanan pemain
4. Gol hanya sah bila bola ditembak dari dalam area lingkaran (circle)
5. Permainan dimulai dari titik tengah lapangan dan dapat dilakukan di berbagai permukaan, umumnya lapangan rumput sintetis (Federación Internacional Hockey, 2023).

2.2 Gerakan Teknik Dasar *Hockey*

Menurut (Federación Internacional Hockey, 2023) ada beberapa Teknik dasar dalam permainan *hockey* seperti berikut:

No	Gerakan	Keterangan
1	 <p data-bbox="518 1601 686 1646">Block tackle</p>	<p>Pemain menurunkan tongkat mendekati tanah dan menggunakan tongkat untuk menghalangi laju bola. Menggunakan seluruh tongkat akan memperluas area yang tersedia untuk mencegat atau mencuri bola dan memperlambat gerakan pemain penyerang</p>

2	 <p>Jab tackle</p>	<p>Pemain menusukkan tongkat bola dengan tangan kiri terentang (sisi datar menghadap ke atas), lalu dengan cepat mengembalikan kedua tangan dan kembali ke posisi seimbang. Gerakan cepat ini dapat mengganggu jalannya permainan dan berpotensi menyebabkan hilangnya penguasaan bola</p>
3	 <p>Push</p>	<p>Gerakan ini dilakukan dengan kedua tangan pemain terbuka. Kepala tongkat tetap menyentuh bola saat didorong dan tidak ada ayunan ke belakang. Hal ini memungkinkan yang baik, pergerakan cepat dan digunakan untuk umpan atau tembakan yang akurat</p>

4	 <p data-bbox="502 750 702 784">Reverse sweep</p>	<p data-bbox="829 336 1418 705">Gerakan yang sama dengan sapuan forehand dengan bola dimulai dari sisi kiri pemain. Pemain menggunakan pegangan yang berbeda dan harus menggunakan sisi tongkat dengan sisi datar menghadap ke atas. Ini adalah gerakan yang efektif untuk mengoper dan menembak.</p>
---	--	---

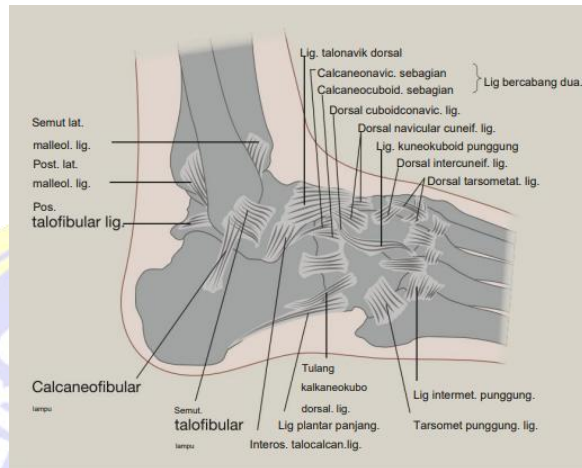
Tabel 2.2 Gerakan Dasar (Dokumentasi Pribadi)

2.3 Anatomi ankle

Stabilitas pergelangan kaki didukung oleh kompleks ligamen lateral yang terdiri atas tiga ligamen kapsular, yaitu anterior talofibular ligament (ATFL), calcaneofibular ligament (CFL), dan posterior talofibular ligament (PTFL). Di antara ketiga ligamen tersebut, ATFL dan CFL berperan sebagai stabilisator utama yang menjaga kestabilan sendi pergelangan kaki selama pergerakan. utama dari sisi lateral pergelangan kaki. ATFL adalah ligamen yang paling umum mengalami cedera. Kombinasi gangguan ATFL dan CFL merupakan pola cedera paling umum (Desnanyo et al., 2019).

Kompleks ligamen *kolateral lateral* di pergelangan kaki terdiri dari tiga ligamen. Ligamen *talofibular anterior* paling *anterior* (ATFL) berjalan dari ujung anterior fibula secara horizontal ke leher talus. Dalam kebanyakan kasus, terdiri dari dua pita. Ligamen *kalkaneofibular* tipis (CFL) berjalan dari ujung *malleolar lateral* di perbatasan inferomedial ke eminensia *troklear kalkaneus*. Ligamen *talofibular posterior* bergaris

(PTFL) berjalan secara horizontal dari fosa *malleolar* fibula ke *talus posterior*, menyatu dengan kapsul sendi. Ligamen *deltoid* adalah kompleks ligamen *kolateral* medial di pergelangan kaki. Ini terdiri dari lapisan dalam dan superfisial. Lapisan dalam terdiri dari ligamen tibiotalar anterior dan posterior (Desnauty et al., 2019).

