

BAB I

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Tren kebugaran global saat ini menunjukkan pergeseran yang signifikan menuju pendekatan latihan berbasis fungsi dan intensitas tinggi. Latihan kebugaran fungsional, yang fokus pada pengembangan kemampuan gerak sehari-hari, terus mengalami peningkatan popularitas dan menempati peringkat lima besar tren kebugaran dunia pada tahun 2023. Fenomena ini didukung oleh masuknya latihan beban tubuh, latihan kekuatan dengan beban bebas, serta *high- intensity interval training* (HIIT) ke dalam sepuluh besar tren yang sama. Data ini secara jelas mengindikasikan bahwa minat masyarakat terhadap pendekatan latihan yang praktis, efektif, dan berorientasi pada peningkatan kapasitas fisik untuk aktivitas hidup sehari-hari semakin dominan (Thompson, 2023).

Dalam lanskap olahraga fungsional yang berkembang pesat, hyrox muncul sebagai sebuah disiplin kompetitif yang memiliki karakteristik unik dan terstandarisasi. Sebagai format kompetisi yang menggabungkan delapan segmen lari dengan delapan stasiun latihan fungsional, hyrox menuntut integrasi optimal antara kapasitas kardiorespirasi, kekuatan, dan efisiensi gerak. Berbeda dengan format latihan lain yang lebih fleksibel, hyrox menetapkan urutan latihan yang baku, mulai dari *ski ergometer*, *sled push/pull*, *burpee broad jump*, *rowing*, *farmers carry*, *sandbag lunges*, hingga *wall ball* yang diselingi lari 1.000 meter di setiap pergantian stasiun (Brandt, 2025). Standardisasi ini tidak hanya menciptakan *platform* kompetisi yang setara, tetapi juga menempatkan teknik dan daya tahan sebagai indikator performa utama, sehingga menjadikannya ukuran yang objektif untuk menilai kebugaran fungsional menyeluruh (Bergmann, 2024). Untuk memahami potensi risiko cedera pada hyrox, temuan penelitian dari disiplin latihan serupa seperti cross-fit menjadi landasan teoritis yang sangat relevan. Kesamaan karakteristik antara hyrox dan cross-fit, sebagai bentuk latihan fungsional intensitas tinggi menjadikan literatur epidemiologi cedera cross-fit sebagai acuan awal yang valid dalam memetakan risiko pada peserta hyrox. Keduanya sama-sama menuntut kerja metabolik tinggi, repetisi gerak yang besar, serta kombinasi gerakan multi-sendai yang kompleks, yang secara intrinsik terkait dengan beban biomekanik dan tekanan pada sistem muskuloskeletal. Kesamaan ini diperkuat oleh kemiripan gerakan inti, seperti *farmers carry*, *sandbag lunges*, *wall ball*, serta penggunaan *ergometer* dan *sled*, sehingga pola mekanis yang berpotensi menimbulkan cedera memiliki kemiripan (Villarreal & Juárez, 2025).

Sebagai disiplin yang telah lebih dahulu diteliti secara ekstensif, cross-fit memberikan gambaran empiris yang jelas mengenai pola dan determinan cedera pada latihan fungsional intensitas tinggi. Penelitian epidemiologi pada cross-fit mengungkap bahwa cedera merupakan kejadian yang cukup umum, dengan pola yang sangat dipengaruhi oleh faktor teknis, beban mekanik, dan kelelahan kumulatif. Data menunjukkan mayoritas cedera terjadi selama sesi latihan, didominasi oleh jenis cedera seperti terkilir, tegang otot, dan memar. Lebih lanjut, latihan dengan beban barbel yang kompleks (seperti *snatch*) dan gerakan eksplosif seperti *box jump* diidentifikasi sebagai penyumbang utama insiden cedera. Temuan ini menegaskan bahwa dalam konteks

latihan tinggi intensitas dan volume, kualitas teknik, manajemen beban, dan pemulihan menjadi faktor krusial yang membedakan antara adaptasi positif dan risiko cedera (Lenz dkk., 2024).

Analisis sistematis terhadap penelitian cross-fit memungkinkan identifikasi yang lebih spesifik mengenai lokasi anatomis yang rentan serta profil faktor risiko partisipannya. Berdasarkan sintesis berbagai studi, cedera pada praktisi cross-fit paling sering terjadi di area punggung, bahu, dan lutut, dengan faktor risiko seperti jenis kelamin laki-laki dan riwayat cedera sebelumnya yang turut berkontribusi. Prevalensi cedera dilaporkan berkisar antara 0,2 hingga 18,9 per 1.000 jam partisipasi, mencerminkan variasi yang dipengaruhi metodologi dan populasi (Rodriguez dkk., 2020; Hülsmann dkk., 2021). Pola lokasi cedera ini yang juga mencakup siku dan pergelangan tangan, serta faktor risiko demografinya, memberikan kerangka prediktif yang berharga untuk menyelidiki apakah pola serupa muncul dalam format hyrox yang memiliki tuntutan biomekanik yang *overlap* (Montalvo dkk., 2017; Mehrab dkk., 2023).

Sifat hyrox yang sangat terstandarisasi justru menjadi keunggulan metodologis untuk menganalisis risiko cedera secara lebih terarah. Karena mengikuti format "*race*" yang tetap dengan urutan, beban, dan stasiun latihan yang identik bagi semua peserta, hyrox menciptakan suatu model tuntutan fisiologis dan biomekanik yang tinggi namun dapat diprediksi. Standardisasi ini (Hyrox World GmbH., 2024) memungkinkan peneliti untuk mengisolasi dan menganalisis tekanan spesifik dari setiap gerakan seperti dorongan *sled* atau lompatan *burpee* tanpa variabel perancu dari program latihan yang berbeda-beda. Dengan demikian, potensi cedera pada hyrox dapat dikaji melalui lensa yang mirip dengan cross-fit, dengan fokus pada mekanisme kelelahan, repetisi tinggi, dan stres mekanik pada sendi, namun dalam suatu konteks kompetisi yang terukur dan konsisten (Feito dkk., 2018; Villarroel & Juárez, 2025).

Analisis biomekanik terhadap setiap stasiun dalam hyrox mengungkap mekanisme spesifik yang dapat menjadi sumber stres dan potensi cedera pada sistem muskuloskeletal. Mengacu pada prinsip biomekanika dan bukti dari penelitian serupa, setiap gerakan inti hyrox menempatkan struktur tubuh pada posisi dan beban yang berisiko, terutama ketika dilakukan dalam keadaan kelelahan. Misalnya, *sled push/pull* memberikan beban besar pada rantai posterior (pinggul dan hamstring), *wall ball* dan *burpee broad jump* menuntut penyerapan gaya dampak yang besar pada pergelangan kaki, lutut, dan bahu, sementara *sandbag lunges* mengubah kinematika sendi tungkai bawah secara signifikan (Stavridis dkk., 2023; Di Pietro & Di Puccio, 2024; Gao dkk., 2022). Faktor kumulatif dari siklus lari dan latihan ini menciptakan kelelahan neuromuskular yang dapat mendegradasi teknik, sehingga semakin meningkatkan beban abnormal pada sendi dan jaringan lunak, hal ini telah diidentifikasi sebagai pemicu cedera dalam konteks latihan intensitas tinggi lainnya (Schlegel dkk., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini untuk menggambarkan cedera pada pegiat hyrox menjadi landasan data awal yang kritis. Temuan mengenai prevalensi cedera, lokasi dan faktor terkait cedera akan memberikan peta masalah yang spesifik, sehingga intervensi fisioterapi mulai dari program prehabilitasi, manajemen beban latihan yang personal, hingga protokol rehabilitasi dapat dirancang secara berbasis bukti dan kontekstual.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian mengenai gambaran cedera pada pegiat hyrox di kota Makassar memiliki urgensi dan novelty yang kuat. Urgensi penelitian ini dilatarbelakangi oleh belum adanya data epidemiologi cedera yang spesifik pada olahraga yang sedang tren saat ini yakni populasi pegiat hyrox di Indonesia. Sementara olahraga ini menimbulkan tuntutan biomekanik dan fisiologis tinggi yang berpotensi menyebabkan cedera serius, sebagaimana dibuktikan dalam studi cross-fit. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dapat menjadi upaya pencegahan dan penyusunan program latihan yang aman bagi komunitas lokal dapat berbasis bukti penelitian yang memungkinkan fisioterapis untuk proaktif memasuki ekosistem olahraga tersebut.

Fisioterapis tidak lagi hanya bersifat reaktif (mengobati cedera yang sudah terjadi), tetapi juga menjadi konsultan utama dalam aspek pencegahan, manajemen risiko, dan optimalisasi performa yang aman. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan tidak hanya mengisi celah pengetahuan, tetapi juga menghasilkan profil risiko cedera yang kontekstual sebagai landasan empiris bagi pengembangan strategi pencegahan yang efektif dan tepat sasaran.

b. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan pertanyaan penelitian dengan judul “Gambaran Cedera pada Pegiat Olahraga Hyrox di Kota Makassar” sebagai berikut:

1. Bagaimana gambaran cedera yang dialami pegiat olahraga hyrox di kota Makassar?
2. Bagaimana distribusi cedera berdasarkan faktor-faktor risiko cedera yaitu usia, jenis kelamin, IMT, riwayat latihan, riwayat cedera dan frekuensi latihan?

c. Tujuan Penelitian

1.1.1 Tujuan Umum

Diketuinya gambaran cedera pada pegiat olahraga hyrox di Kota Makassar.

1.1.2 Tujuan Khusus

1. Diketuinya gambaran cedera yang dialami pegiat olahraga hyrox.
2. Diketuinya distribusi cedera berdasarkan usia, jenis kelamin, lama partisipasi, riwayat cedera, IMT, riwayat latihan, riwayat cedera, dan frekuensi latihan.

d. Manfaat Penelitian

1.1.3 Manfaat Akademik

1. Penelitian ini memberikan informasi serta gambaran mengenai lokasi dan jenis cedera yang dialami pegiat olahraga hyrox.
2. Penelitian ini memberikan informasi serta gambaran mengenai faktor risiko cedera apa saja yang memiliki distribusi terbesar terhadap cedera pada pegiat olahraga hyrox.

3. Penelitian ini memberikan informasi serta gambaran mengenai perbedaan kejadian cedera antara pengiat hyrox yang rutin dan yang tidak rutin berlatih.

1.1.4 Manfaat Aplikatif

1. Penelitian ini menjadi sebuah pengalaman bagi peneliti untuk menerapkan keterampilan lapangan pada bidang kesehatan sesuai dengan kaidah ilmiah yang telah dipelajari selama fase perkuliahan.
2. Penelitian ini menjadi bahan informasi serta masukan kepada pelatih dan peserta olahraga hyrox.
3. Penelitian ini menjadi bahan masukan bagi pengembangan keilmuan fisioterapi di Makassar dan di Indonesia.
4. Penelitian ini menjadi bahan masukan untuk meningkatkan kualitas pendidikan fisioterapi di Universitas Hasanuddin.

e. Teori

1.5.1 Latihan Fungsional Intensitas Tinggi (HIFT)

Latihan fungsional merupakan latihan yang bertujuan untuk meningkatkan keseimbangan, koordinasi, kekuatan fungsional, dan daya tahan guna mendukung aktivitas kehidupan sehari-hari. Latihan ini berfokus pada penggunaan latihan kekuatan untuk meningkatkan keseimbangan esensial, koordinasi, kekuatan otot, dan daya tahan. Karena menekan kualitas gerak dan efisiensi pola fungsi tubuh, latihan interval intensitas tinggi menjadi metode lanjutan yang dapat memaksimalkan adaptasi kardiovaskular dan metabolik secara cepat. Dapat dipahami bahwa latihan fungsional intensitas tinggi adalah metode pelatihan yang bertujuan menghasilkan tuntutan metabolik yang substansial melalui rangkaian gerakan cepat dan berulang dengan periode istirahat minimal atau tanpa istirahat. Latihan ini ditandai dengan penekanan pada gerakan seluruh tubuh yang multi sendi, fungsional, eksplosif dan berkelanjutan dalam berbagai program pelatihan yang menggabungkan latihan kekuatan dengan latihan aerobik dan beban badan (Feito dkk., 2018; Wang dkk., 2023). Latihan fungsional intensitas tinggi menuntut peningkatan kapasitas aerobik dan anaerobik, penggunaan energi yang efisien, serta toleransi terhadap kelelahan. Secara esensial, latihan ini meniru aktivitas kehidupan nyata dan tuntutan olahraga dengan menggabungkan berbagai gerakan fungsional yang dilakukan pada intensitas tinggi (Buckley dkk., 2015; Wan dkk., 2023).

Perkembangan HIFT dalam beberapa tahun terakhir telah menghasilkan berbagai format kompetisi dan pelatihan, termasuk CrossFit dan Hyrox. Individu yang terlibat dalam HIFT memiliki profil fisiologis dan antropometrik yang unik dibandingkan dengan atlet daya tahan atau kekuatan tradisional, yang menunjukkan peran khususnya dalam mengembangkan atribut kebugaran yang komprehensif (Green dkk., 2023).