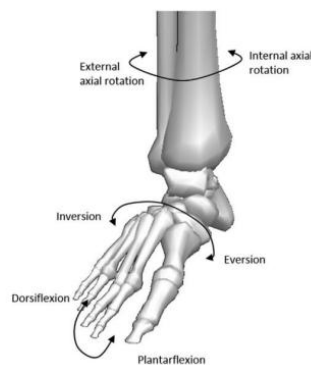


Gambar 2.3 Ligamen Sumber Gambar:(Brockett & Chapman, 2016)

Lapisan superfisial terdiri dari ligamen tibio calcaneal, tibiospring dan tibionavicular dan melintasi dua sendi. Sindesmosis terdiri dari sindesmosis anterior dan posterior serta ligamen interoseus. Sindesmosis anterior terdiri dari ligamen tibiofibular anteroinferior lurik (AITFL) dan fasikel aksesori inferior yang sering (ligamen Bassett). Ligamen ini berjalan dari tibia dalam jalur yang agak miring ke fibula. Sindesmosis posterior terdiri dari ligamen tibiofibular posteroinferior (PITFL) dan bagian inferiornya, ligamen tibiofibular transversal. Ligamen interoseus, suatu perluasan membran interoseus distal, berjalan dari tibia proksimal ke fibula distal (Kedokteran et al., 2023)

2.4 Biomekanik *Ankle*

Gerakan sendi pergelangan kaki (*ankle joint*) didominasi oleh bidang sagittal, di mana plantar fleksi dan dorsi fleksi terjadi utamanya pada sendi tibiotalar, memberikan total Range of Motion (ROM) sagital antara 65 hingga 75 derajat (sekitar 10-20 derajat dorsi fleksi dan 40 -55 derajat plantar fleksi). Meskipun ROM anatomisnya luas, kebutuhan fungsional untuk aktivitas hidup sehari-hari (ADL) jauh lebih rendah (misalnya, maksimum 56 derajat untuk menuruni tangga). Secara historis, gerakan plantar/dorsi fleksi dianggap hanya terjadi pada tibiotalar dan inversi/eversi pada sendi subtalar, namun pandangan ini telah diabaikan karena diketahui bahwa kedua sendi berkontribusi pada gerakan, meskipun distribusi tepat inversi, eversi, dan rotasi masih menjadi subjek kontroversi. Meskipun analisis gaya berjalan adalah instrumen objektif yang umum digunakan untuk mengevaluasi kinematika ekstremitas bawah, ia memiliki keterbatasan krusial karena tidak dapat memisahkan gerakan sendi tibiotalar dan subtalar secara akurat akibat kesulitan dalam mengukur pergerakan talus secara presisi (Brockett & Chapman, 2016).



Gambar 2.4 Biomekanik *Ankle* (Brockett & Chapman, 2016)

Fase Stance dari gaya berjalan dibagi menjadi tiga sub-fase berdasarkan kinematika sendi pergelangan kaki heel rocker dimulai pada *Initial Contact* dengan sedikit plantar fleksi di mana otot dorsi fleksor berkontraksi eksentrik untuk mengontrol penurunan kaki hingga *flat foot*. Selanjutnya, fase ankle rocker terjadi saat *shank* berputar ke anterior di atas *ankle*, menyebabkan *ankle* bergerak dari plantar fleksi ke dorsi fleksi. Terakhir, fase forefoot rocker dimulai pada *heel off*, yang ditandai dengan kembalinya plantar fleksi hingga mencapai maksimum 14 derajat pada *toe off*, menghasilkan pembangkitan daya untuk inisiasi fase swing. Selama fase swing, *ankle* melakukan dorsi fleksi untuk memastikan *foot clearance* dan mencegah *tripping*, sebelum kembali ke plantar fleksi ringan untuk *Initial Contact* berikutnya. Gerakan pada *ankle* ini dikoordinasikan dengan sendi subtalar, di mana terjadi sekitar 15 derajat rotasi inversi/eversi, biasanya dengan inversi pada *Initial Contact* dan transisi ke eversi selama *mid-stance* untuk memfasilitasi *heel off* (Brockett & Chapman, 2016)

Range of motion, ankle atau (ROM), itu sebenarnya adalah kemampuan gerak normal yang bisa dilakukan oleh suatu sendi, ROM adalah seberapa fleksibel sendi tubuh kita bisa bergerak, dari posisi awal sampai ke posisi akhir dengan gerakan maksimal yang mungkin. Misalnya, saat kita mengukurnya, di hitung dalam derajat seperti sudut yang dibentuk oleh gerakan itu. ROM merupakan teknik dasar yang sering dipakai untuk mengevaluasi gerakan awal dan akhir dalam program terapi. gerakan ini terjadi ketika tulang digerakkan oleh otot atau bahkan gaya luar, seperti dorongan dari tangan orang lain, melalui persendian. Saat gerakan

berlangsung, semua bagian di sekitar sendi ikut terlibat otot ototnya, permukaan sendi, kapsul yang melindungi sendi, fasia (jaringan penghubung), pembuluh darah, dan saraf. Gerakan yang bisa dilakukan sepenuhnya itulah yang disebut ROM (Ali Satya Graha, 2015).

Faktor-faktor yang dapat menurunkan ROM, yaitu penyakit sistemik sendi, neurologis ataupun otot, akibat pengaruh cedera atau pembedahan, inaktivitas atau imobilitas. Aktivitas ROM diberikan untuk mempertahankan mobilitas persendian dan jaringan lunak untuk meminimalkan kehilangan kelentukan jaringan dan pembentukan kontraktur. Teknik ROM tidak termasuk peregangan yang ditujukan untuk memperluas ruang gerak sendi Gerakan utama yang terjadi pada sendi ankle meliputi fleksi ke arah atas (*dorsifleksi*) dan ekstensi ke arah bawah (*plantarfleksi*). Pada kondisi normal, gerakan plantarfleksi dapat dilakukan hingga punggung kaki membentuk garis lurus dengan permukaan anterior tungkai bawah. Oleh karena itu, rentang gerak sendi (*Range of Motion/ROM*) plantarfleksi normal mencapai sekitar 90 derajat. Sebagian besar pergerakan pada daerah pergelangan kaki terjadi melalui sendi ankle tersebut. memberi andil sejumlah 45 derajat. Fleksi mempunyai ROM 20 derajat dari posisi netral. Posisi netral kaki membentuk sudut 90 derajat dengan tungkai bawah (Ali Satya Graha, 2015).

2.5 Cedera Ankle

Cedera bisa terjadi kepada siapa saja dan kapan saja jika tidak ditangani dengan tepat cedera olahraga dapat menyebabkan gangguan baik dalam kinerja aktivitas sehari-hari maupun kinerja aktivitas olahraga. Cedera olahraga merupakan cedera pada sistem intergumen, otot rangkap

yang disebabkan oleh kegiatan olahraga yang berlebihan banyak faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya cedera seperti kurangnya pemanasan, lapangan yang tidak rata dan lain-lain. Cedera fisik yang mengakibatkan timbulnya nyeri, panas, merah, bengkak, dan disfungsi dengan baik pada otot dan persendian. Ketika seseorang bertanding atau berlatih (Putra et al, 2022).

Cedera pada olahraga yang paling banyak terjadi adalah cedera *sprain ankle*. Berdasarkan hasil meta-analisis, angka kejadian cedera tercatat sekitar 13,6% pada atlet wanita dan 6,94% pada atlet pria, mencakup berbagai cabang olahraga seperti sepak bola, bola basket, tenis, dan *hockey* (Faris Naufal et al., 2022). *Sprain ankle* merupakan salah satu jenis cedera yang paling sering ditemukan pada populasi atlet dan menyumbang proporsi terbesar dari seluruh kejadian cedera olahraga. Cedera ini dapat mengakibatkan gangguan pada fungsi sensorimotor, yang dalam jangka panjang berpotensi berkembang menjadi *chronic Ankle instability* (CAI) atau ketidakstabilan pergelangan kaki kronis *Sprain ankle* dapat menimbulkan nyeri serta sensasi ketidakstabilan pada pergelangan kaki yang berpotensi menghambat aktivitas olahraga maupun partisipasi sosial individu. Selain itu, kondisi ini juga diketahui sebagai salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap terjadinya osteoarthritis pascatrauma. Cedera *sprain ankle* merupakan salah satu cedera yang paling sering dijumpai dalam aktivitas olahraga dan umumnya terjadi akibat mekanisme trauma berupa gerakan inversi dan adduksi kaki belakang yang berlebihan, yang sering disertai dengan posisi plantarfleksi. Risiko

terjadinya cedera ini lebih tinggi pada cabang olahraga lapangan maupun olahraga dalam ruangan, dan sebagian besar kasus terjadi tanpa adanya kontak langsung dengan lawan. (Rizal et al., 2024).

Mekanisme cedera pergelangan kaki yang paling sering terjadi adalah gerakan inversi yang menyebabkan peningkatan tekanan pada kompleks ligamen lateral. Di antara ligamen tersebut, *anterior talofibular ligament* (ATFL) merupakan ligamen yang paling lemah dan paling sering mengalami cedera, dengan angka kejadian sekitar 70%. Cedera pada ATFL umumnya terjadi akibat kombinasi gerakan plantarfleksi dan inversi. Sementara itu, cedera pada *calcaneofibular ligament* (CFL) lebih sering terjadi ketika kaki berada dalam posisi dorsifleksi yang disertai inversi. Berbeda dengan kedua ligamen tersebut, *posterior talofibular ligament* (PTFL) merupakan struktur ligamen lateral yang paling jarang mengalami cedera. (Rizal et al., 2024).

2.5.1 Sprain Ankle

Sprain ankle merupakan cedera yang terjadi akibat peregangan jaringan secara berlebihan, yang umumnya dipicu oleh aktivitas olahraga, penggunaan sendi yang berlebihan, atau kelemahan otot. Kondisi ini dapat menyebabkan robekan pada ligamen maupun tendon sehingga memicu proses inflamasi. Akibatnya, penderita dapat mengalami pembengkakan, nyeri, gangguan fungsi sendi, serta penurunan stabilitas pergelangan kaki. Gejala dan tanda yang paling sering ditemukan pada *sprain ankle* meliputi nyeri yang signifikan pada area anterolateral pergelangan kaki, nyeri tekan di bawah malleolus lateral, serta edema yang tampak jelas pada bagian anterior dan lateral pergelangan kaki. Temuan klinis tersebut dapat

dikonfirmasi melalui berbagai pemeriksaan khusus. (Tri Wahyuningsih et al., 2024).