1.5.2 Olahraga Hyrox Format dan Tuntutan.

Hyrox merupakan kompetisi kebugaran hibrida dalam ruangan yang memiliki format terstandarisasi dan telah mengalami perkembangan pesat secara internasional. Hyrox terdiri dari delapan segmen lari 1.000 meter yang masing-masing diikuti oleh satu stasiun latihan fungsional. Stasiun-stasiun tersebut meliputi *skierg*, *sled push*, *sled pull*, *burpee broad jumps*, *rowerg*, *farmer's carry*, *sandbag lunges*, dan *wall balls* (Bergmann. 2024). Format kompetisi hyrox yang unik mengharuskan atlet untuk terus-menerus beralih antara upaya kardiovaskular berkelanjutan dan tugas fungsional berintensitas tinggi yang mengintegrasikan unsur kekuatan, daya tahan, dan efisiensi metabolic. Detail teknis setiap stasiun: *sled push* dilakukan sejauh 4×12,5 meter dengan beban 102 kg untuk wanita dan 152 kg untuk pria; *sled pull* dengan beban 78 kg untuk wanita dan 103 kg untuk pria; *burpee broad jump* sejauh 4×20 meter; *farmer's carry* sejauh 8×25 meter dengan membawa dua *kettlebell* berbobot 16 kg untuk wanita dan 24 kg untuk pria; *sandbag lunges* sejauh 4×25 meter dengan karung pasir seberat 10 kg untuk wanita dan 20 kg untuk pria; serta *wall balls* sebanyak 75 repetisi dengan bola 4 kg untuk wanita dan 100 repetisi dengan bola 6 kg untuk pria (Villarroel dkk., 2025; Brandt dkk., 2025).

Mengingat tingginya intensitas kerja dan kompleksitas gerakan dalam hyrox, respon fisiologis yang terjadi selama kompetisi menjadi faktor yang perlu diperhatikan. Secara fisiologis, pelaksanaan hyrox menuntut aktivitas otot tubuh bagian atas dan bawah secara bergantian dengan intensitas tinggi. Perpindahan fokus latihan dari ekstremitas atas ke ekstremitas bawah dapat menyebabkan kelelahan otot, penumpukan asam laktat, dan redistribusi aliran darah yang dapat mempengaruhi efisiensi teknik serta performa lari (Ogueta dkk., 2018; Brandt dkk., 2025). Hal ini meningkatkan risiko terjadinya kelelahan otot lokal dan gangguan koordinasi gerak yang berpotensi menjadi faktor penyebab cedera. Selain itu, beberapa latihan seperti *sled push*, *sled pull* dan *wall ball* mengkombinasikan tuntutan kekuatan dan stabilitas yang tinggi pada bahu (*shoulder*), punggung (*back*), lutut (*knee*), dan pergelangan tangan (*wrist*), di mana beban eksternal yang besar dan repetisi tinggi dapat menimbulkan tekanan berlebih pada sendi dan jaringan otot. Daya tahan kardiovaskular pada atlet hyrox memiliki korelasi yang kuat dengan waktu penyelesaian sirkuit kompetisi. Selain VO_2 maks komposisi tubuh juga memiliki hubungan dengan efisiensi gerakan dan risiko kelelahan otot (Meier dkk., 2023; Nikolaidis & Knechtle, 2023).

Lebih dari 60% waktu kompetisi Hyrox dihabiskan untuk berlari, sehingga olahraga ini dapat dikategorikan sebagai high intensity functional training yang menggabungkan komponen daya tahan aerobik dan anaerobik (Brandt dkk., 2025). Berbeda dengan cross-fit yang lebih menitikberatkan pada kekuatan otot maksimal, hyrox lebih mengutamakan ketahanan otot dan kapasitas aerobik jangka panjang (Meier dkk., 2023). Cross-fit merupakan bentuk latihan fungsional intensitas tinggi yang diformat dalam bentuk interval yang dikenal sebagai *Work Of the Day* (WOD). Cross-fit memiliki prinsip dasar menggabungkan latihan angkat beban, senam, dan pengkondisian metabolik (kardio atau an/aerobik) (Crawford dkk., 2018). Tujuannya adalah untuk mencapai efisiensi dan pengembangan kebugaran secara parsial menyeluruh. Cross-fit memiliki struktur sesi latihan yang unik, di mana setiap sesi terdiri dari satu atau dua latihan yang berbeda. Durasi rata-rata latihan cross-fit adalah 34 menit untuk wanita dan 39 menit untuk pria (Schlegel, 2020). Secara keseluruhan, cross-fit efektif dalam meningkatkan kebugaran fisik seperti daya tahan, kapasitas aerobik dan anaerobik, peningkatan VO_2

maks, komposisi tubuh, kekuatan, kelenturan, daya ledak (*power*), keseimbangan, serta menurunkan indeks massa tubuh (BMI), dan massa lemak (Wagener dkk., 2020).

1.5.3 Cedera Olahraga dan Mekanisme

Cedera olahraga didefinisikan sebagai kerusakan pada struktur dan fungsi tubuh yang terjadi akibat tekanan fisik saat beraktivitas olahraga. Dalam konteks olahraga bola voli yang memerlukan teknik-teknik kompleks dan repetitif, cedera dapat diklasifikasikan menjadi dua kategori utama: cedera akut dan cedera kronik. Cedera akut terjadi secara mendadak akibat peristiwa traumatis tunggal, seperti terkilir atau patah tulang, sedangkan cedera kronik berkembang secara bertahap karena penggunaan teknik yang salah dan stres berulang dalam jangka waktu lama (Ilham dkk., 2021). Cedera olahraga akibat penggunaan berlebihan didefinisikan sebagai cedera yang terjadi tanpa adanya penyebab traumatik tunggal yang dapat diidentifikasi (Okuno, 2023).

Teori *overload* dan adaptasi menjelaskan mekanisme cedera pada latihan intensitas tinggi. Prinsip ini menyatakan bahwa ketika tubuh mengalami beban latihan yang sesuai, terjadi adaptasi positif yang meningkatkan performa dan kapasitas kardiovaskular. Namun, ketika beban melebihi kapasitas adaptif tubuh atau ketika waktu pemulihan tidak memadai, dapat terjadi mal adaptasi yang berujung pada cedera (Fajar dkk., 2026). Sistem muskuloskeletal, jika mengalami stres yang berlebihan, dapat menderita berbagai jenis cedera olahraga akibat penggunaan berlebihan, yang dapat memengaruhi tulang, otot, tendon, dan ligamen (Okuno, 2023).

1.5.3.1 Mekanisme Cedera Multifaktor pada Hyrox

Hyrox adalah kompetisi fitness hibrida yang menggabungkan elemen ketahanan kardiorespirasi (lari 1 km, diulang 8 kali) dengan stasiun kekuatan dan ketahanan otot (*skierg, sled push, sled pull, burpee broad jumps, rowerg, farmer's carry, sandbag lunges, dan wall balls*). Kombinasi ini menciptakan tekanan fisiologis dan biomekanis yang unik dan berlapis (Bergmann. 2024). Mekanisme cedera pada hyrox dapat dipahami sebagai sebuah siklus maladaptasi kronis yang dipercepat oleh karakteristik unik olahraga ini. Siklus ini dimulai dari beban ekstrem, baik dari volume latihan tinggi (rata-rata 5.5 hari/minggu dengan 55% sesi ganda) maupun desain kompetisi yang repetitif dan menuntut transisi metabolik mendadak antara lari dan angkatan berat (Villarroel- López dkk., 2025; Brandt dkk., 2025). Beban ini, ketika tidak diimbangi dengan strategi pemulihan yang memadai (41.3% atlet tidak memiliki protokol terstruktur), menyebabkan akumulasi kelelahan (*fatigue*) sistemik (Villarroel-López dkk., 2025). Kelelahan ini kemudian memicu degradasi teknik melalui penurunan kontrol motorik, kapasitas penyerapan gaya otot, dan koordinasi antar segmen tubuh, yang secara langsung meningkatkan stres mekanis pada sendi dan jaringan lunak. Dalam jangka panjang, akumulasi kelelahan mendorong tubuh masuk ke status *Non-Functional Overreaching* (NFOR), suatu kondisi maladaptasi sistemik yang ditandai disregulasi hormon, peningkatan kortisol dan penurunan hormon anabolik yang menghambat proses perbaikan alami terhadap mikrotrauma repetitif dari gerakan seperti *wall balls* dan *sled push* (Meeusen dkk., 2013). Akibatnya, terjadi konvergensi dua jalur cedera: (1) jalur kronis, di mana mikrotrauma yang tak diperbaiki terakumulasi menjadi

cedera *overuse* seperti tendinopati; dan (2) jalur akut, di mana degradasi teknik pada momen kritis (misal, di akhir lomba) menjadi pemicu langsung cedera seperti *strain* otot atau keseleo (Villarroel-López dkk., 2025; Brandt dkk., 2025).

Pada kasus cedera akibat penggunaan berlebihan (*overuse*), seperti yang sering dialami atlet, terjadi perubahan pada pembuluh darah di area yang cedera. Ketika dilakukan pemeriksaan angiografi, terlihat adanya peningkatan jumlah dan aliran darah (hipervaskularitas) di daerah tersebut. Hal ini berkaitan dengan gejala yang biasa ditemui, seperti pembengkakan jaringan (edema), tendon yang menebal, atau penumpukan cairan (efusi). Kondisi ini sering diperparah oleh kecenderungan terjadinya tendinopati akibat beban berulang. Cedera tendon (tendinopati), yang sangat umum terjadi pada atlet profesional maupun amatir. Tendinopati termasuk jenis cedera *overuse* yang disebabkan oleh beban berulang yang berlebihan pada tendon, sehingga menyebabkan kerusakan struktur tendon secara bertahap (Okuno, 2023).

Selain tuntutan biomekanik, beban fisiologis berupa tuntutan kardiorespirasi yang tinggi juga menjadi ciri khas olahraga seperti hyrox. Kapasitas VO_2 maks yang memadai sangat penting untuk menunjang performa. Namun, pada individu dengan kapasitas aerobik yang belum optimal atau dalam kondisi kelelahan, penurunan suplai oksigen dapat mempercepat degradasi teknik gerakan, sehingga meningkatkan risiko cedera akut. Format latihan yang menggabungkan *body weight training* dan HIIT, seperti yang juga dilaporkan pada komunitas *freeletic* efektif meningkatkan kebugaran, namun juga menempatkan atlet pada beban latihan kumulatif yang tinggi, terutama jika frekuensi latihan melebihi rekomendasi dasar (mis., >3 kali/minggu), yang perlu dikelola untuk meminimalkan risiko cedera *overuse* (Hasnah dkk., 2018).

Dengan demikian, cedera hyrox merupakan puncak dari siklus berulang di mana beban ekstrem, kelelahan akumulatif, kapasitas pemulihan yang terganggu, dan desain kompetisi yang menantang saling berinteraksi menciptakan lingkungan yang ideal bagi manifestasi cedera, baik kronis maupun akut. Selain hal itu, jika dibandingkan dengan cross-fit yang memiliki risiko cedera yang signifikan karena intensitas latihannya yang tinggi. Berdasarkan studi, tingkat cedera dilaporkan berkisar antara 0,74 hingga 3,3 per 1.000 jam latihan, dengan cedera paling umum terjadi pada daerah bahu (*shoulder*) (Klimek dkk., 2018). Cedera pada cross-fit terutama mempengaruhi bahu (sekitar 39%), punggung bawah (36%), lutut (15%), siku (12%) dan pergelangan tangan (11%) (Feito dkk 2018).

Cedera bahu sering terjadi karena tingginya volume gerakan diatas kepala (*overhead movement*) seperti *push press*, *handstand push-up*, *snatch*, yang membutuhkan stabilitas skapula dan mobilitas glenohumeral yang baik. Sementara itu, cedera punggung bawah terutama terkait latihan *deadlift* dan *back squat* yang memerlukan kontrol lumbopelvik yang memadai dan ROM optimal untuk tungkai bawah. Selain itu, gerakan konstan dan perubahan ROM pada pergelangan kaki serta ketidakseimbangan kekuatan antara otot hamstring dan quadriceps dapat meningkatkan risiko cedera lutut (Serafim dkk., 2022).

Pola cedera yang ditemukan pada cross-fit menunjukkan bahwa gerakan eksplosif berulang dengan beban tinggi dan teknik yang kurang stabil merupakan pemicu utama cedera muskuloskeletal pada latihan intensitas tinggi. Meskipun hyrox memiliki struktur latihan yang lebih konsisten dan repetitif, beberapa bentuk latihan seperti *sled push*, *sled pull*, dan *wall ball* menunjukkan karakteristik biomekanik yang serupa dengan cross-fit

dalam hal tuntutan kekuatan, stabilitas, dan kontrol gerak. Oleh karena itu, potensi cedera akibat kelelahan, penurunan teknik, dan gangguan kontrol mekanik juga dapat terjadi pada peserta hyrox (Brandt dkk., 2025; Villaroel dkk., 2025).