Cedera sprain pergelangan kaki merupakan salah satu jenis cedera yang paling sering ditemukan, baik pada atlet profesional maupun individu nonatlet. Insiden *sprain* pergelangan kaki akut cukup tinggi dan umumnya terjadi akibat kombinasi gerakan inversi dan adduksi kaki yang disertai plantarfleksi serta supinasi. Mekanisme tersebut dapat menyebabkan peregangan berlebihan hingga robekan pada ligamen lateral pergelangan kaki. Sekitar 85% kasus *sprain* pergelangan kaki melibatkan kompleks ligamen lateral, dengan sekitar 65% kasus mengenai anterior talofibular *ligament* (ATFL) dan sekitar 20% kasus melibatkan cedera pada ATFL serta *calcaneofibular ligament* (CFL). Dalam praktik klinis, cedera *sprain* pergelangan kaki diklasifikasikan menjadi tiga derajat, yaitu grade I (ringan), grade II (sedang), dan grade III (berat). Cedera grade I dan grade II umumnya menunjukkan prognosis yang baik dan dapat ditangani secara efektif melalui pendekatan konservatif. (Chikih & Sudarsono, 2023).

2.6 Keseimbangan

Keseimbangan (*balance*) merupakan kemampuan individu dalam mengoordinasikan sistem saraf dan otot untuk mencapai serta mempertahankan stabilitas tubuh. Sementara itu, keseimbangan dinamis adalah kemampuan tubuh dalam mempertahankan kontrol neuromuskular secara optimal selama melakukan gerakan, sehingga posisi dan postur tubuh tetap stabil dan efisien. Berdasarkan uraian tersebut, keseimbangan dapat diartikan sebagai kemampuan seseorang untuk menjaga kestabilan tubuh baik dalam keadaan diam maupun saat bergerak melalui koordinasi yang

baik antara sistem saraf, otot, dan sensorik diartikan kemampuan tubuh untuk mempertahankan sikap tubuh dalam berbagai gerakan atau aktifitas (Prabowo et al., 2019). Keseimbangan dinamis merupakan komponen penting dalam pelaksanaan berbagai aktivitas olahraga. Individu yang memiliki kemampuan keseimbangan dinamis yang kurang baik akan mengalami kesulitan dalam melakukan gerakan olahraga secara optimal, terutama pada cabang olahraga yang menuntut kontrol keseimbangan tinggi, seperti senam, loncat indah, maupun olahraga permainan seperti bola basket dan cabang olahraga lainnya. (Prabowo et al., 2019).

Keseimbangan dipengaruhi oleh informasi sensoris dari sistem visual, vestibular, dan somatosensoris. Secara keseluruhan, keseimbangan merupakan kemampuan tubuh untuk mengontrol posisi pusat massa atau pusat gravitasi terhadap bidang tumpu melalui kerja serangkaian refleks yang menjaga stabilitas postural. Kemampuan ini juga melibatkan pergerakan sendi yang membantu tubuh mengarahkan dan menyesuaikan gerakan, terutama saat melakukan aktivitas yang menuntut stabilitas. Dalam kegiatan fisik maupun olahraga, risiko cedera selalu ada dan dapat berdampak pada kemampuan bergerak, kondisi psikologis, serta performa seseorang. Salah satu bagian tubuh yang paling sering mengalami cedera adalah sendi pergelangan kaki (Putu et al, 2021).

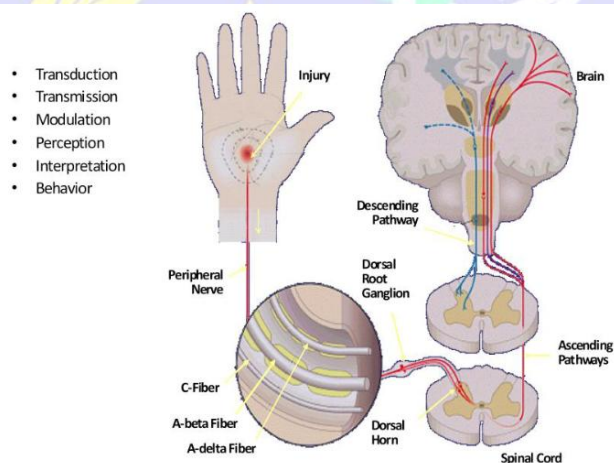
2.7 Nyeri

Nyeri merupakan suatu pengalaman sensorik dan emosional yang bersifat tidak menyenangkan yang berkaitan dengan adanya kerusakan jaringan, baik yang telah terjadi maupun yang berpotensi terjadi, atau yang digambarkan sebagai suatu kondisi kerusakan jaringan. Nyeri termasuk

permasalahan kesehatan yang kompleks dan menjadi salah satu keluhan utama yang sering dialami oleh individu dalam berbagai kondisi klinis. alasan utama seseorang datang untuk mencari pertolongan medis. Nyeri dapat mengenai semua orang, tanpa memandang jenis kelamin, umur, ras, Nyeri dapat memberikan dampak terhadap berbagai aspek kehidupan individu, termasuk kualitas hidup, kondisi sosial, serta aktivitas pekerjaan. Secara umum, nyeri diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu nyeri nosiseptif, inflamasi, neuropatik, dan fungsional. Perkembangan ilmu pengetahuan saat ini telah memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai mekanisme neurobiologis yang mendasari masing-masing jenis nyeri tersebut. Setiap tipe nyeri memiliki faktor penyebab (etiologi) yang berbeda, sehingga memerlukan pendekatan penanganan yang disesuaikan dengan karakteristiknya. (Pinzon, 2016). Fisiologi nyeri mekanisme timbulnya nyeri didasari oleh proses multipel yaitu nosisepsi, sensitisasi perifer, fenotip, sensitisasi sentral, eksitabilitasektopik, reorganisasi struktural, dan penurunan inhibisi. Antara stimulus cedera jaringan dan pengalaman subjektif nyeri terdapat empat prosester sendiri :tranduksi, transmisi, modulasi, dan persepsi (Bahrudin, 2018).