Selain aspek biomekanik dan fisiologis, manajemen pemulihan pasca cedera memegang peran strategis dalam mencegah cedera berulang pada atlet hyrox. Temuan Okuno (2023) menunjukkan bahwa pendekatan pemulihan yang terstruktur seperti pada kasus *Transarterial Embolization* (TAE) dapat memberikan reduksi nyeri jangka pendek dengan periode istirahat yang singkat, memungkinkan atlet kembali berlatih secara bertahap tanpa cedera berulang. Prinsip *gradual return to sport* ini sangat relevan dengan tuntutan biomekanik hyrox yang melibatkan gerakan kompleks dan repetitif di bawah kondisi kelelahan. Dengan demikian, manajemen pemulihan yang terukur menjadi komponen kritis dalam mencegah cedera berulang dan mendukung keberlanjutan performa atlet (Okuno, 2023).

1.5.4 Epidemiologi dan Faktor Risiko Cedera pada Latihan Intensitas Tinggi

Penelitian epidemiologis tentang cedera pada latihan intensitas tinggi, khususnya cross-fit sebagai olahraga yang mirip dengan hyrox, memberikan wawasan berharga tentang pola dan faktor risiko cedera. Analisis cedera 4 tahun terhadap peserta cross-fit melaporkan tingkat cedera antara 0,74 hingga 3,3 per 1.000 jam latihan, dengan cedera paling umum terjadi pada daerah bahu (39%), punggung bawah (36%), lutut (15%), siku (12%), dan pergelangan tangan (11%) (Feito dkk., 2018). Prevalensi cedera sebesar 37,9% pada praktisi cross-fit dengan tingkat cedera 3,24 per 1.000 jam latihan. Faktor risiko signifikan yang diidentifikasi termasuk lama latihan lebih dari 12 bulan (OR=1,822), partisipasi sebagai atlet kompetitif (OR=5,262), dan tingkat rekreasi (OR=2,275). Namun, faktor seperti usia, jenis kelamin, dan partisipasi dalam olahraga lain tidak menunjukkan hubungan signifikan dengan kejadian cedera (Da Costa dkk., 2019).

Dalam *systematic review* tentang faktor risiko cedera muskuloskeletal pada cross-fit mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat dan tidak dapat dimodifikasi. Faktor tidak dapat dimodifikasi meliputi usia (risiko meningkat seiring bertambahnya usia dengan OR:0,998), jenis kelamin (laki-laki lebih rentan), dan riwayat cedera sebelumnya. Sementara faktor dapat dimodifikasi termasuk durasi partisipasi dan pergantian beban latihan (Mehrab dkk., 2023). Sebanyak 48,11% atlet cross-fit mengalami cedera selama masa latihan mereka. Analisis regresi logistik menunjukkan bahwa pengalaman latihan lebih lama meningkatkan risiko cedera (OR=1,139), sedangkan menghentikan latihan saat muncul nyeri akut selain DOMS menurunkan risiko cedera (OR=0,54). Melakukan latihan isometrik saat pemanasan juga terbukti protektif (OR=0,563) (Montalvo dkk., 2017).

1.5.5 Biomekanik Gerakan Hyrox dan Potensi Cedera

Analisis biomekanik gerakan spesifik Hyrox memberikan pemahaman tentang mekanisme cedera potensial. Dalam analisis biomekanik *burpee push-up* menunjukkan bahwa gerakan ini menghasilkan *ground reaction forces* yang signifikan yang dapat memberikan tekanan berlebih pada sendi lutut dan

pergelangan kaki. Temuan ini relevan dengan stasiun *burpee broad jumps* dalam hyrox yang melibatkan komponen lompatan dan pendaratan berulang (Di Pietro & Di Puccio. 2024). Pengaruh kondisi beban berbeda pada biomekanik tungkai bawah selama *lunge squat*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban eksternal yang lebih berat menyebabkan perubahan kinematika dan kinetika tungkai bawah yang dapat meningkatkan risiko cedera. Penelitian ini memiliki implikasi penting untuk stasiun *sandbag lunges* dalam hyrox di mana atlet membawa beban 10 – 20 kg selama melakukan *lunges* (Gao dkk., 2022)

Pengaruh *heavy resisted sled pulling* terhadap mekanika *sprint* dan parameter *spatiotemporal*. Hasil menunjukkan bahwa *sled pulling* berat mempengaruhi mekanika gerak yang dapat berkontribusi terhadap risiko cedera muskuloskeletal. Temuan ini relevan dengan stasiun *sled pull* dalam hyrox yang melibatkan tarikan dengan beban 78 – 103 kg (Stavridis dkk., 2023). Untuk stasiun *wall balls*, mekanisme cedera potensial terkait dengan gerakan *overhead* repetitif. Mengidentifikasi gerakan *overhead* seperti *push press* dan *snatch* dalam CrossFit merupakan penyebab utama cedera bahu. Mekanisme serupa dapat terjadi pada *wall balls* di hyrox di mana atlet melakukan gerakan *overhead* berulang dengan beban 4 – 6 kg (Feito dkk., 2018).

Literatur Review

Tabel 1 Literatur Review

No	Judul	Gap latar belakang	Metode			Hasil	Kesimpulan	Berdasarkan Pemikiran
			Sampel	Variabel	Alat Ukur			
1	<i>Acute Physiological Responses And Performance Determinants In Hyrox - A New Running Focused High Intensity Functional Fitness Trend</i> (Brandt dkk., 2025)	1. Belum adanya literatur yang membahas respon fisiologis akut dan penentu performa. Belum adanya literatur yang menjelaskan terkait kebutuhan spesifik hyrox dan mengidentifikasi potensi manfaat dan aplikasi praktis di luar olahraga kompetisi.	Terdiri dari 11 atlet hyrox yaitu 3 orang perempuan dan 8 orang laki-laki. Dengan kriteria inklusi minimal 18 tahun dan pernah mengikuti setidaknya satu kompetisi hyrox resmi. Dengan pengalaman rentang	1. Variabel <i>pre- test</i> terdiri dari IMT yang diukur dengan alat SECA. Kekuatan cengkraman tangan (<i>hand grip strength</i>) . Kebugaran kardiorespirasi (<i>cardiopulmo-</i>	1. SECA, 2. <i>Hand grip strengt h</i> , 3. <i>Cardiopulmonary exercise test</i> , 4. Kuesioner pengukuran volume latihan ketahanan dan daya tahan per minggu (jam/minggu),	1. Waktu penyelesaian dengan median 86.5 menit. Waktu lari (51.2 menit) dan stasiun gerakan (32.8 menit). 2. Sebagian besar kompetisi (79.5% waktu) dilakukan pada intensitas sangat besar (90 – 100% HRmaks). Stasiun gerakan memicu intensitas yang lebih tinggi daripada lari. 3. Puncak tertinggi nilai HRmaks, BImaks, dan RPEmaks tertinggi pada	Hyrox dapat diklasifikasikan sebagai bentuk high intensity functional training (HIFT) yang berfokus pada daya tahan. Untuk menyelesaikannya, atlet mengandalkan jalur metabolisme aerobik dan anaerobik, dengan kebutuhan transisi antara tuntutan metabolik yang berbeda-beda. Kapasitas	Hyrox memberikan peta awal yang empiris tentang tuntutan fisiologis hyrox. Temuan bahwa daya tahan aerobik (VO ₂ maks) adalah prediktor terkuat sangat masuk akal mengingat 60% waktu kompetisi dihabiskan untuk lari sejauh 8 km. Hasil ini menggeser anggapan umum bahwa <i>event fitness</i> fungsional

			interkuartil 19 bulan dengan seluruh peserta memiliki tingkat kebugaran kardiorespisi	nary exercise test). Volume latihan ketahanan dan daya tahan per minggu (jam/minggu). 2. Variabel dalam kompetisi hyrox yaitu waktu penyelesaian. Respons fisiologis akut yang terdiri	5. Stopwatch , 6. SmartLAB , 7. Lactate scout+, dan Skala borg.	stasiun terakhir (wall balls). Gerakan tercepat yaitu pada stasiun <i>sled push</i> dan <i>sled pull</i> dengan median 2 – 3 menit, menunjukkan	daya tahan (aerobik) terbukti lebih penting sebagai penentu performa daripada kekuatan maksimal dalam	seperti hyrox hanya membutuhkan kekuatan brutal. Justru, ketahanan tubuh secara keseluruhan untuk bekerja
2	Characterization of the Profile of Hyrox®	kompetisi hibrida dengan format terstandarisasi yang unik, namun	Terdiri dari 80 atlet hyrox aktif dengan komposisi 58	1. Data demografis dan pengalaman	1. Hyrox athlete profile question-	Atlet hyrox memiliki volume latihan yang tinggi dengan rata-rata 5,5 hari latihan per	Atlet hyrox umumnya memiliki kapasitas fisik yang tinggi dan	Temuan mengenai kurangnya struktur pemulihan dapat menjadi salah satu

Athletes (lopez dkk., 2025)	belum banyak diteliti dari sisi karakteristik atletnya, padahal pemahaman tersebut penting untuk menyusun strategi pelatihan dan pencegahan cedera yang efektif. Selain itu, belum ada instrumen tervalidasi yang mampu mengukur aspek-aspek kunci seperti frekuensi latihan, riwayat olahraga sebelumnya, persepsi pemulihan, serta dorongan psikologis atlet hyrox.	atlet laki-laki (72,5%) dan 22 atlet perempuan (27,5%). Usia rata-rata partisipan adalah 37,51 ± 8,26 tahun, dengan pengalaman rata-rata dalam hyrox sekitar 22,4 bulan. Sebagian besar atlet memiliki latar belakang olahraga berbasis kekuatan dan daya tahan, seperti cross-fit, <i>powerlifting</i> , atau olahraga ketahanan individu.	olahraga sebelumnya. Beban dan frekuensi latihan mingguan. 3. Kebiasaan pemulihan dan istirahat. 4. Kemampuan fisik spesifik seperti kekuatan maksimal dan performa fungsional. 5. Faktor psikologis seperti motivasi dan evaluasi kemajuan diri.	<i>naire</i> . 2. Dianalisis secara statistik deskriptif menggunakan SPSS.	minggu, dan 55% di antaranya melakukan sesi ganda. Namun, ditemukan bahwa 41,3% atlet tidak menerapkan protokol pemulihan yang terstruktur pasca latihan. Dari sisi kemampuan fisik, atlet menunjukkan kekuatan yang baik, 45% mampu melakukan <i>bench press</i> melebihi berat badan mereka sendiri, serta performa fungsional yang solid seperti rata-rata 18 <i>burpees</i> per menit dan beban dorong <i>sled</i> rata-rata 192,16kg. Cedera yang dilaporkan umumnya bersifat <i>overuse</i> , dengan lebih dari separuh partisipan melaporkan tidak mengalami cedera serius.	komitmen latihan yang kuat, namun terdapat ketidakseimbangan antara intensitas latihan yang diberikan dan praktik pemulihan yang kurang terstruktur. Hal ini berpotensi meningkatkan risiko cedera dan menurunkan keberlanjutan performa. Oleh karena itu, penelitian ini menekankan pentingnya mengintegrasikan protokol pemulihan yang terencana ke dalam program latihan atlet hyrox	faktor yang berkontribusi terhadap kerentanan cedera. Selain itu, profil atlet yang kuat secara fisik namun rentan terhadap cedera <i>overuse</i> sejalan dengan literatur mengenai olahraga fungsional intensitas tinggi seperti cross-fit, sehingga pendekatan pencegahan cedera dapat disesuaikan. Penelitian ini juga membuka peluang untuk studi lanjutan yang bersifat longitudinal guna memantau perkembangan cedera serta efektivitas intervensi pemulihan yang lebih terstruktur
-----------------------------	---	---	--	---	--	---	---