Pada nyeri nosiseptif, mekanisme terjadinya nyeri melibatkan beberapa tahapan, yaitu transduksi, transmisi, modulasi, dan persepsi. Transduksi merupakan proses perubahan rangsangan berbahaya (noksius), baik berupa stimulus termal, mekanik, maupun kimia, menjadi impuls listrik pada ujung serabut saraf sensorik nosiseptif. Proses ini dimediasi oleh reseptor ion channel natrium yang spesifik. Selanjutnya, impuls listrik

tersebut dihantarkan melalui serabut saraf perifer menuju sistem saraf pusat melalui proses konduksi. Tahap transmisi terjadi ketika impuls nyeri dipindahkan secara sinaptik dari satu neuron ke neuron lainnya. Kerusakan jaringan akan memicu pelepasan berbagai mediator inflamasi yang menyebabkan respons peradangan dan menghasilkan sinyal nyeri yang diteruskan ke otak. Impuls nyeri dibawa oleh serabut nosiseptor, terutama serabut A-delta dan serabut C, menuju neuron pada kornu dorsalis medula spinalis. Setelah itu, sinyal diteruskan melalui traktus spinothalamikus ke otak, tempat nyeri dikenali, ditentukan lokasinya, serta diinterpretasikan oleh individu. (Pinzon, 2016)



Gambar 2.7 Fisiologi Nyeri (Bahrudin, 2018)

Patofisiologi nyeri diawali ketika rangsangan nyeri diterima oleh nosiseptor yang terdapat pada kulit akibat stimulus dengan intensitas tinggi maupun rendah, seperti peregangan, perubahan suhu, atau kerusakan jaringan. Sel yang mengalami nekrosis akan melepaskan ion kalium (K^+) dan protein intraseluler ke lingkungan ekstraseluler. Peningkatan

konsentrasi ion kalium di luar sel dapat menyebabkan depolarisasi nosiseptor, sedangkan protein yang dilepaskan dapat memicu infiltrasi mikroorganisme pada kondisi tertentu sehingga menimbulkan respons inflamasi. Proses peradangan tersebut menyebabkan pelepasan berbagai mediator nyeri, seperti leukotrien, prostaglandin E₂, dan histamin, yang dapat meningkatkan sensitivitas nosiseptor. Akibatnya, rangsangan yang sebelumnya tidak menimbulkan nyeri maupun rangsangan yang bersifat berbahaya dapat memicu sensasi nyeri, yang dikenal sebagai hiperalgesia dan alodinia. Selain itu, kerusakan jaringan juga dapat memperkuat respons inflamasi yang berkontribusi terhadap peningkatan persepsi nyeri. mengaktifkan faktor pembekuan darah sehingga bradikinin dan serotonin akan terstimulasi dan merangsang nosiseptor. Jika terjadi oklusi pembuluh darah maka akan terjadi iskemia yang akan menyebabkan akumulasi K⁺ ekstraseluler dan H⁺ yang selanjutnya mengaktifkan nosiseptor. Histamin, bradikinin, dan prostaglandin E₂ memiliki efek vasodilator dan meningkatkan permeabilitas pembuluh darah. Hal ini menyebabkan edema lokal, tekanan jaringan meningkat dan juga terjadi Perangsangan nosisepto. Bila nosiseptor terangsang maka mereka melepaskan substansi peptida P (SP) dan kalsitonin gen terkait peptida (CGRP), yang akan merangsang proses inflamasi dan juga menghasilkan vasodilatasi dan meningkatkan permeabilitas pembuluh darah. Perangsangan nosiseptor inilah yang menyebabkan nyeri (Bahrudin, 2018).

2.8 Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)

2.8.1 Definisi

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) merupakan modalitas yang memanfaatkan energi listrik untuk menstimulasi sistem saraf melalui permukaan kulit. Melzack dan Wall pertama kali mengemukakan bahwa stimulasi listrik mampu menurunkan sensasi nyeri dengan menghambat transmisi impuls nyeri pada tingkat medula spinalis. Konsep ini dikenal sebagai teori gerbang kontrol (gate control theory) dalam manajemen nyeri. Berdasarkan teori tersebut, impuls nyeri yang dihantarkan melalui serabut saraf A-delta yang bermielin dan serabut C yang tidak bermielin dapat dihambat oleh aktivasi serabut saraf A-beta yang berfungsi sebagai non-nosiseptor. Pemberian stimulasi listrik dengan parameter yang tepat dapat secara selektif mengaktivasi serabut A-beta sehingga mengurangi transmisi sinyal nyeri menuju otak. Karena persepsi nyeri dipengaruhi oleh keseimbangan aktivitas antara serabut A-delta dan C dibandingkan dengan aktivitas serabut A-beta, peningkatan aktivitas serabut A-beta akibat stimulasi TENS akan menurunkan persepsi nyeri yang dirasakan individu. Oleh karena itu, pada kasus sprain ankle, TENS dapat digunakan sebagai salah satu intervensi untuk membantu mengurangi nyeri. (Cameron, 2009:216)