3	<i>Risk factors for Musculo-skeletal injuries in Cross- fit: a systematic review</i> (Mehrab dkk. 2023).	Belum adanya yang membahas secara potensial faktor risiko cedera pada peserta cross-fit.	Cangkupan studi 1. <i>Embase, medline, web of science, cochrane, CINAHL, google scholar, dan sport-discuss</i>. 2. Kriteria inklusi yaitu yang menyelidiki faktor risiko untuk cedera cross-fit yang memerlukan perhatian medis atau menyebabkan	1. Variabel independen yaitu faktor yang tidak Dapat dimodifikasi (usia, jenis kelamin, riwayat latihan, dan riwayat cedera). Faktor yang dapat dimodifikasi (karakteristik atlet yaitu berat badan, IMT, gaya hidup, dan kompetensi gerak. Kedua karakteristik pelatihan terdiri dari kehadiran kelas pengantar,	1. <i>Quality in prognosis studies</i> (QUIPS) Untuk menilai kualitas metodologi studi kohort prospektif. 2. Sintesis bukti terbaik menggunakan skala <i>vantudler</i> untuk menilai kekuatan bukti (kuat, sedang, terbatas, konflik, tidak ada) berdasarkan konsistensi temuan dan risiko bias.	Faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi: 1. Usia. Risiko cedera sedikit meningkat seiring bertambah usia (OR: 0,998; 95% CI; 996 – 0,999; p<0,05). 2. Jenis Kelamin. Laki-laki lebih rentan mengalami cedera dibandingkan perempuan. 3. Latar belakang atletik. Riwayat atletik dan pengalaman tidak berpengaruh signifikan terhadap risiko cedera. 4. Riwayat cedera sebelumnya. memiliki cedera sebelumnya meningkatkan kemungkinan terjadi cedera berulang. Faktor risiko yang dapat dimodifikasi	Beban tetap dan beban berskala selama latihan dapat Meningkatkan risiko cedera, durasi partisipasi yang lebih lama bersifat protektif terhadap cedera. Bukti saling bertentangan untuk faktor usia, jenis kelamin laki- laki dan riwayat cedera dan tidak ada bukti cukup kuat bahwa faktor lain dapat meningkatkan risiko cedera. beragam. Faktor yang tidak dapat dimodifikasi seperti jenis kelamin laki-laki dan riwayat cedera sebelum- nya menunjukkan hubungan dengan peningkatan risiko cedera, meskipun buktinya masih bervariasi. Di sisi	Faktor risiko cedera muskulo- skeletal pada cross-fit bersifat kompleks dan terhadap volume latihan yang terus meningkat. Oleh karena itu, dalam konteks hyrox yang memiliki intensitas dan pola latihan serupa, faktor- faktor seperti lamanya berlatih, manajemen progresi beban, dan riwayat kesehatan muskuloskeletal partisipan perlu dipertimbangkan sebagai variabel penting dalam menganalisis titik rawan cedera.
---	--	--	--	--	--	--	--	---

			kehilangan waktu berlatih. Studi kohort prospektif dan <i>case-control</i> (≥ 20 partisipan) diprioritaskan untuk sintesis bukti. Studi <i>cross-sectional</i> juga disertakan untuk mengidentifikasi faktor risiko potensial baru.	3. Terdapat 15 studi yang memenuhi	kehilangan waktu berlatih. Studi kohort prospektif dan <i>case-control</i> (≥ 20 partisipan) diprioritaskan untuk sintesis bukti. Studi <i>cross-sectional</i> juga disertakan untuk mengidentifikasi faktor risiko potensial baru.	3. Terdapat 15 studi yang memenuhi	variasi pelatih, demonstrasi bentuk gerakan dan tingkat keterlibatan pelatih. Ketiga yaitu karakteristik program latihan yaitu durasi partisipasi, jumlah latihan per minggu, hari istirahat, partisipasi olahraga lain, tingkat latihan, dan bentuk latihan).	2. variabel dependen yaitu cedera.		1. Indeks massa tubuh (BMI) tidak ada hubungan antara BMI dengan risiko cedera. 2. Gaya hidup. Aktivitas fisik harian dan konsumsi alkohol mingguan tidak berpengaruh signifikan terhadap cedera. 3. Kekuatan dan kompetensi gerak. menggunakan skor FMS menunjukkan hubungan yang lemah terhadap risiko cedera. Karakteristik pembinaan dan pelatihan 1. Kelas pengenalan dan kehadiran pelatih. Tidak terbukti berpengaruh terhadap risiko	lain, faktor pelatihan yang dapat dimodifikasi khususnya durasi partisipasi yang lebih lama dan potensi pergantian beban latihan ternyata juga berperan penting. Temuan ini mengindikasikan bahwa risiko cedera tidak hanya bergantung pada karakteristik individu, tetapi juga pada pengelolaan beban latihan dan adaptasi tubuh	
--	--	--	---	------------------------------------	---	------------------------------------	--	------------------------------------	--	--	---	--

kriteria
terdiri dari
3 studi
kohort
prospektif
dan 12
studi *cross-
sectional*.

- cedera.
2. Durasi partisipasi.
peningkatan lama
waktu berlatih dapat
meningkatkan risiko
cedera.
 3. Partisipasi dalam
olahraga lain. Tidak
memiliki hubungan
yang signifikan
terhadap risiko
cedera.
 4. Tingkat dan pola
Pelatihan
Pergantian beban
latihan berpotensi
mempengaruhi
risiko cedera.
 5. Bentuk dan
modalitas latihan.
Belum ada bukti kuat
bahwa latihan
peregangan, latihan
pencegahan, atau
penggunaan alat
pelindung dapat
menurunkan risiko
cedera.

4	Cross-fit: prevalensi cedera dan faktor risiko utama (da Costa dkk., 2019)	Literatur yang ada masih menunjukkan hasil yang tidak konsisten terutama terkait angka insidensi dan prevalensi cedera. Selain itu belum banyak penelitian yang secara khusus menilai profil atlet serta karakteristik cedera yang muncul selama pelatihan cross-fit.	Sampel berusia ≥ 16 tahun yang telah berlatih minimal 6 bulan dengan 414 sampel. Pengalaman latihan cross-fit (median) 12 bulan dan volume latihan per minggu (median) sebanyak 5 jam.	Variabel dependen 1. Kejadian cedera setiap sensasi, nyeri, atau cedera yang dialami selama latihan yang mengakibatkan diantaranya penghentian total latihan atau aktivitas rutin lainnya selama lebih dari satu minggu modifikasi aktivitas latihan normal (durasi, intensitas, atau moda)	Kuesioner (18 item pertanyaan). Analisis statistika (SPSS untuk <i>regresi logistik</i> dan <i>regresi linier</i> dan pengukuran hubungan dengan <i>odds ratio</i> (OR) dan <i>Confidence</i> .	Dari 414 sampel sebanyak 157 sampel mengalami cedera selama latihan, sebanyak 79,2% peserta melakukan olahraga lain tidak meningkatkan maupun menurunkan risiko cedera cross-fit. Bagian tubuh paling sering cedera bahu (30,8%), tulang belakang lumbal (30,1%), tungkai (19,2%), pergelangan tangan (14,7%), lutut (13,5%), tangan (10,9%) dan pergelangan kaki (6,4%). Faktor-faktor yang tidak berhubungan dengan cedera yaitu usia, jenis kelamin, olahraga lain, berat badan, tinggi badan dan BMI semua nilai $p > 0,05$. Faktor risiko yang berhubungan dengan cedera:	Cedera pada cross-fit memiliki prevalensi yang cukup tinggi yaitu 37,9% dengan tingkat cedera 3,24 per 1.000 jam latihan. Bagian tubuh paling sering terdampak bahu dan tulang belakang lumbal. Faktor internal dan keterlibatan dalam olahraga lain tidak terbukti berhubungan dengan risiko cedera. Sebaliknya lama latihan, dan tingkat kemahiran memiliki hubungan signifikan dengan kejadian cedera. Atlet yang telah berlatih cross-fit lebih dari 12 bulan memiliki risiko cedera 82,2% lebih tinggi dibandingkan mereka yang berlatih	Cedera pada cross-fit memiliki prevalensi yang cukup tinggi, dengan bahu dan tulang belakang lumbal sebagai lokasi paling rentan. Meskipun faktor internal (seperti usia dan jenis kelamin) serta partisipasi dalam olahraga lain tidak terbukti meningkatkan risiko, durasi latihan yang lebih lama (>12 bulan) dan tingkat kemahiran yang lebih tinggi (terutama pada atlet kompetitif) merupakan faktor risiko signifikan yang meningkatkan peluang cedera. Temuan ini menunjukkan bahwa risiko cedera cenderung
---	--	---	---	--	---	---	---	--