Intervensi TENS didefinisikan sebagai arus listrik berdenyut yang dihasilkan oleh TENS yang diberikan di seluruh permukaan kulit utuh menggunakan elektroda permukaan di lokasi nyeri atau di atas kumpulan saraf proksimal (atau dekat) ke lokasi nyeri, dengan tujuan merangsang saraf perifer untuk meringankan nyeri.³ Kami menyertakan semua jenis

pola denyut dan mengecualikan frekuensi denyut >250 denyut per detik (pps), durasi denyut >500 mikrodetik (μs) dan amplitudo puncak ke puncak >60 miliampere (mA) (Johnson et al., 2022)

2.8.2 Efek fisiologi TENS

Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) merupakan salah satu metode elektroterapi noninvasif yang banyak dimanfaatkan dalam penanganan nyeri, baik yang bersifat akut maupun kronis. Modalitas ini bekerja dengan menyalurkan arus listrik berintensitas rendah melalui elektroda yang ditempelkan pada permukaan kulit untuk menstimulasi serabut saraf sensorik, sehingga dapat memengaruhi dan mengurangi transmisi impuls nyeri pada sistem saraf perifer maupun sistem saraf pusat. Secara fisiologis, mekanisme kerja TENS didasarkan pada teori Gerbang Kontrol Nyeri (Gate Control Theory of Pain) yang dikemukakan oleh Melzack dan Wall. Teori tersebut menjelaskan bahwa stimulasi pada serabut saraf berdiameter besar, yaitu serabut A-beta, dapat menghambat penghantaran impuls nosiseptif yang berasal dari serabut A-delta dan serabut C di tingkat kornu dorsalis medula spinalis. Akibatnya, proses transmisi sinyal nyeri menuju otak berkurang sehingga persepsi nyeri yang dirasakan oleh individu menjadi lebih rendah. (Liebano et al., 2024).

Mekanisme TENS penghambatan untuk mengurangi eksitabilitas sentral, terutama di sistem saraf pusat, sehingga dapat mengurangi nyeri. TENS mengaktifkan serabut aferen besar di perifer yang mengirimkan input ke sistem saraf pusat. Hal ini kemudian mengaktifkan sistem penghambatan

desenden yang mengurangi hyperalgesia secara spesifik (Vance et al., 2022).


2.9 Ankle Strategy Exercise




Ankle strategy exercise merupakan bentuk latihan yang melibatkan aktivasi otot dan pergerakan anggota tubuh secara aktif untuk mengatasi pengaruh gaya gravitasi. Latihan ini bertujuan untuk menjaga dan meningkatkan kekuatan otot, serta mengoptimalkan kemampuan tubuh dalam mempertahankan keseimbangan dan stabilitas postural. (Endaryanto et al, 2023). Dalam pelaksanaannya, segmen tubuh bagian atas dan bawah bergerak secara bersamaan dengan arah serta fase gerakan yang sama. Hal ini terjadi karena otot-otot yang berada di sekitar sendi pergelangan kaki hanya mampu menghasilkan gaya dalam jumlah yang relatif kecil. Strategi ini umumnya digunakan untuk mempertahankan stabilitas tubuh saat terjadi ayunan (*sway*) yang ringan, baik ketika berdiri tegak maupun ketika mengalami gangguan keseimbangan dengan amplitudo yang sangat kecil. (Supriatin et al., 2022). Menurut Jalalin, peningkatan kemampuan keseimbangan yang diperoleh melalui ankle strategy exercise terjadi karena latihan ini melibatkan aktivasi berbagai kelompok otot, mulai dari otot-otot ekstremitas bawah hingga otot inti bagian dalam (*deep core muscles*), termasuk otot abdominal dan otot-otot ekstensor inti tubuh (*core extensors*). (Putu et al, 2021).

Dalam mekanisme ini, kepala dan panggul bergerak searah dan bersamaan waktunya untuk mempertahankan stabilitas tubuh. Pada gerakan tubuh lain di atas kaki juga berperan dalam strategi keseimbangan. Saat

terjadi gerakan posterior sway, aktivasi otot berlangsung secara sinergis, dimulai dari otot *tibialis anterior*, kemudian otot *quadriceps*, dan dilanjutkan oleh otot-otot *abdominal*. Sebaliknya, gerakan anterior sway, otot yang bekerja meliputi otot *gastrocnemius*, otot *hamstring*, serta otot-otot *ekstensor* batang tubuh selain kedua pola tersebut, terdapat pula lateral sway, yaitu pergerakan kepala ke sisi kanan dan kiri yang diikuti oleh perpindahan tubuh secara lateral di sekitar pusat massa. Pada kondisi ini, otot yang aktif adalah otot *vastus medialis* pada tungkai atas kanan maupun kiri (Annisa, 2019).

Menurut (Dinda et al., 2022), berikut langkah gerakan *ankle strategy exercise*, yaitu:

No	Gerakan	Keterangan	Repetisi
1		Gerakan kepala bergerak ke arah depan dan diikuti oleh pergeseran tubuh ke depan dengan pusat massa tubuh tetap terkontrol. Posisi ini menyebabkan aktivasi beberapa kelompok otot, terutama otot <i>gastrocnemius</i> , <i>hamstring</i> , serta otot-otot punggung yang berperan dalam menjaga stabilitas dan keseimbangan tubuh.	Intensitas: 10 hit/5kali (3 set) Time: 5 menit Rest: 1 menit/set Frekuensi: 3x Seminggu
2		Gerakan kepala bergerak ke arah belakang dan diikuti oleh pergeseran tubuh yang searah. Posisi tersebut mengaktifkan beberapa kelompok otot, yaitu otot <i>tibialis anterior</i> , <i>quadriceps</i> , dan otot-otot <i>abdominal</i> (<i>m. abdominis</i>), yang berperan dalam mempertahankan stabilitas postural dan keseimbangan tubuh.	Repetisi/set: 10 hit/5kali (3 set) Time: 5 menit Rest: 1 menit/set Frekuensi: 3x seminggu

			
3		kepala bergerak ke arah kanan dan diikuti oleh pergeseran tubuh ke samping kanan dengan pusat massa tubuh tetap berada dalam batas kestabilan. Posisi tersebut mengaktivasi otot <i>vastus medialis</i> pada tungkai kanan yang berperan dalam menjaga stabilitas postural dan keseimbangan tubuh selama pergerakan lateral.	Repitisi/set: 10 hit/5kali (3 set) Time: 5 menit Rest: 1 menit/set Frekuensi: 3x seminggu
4		kepala bergerak ke arah kiri dan diikuti oleh pergeseran tubuh ke samping kiri dengan pusat massa tubuh tetap berada dalam batas kestabilan. Posisi tersebut mengaktivasi otot <i>vastus medialis</i> pada tungkai kiri yang berfungsi membantu mempertahankan stabilitas postural serta menjaga keseimbangan tubuh selama pergerakan ke arah lateral.	Repitisi/set: 10 hit/5kali (3 set) Time: 5 menit Rest: 1 menit/set Frekuensi: 3x seminggu

2.9 Ankle Strategy Exercise (Dokumentasi pribadi)

2.10 Efek Fisiologis Ankle Strategy Exercise

Pelaksanaan ankle balance strategy exercise akan memicu terjadinya kontraksi otot. Kontraksi yang dilakukan secara berulang dapat merangsang peningkatan kontrol saraf motorik maupun sensorik. Pada fase awal latihan, neuron berada dalam kondisi terfasilitasi, yaitu keadaan ketika potensial membran mendekati ambang untuk menghasilkan impuls, meskipun belum cukup kuat untuk menimbulkan peletupan. Program latihan ankle balance strategy exercise dengan frekuensi tiga kali per minggu selama empat minggu berturut-turut dapat menghasilkan adaptasi neural, seperti terjadinya sumasi spasial dan sumasi temporal pada sistem saraf. Adaptasi ini dapat meningkatkan aktivasi beberapa serabut otot secara bersamaan, sehingga jumlah unit motorik yang berkontraksi bertambah. Semakin banyak unit motorik yang aktif, maka kekuatan otot juga akan meningkat (Putu & Vitalistyawati, 2021b).

Selain itu, latihan ini turut menstimulasi kerja proprioseptif dalam sistem tubuh yang berperan dalam menjaga stabilitas dan koordinasi gerak. Sistem somatosensorik berperan dalam menghantarkan informasi proprioseptif ke otak melalui kolumna dorsalis pada medula spinalis. Sebagian besar informasi tersebut kemudian diteruskan ke serebelum. Impuls yang diterima berasal dari ujung-ujung saraf pada jaringan sinovial dan ligamen, serta dari reseptor pada kulit, jaringan sekitar, dan otot. Sinyal sensorik tersebut diproses di korteks untuk memberikan persepsi mengenai posisi tubuh saat bergerak, sehingga membantu tubuh dalam mencapai dan mempertahankan keseimbangan (Dinda et al., 2022).

Dengan berkembangnya proprioseptif yang baik, maka informasi tentang posisi tubuh terhadap lingkungan eksternal dan hubungan antar-segmen tubuh secara internal akan diterima oleh serebelum dengan lebih akurat. Informasi ini kemudian dimanfaatkan oleh tubuh untuk menjaga stabilitas dan mempertahankan keseimbangan (Dinda et al., 2022).

2.11 Alat ukur

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini ada 2 yaitu Numeric Rating Scale dan *Y balance*. digunakan untuk mengukur skala nyeri (Jaury, D.F Kumaat, L.Tambajong, 2014). Sedangkan tes *Y balance* untuk mengukur kemampuan keseimbangan tubuh atlet (Butler et al., 2013). Pengukuran ini dilakukan sebanyak 2 kali yaitu di sebelum dilakukan intervensi (pre test) dan setelah dilakukan intervensi (post test) dengan tujuan untuk mengetahui perubahan yang terjadi setelah dilakukan intervensi.

2.11.1 Numeric Rating Scale (NRS)

Visual Analogue Scale (VAS) dikenal sebagai alat pengukuran intensitas nyeri yang dianggap paling efisien dan banyak digunakan baik dalam penelitian maupun pengaturan klinis. Meskipun awalnya disajikan sebagai garis horizontal, VAS kini sering berkembang menyerupai *Numeric Rating Scale* (NRS) dengan pemberian angka 0 hingga 10 untuk merepresentasikan intensitas nyeri yang dirasakan pasien, bahkan dalam beberapa studi nyeri pasca operasi, kedua skala tersebut direkombinasikan. VAS juga sering dimanfaatkan untuk menilai sensitivitas pasien dalam uji coba obat analgetik. Keunggulan utama VAS meliputi sensitivitasnya yang

tinggi, biaya yang murah, kemudahan pembuatan, korelasi yang baik dengan skala lain, serta aplikasinya yang universal untuk semua pasien dan jenis nyeri. Namun demikian, kekurangan skala ini adalah diperlukannya pengukuran yang teliti dan tingkat keberhasilannya sangat bergantung pada pemahaman pasien terhadap alat ukur tersebut (Jaury, D.F Kumaat, L.Tambajong, 2014).



Gambar 2.11.1 Alat ukur VAS (Simbolon et al., 2022)
Visual Analogue Scale (VAS)

No	Nilai Skala Nyeri	Kategori	Keterangan
1	0	Tidak nyeri	Merupakan alat pengukuran intensitas nyeri yang dianggap paling efisien yang telah digunakan dalam penelitian
2	1-3	Nyeri ringan	
3	4-6	Nyeri sedang	
4	7-9	Nyeri berat masih bisa di kontrol	
5	10	Nyeri berat tidak dapat dikontrol	

2.11.2 Y Balance

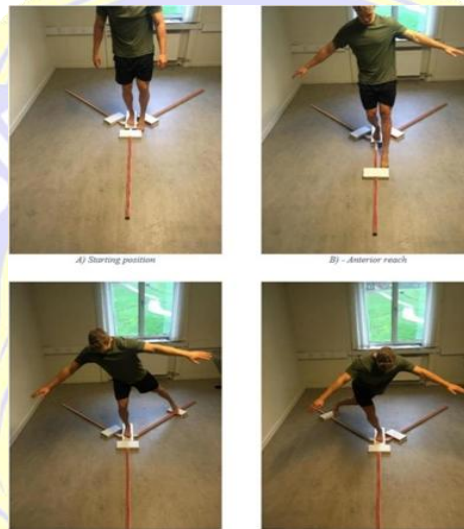
Y Balance Test (YBT) merupakan tes berbasis kinerja yang menuntut kekuatan, kelenturan, kontrol neuromuskular, keseimbangan satu kaki, proprioepsi, serta stabilitas pada sendi ekstremitas bawah. Sendi

panggul, yang berperan sebagai sendi peluru dan memungkinkan gerakan triplanar antara femur dan panggul, menjadi pusat poros gerak tubuh. Selama pelaksanaan YBT, individu harus mempertahankan posisi satu kaki sambil menopang seluruh berat badan, sehingga membutuhkan aktivasi otot panggul yang kuat dan terkoordinasi. Oleh karena itu, YBT juga berfungsi sebagai alat ukur stabilitas dan kekuatan otot panggul (Foldager et al., 2023).

Pelaksanaan YBT mengikuti prosedur dalam Protokol *Y Balance Test Lower Quarter* (YBT-LQ), dengan satu perbedaan yaitu pengujian hanya dilakukan pada tungkai kanan. Tes dilakukan menggunakan alat *Y balance test*. Sebelum mulai, penilai memberikan instruksi serta demonstrasi verbal dan visual kepada peserta. Setiap peserta kemudian melakukan enam kali percobaan latihan pada masing-masing arah untuk mengurangi efek pembelajaran dan meningkatkan konsistensi hasil. Setelah sesi latihan tersebut, peserta melanjutkan tiga kali percobaan pengujian pada setiap arah. Seluruh tes dilakukan tanpa alas kaki dan dalam posisi berdiri pada tungkai kanan. Peserta diminta berdiri pada platform pijakan, dengan bagian distal kaki kanan ditempatkan tepat di belakang garis merah sebagai titik awal. Urutan pengujian telah ditetapkan yaitu anterior, posteromedial, lalu posterolateral. (Foldager et al., 2023)

Dalam posisi berdiri satu kaki, peserta diarahkan untuk mendorong blok indikator sejauh mungkin menggunakan tungkai kontralateral, kemudian kembali ke posisi awal sambil tetap mempertahankan kontrol postural. Jarak jangkauan dicatat hingga ketelitian 0,5 cm berdasarkan sisi proksimal blok indikator. Suatu percobaan dinyatakan tidak sah apabila

peserta tidak dapat kembali ke posisi awal, kehilangan keseimbangan pada posisi satu kaki, menggunakan blok sebagai penopang, atau mendorong blok dengan kecepatan berlebihan untuk memperoleh jarak lebih jauh. Jika hal tersebut terjadi, percobaan harus diulang. Setiap peserta memiliki enam kesempatan untuk menghasilkan tiga percobaan yang valid. Jarak jangkauan terjauh dari tiga percobaan valid pada tiap arah kemudian digunakan sebagai data analisis (Foldager et al., 2023)



Gambar 2.11.2 *Y Balance Test* (Foldager et al., 2023)