				selama lebih dari 2 minggu, kelihan fisik yang cukup parah hingga mencari bantuan medis. 2. Tingkat keparahan cedera (ringan, sedang, berat, dan sangat berat). 3. Lokasi cedera (area tubuh) 4. Tipe cedera misalnya ketegangan otot, cedera berlebihan, memar,		1. Lama latihan perbulan OR + 1,032 (p = 0,001). 2. Lama latihan (kategori) $\leq$ 12 bulan OR = 1,000 dan > 12 bulan OR = 1,822 (P= 0,004). Tingkat kemahiran atlet 1. Atlet kompetitif OR = 5,262 (p <0,001). 2. Atlet rekreasi OR = 2,275 (p = 0,002). Jenis Cedera paling umum 1. <i>Strain</i> otot (41%), 2. Cedera akibat <i>overuse</i> (26,2%),	kurang dari 12 bulan, dan risiko meningkat seiring dengan level kemahiran. Atlet tingkat rekreasi memiliki risiko cedera sekitar dua kali lipat lebih tinggi, sedangkan atlet kompetitif memiliki risiko hingga lima kali lipat lebih tinggi dibanding pemula. Jenis cedera yang paling umum meliputi <i>strain</i> otot, cedera akibat beban berlebih, dan memar.	meningkat seiring dengan pengalaman dan intensitas latihan, mungkin akibat akumulasi beban, peningkatan kompleksitas gerakan, atau tuntutan performa yang lebih tinggi. Oleh karena itu, dalam menganalisis titik rawan cedera pada pegiat hyrox yang memiliki karakteristik intensitas dan kompleksitas gerakan serupa, faktor lama berlatih dan level partisipasi (pemula vs. kompetitif) perlu menjadi pertimbangan utama, karena keduanya dapat mempengaruhi pola dan lokasi cedera yang muncul
--	--	--	--	--	--	---	---	--

				fraktur, dislokasi. Variabel independen 1. Karakteristik demografi (usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, dan IMT). 2. Karakteristik latihan dan pengalaman 3. Faktor lain seperti olahraga lainnya dan riwayat cedera Sebelumnya/				
5	Insiden dan pola cedera di kalangan atlet cross-fit belanda	Penelitian terkait insiden, pola, mekanisme dan faktor risiko cedera pada	Terdapat 449 atlet yang berlatih di sasana cross-fit Belanda	Insiden cedera, pola cedera (lokasi, mekanisme dan jenis	<i>Survey, regresi logistik multivariat, analisis univariabel</i>	252 atlet (56,1%) mengalami cedera dalam 12 bulan sebelumnya. Sebanyak 68 atlet (15,2%)	Tingkat insiden cedera pada atlet yang berpartisipasi dalam cross-fit dalam kelompok	Mengenai insiden cedera pada atlet cross-fit di Belanda, ditemukan bahwa lebih dari separuh

(Mehrab dkk., 2017).	cross-fit masih sangat terbatas. Sehingga diperlukan penelitian yang memberikan gambaran yang menyeluruh tentang tingkat cedera cross-fit.	yang berusia ≥ 18 tahun.	cedera), dan faktor risiko cedera.	dan SPSS versi 25.	mengalami ≥ 2 cedera bagian tubuh yang paling banyak cedera adalah bahu ($n = 87$, 28,7%), punggung bawah ($n = 48$, 15,8%), dan lutut ($n = 25$, 8,3%). Cedera paling sering terjadi selama WOD ($n = 100$, 39,7%); waktu cedera lainnya termasuk selama latihan kekuatan ($n = 54$, 21,4%), latihan keterampilan ($n = 23$, 9,1%), latihan kondisi ($n = 10$, 4,0%), atau tidak diketahui ($n = 42$, 16,7%). Tenaga medis mendiagnosis 77,4% ($n = 195$) dari semua cedera, yang sebagian besar dilaporkan bersifat kronis/berlebihan ($n = 148$, 58,7%). kemungkinan penyebabnya menurut para atlet: termasuk	yang diteliti adalah 56,1%. Bagian tubuh yang paling sering cedera adalah bahu, punggung bawah, dan lutut. Durasi singkat partisipasi cross-fit secara signifikan berkaitan dengan peningkatan risiko cedera. Hasil ini memberikan informasi yang bermanfaat sebagai dasar untuk penelitian pencegahan cedera di masa mendatang pada atlet cross-fit.	partisipan (56,1%) mengalami cedera dalam 12 bulan terakhir, dengan bahu, punggung bawah, dan lutut sebagai lokasi cedera paling umum. Pola cedera didominasi oleh jenis cedera kronis/akibat beban berlebihan (58,7%), yang sering kali terjadi selama sesi WOD (<i>Workout of the day</i>). Faktor-faktor seperti teknik yang buruk, kelelahan, dan beban berlebihan dilaporkan sebagai penyebab subjektif utama. Secara statistik, durasi partisipasi yang singkat (0 – 6 bulan) merupakan satu-satunya faktor risiko independen yang
----------------------	--	-------------------------------	------------------------------------	--------------------	---	---	--

						bentuk yang buruk/salah (n = 75, 20,5%), kelelahan (n = 74, 20,2%), beban yang terlalu berat (n = 59, 16,1%), tidak diketahui (n = 37, 10,1%), kambuhnya cedera lama (n = 34, 9,3%), dan pelatihan yang terlalu sedikit atau buruk (n = 6, 1,6%). Mayoritas atlet melaporkan bahwa mereka tidak merasakan ketidaknyamanan, nyeri, atau kekakuan apa pun dalam seminggu sebelum cedera (n = 149, 59,1%). Analisis <i>univariabel</i> menunjukkan bahwa variabel dengan $p < 10$ (usia, durasi partisipasi 0–6 bulan, dan aktivitas olahraga lain) dimasukkan ke dalam analisis <i>multivariabel</i>,		signifikan terhadap kejadian cedera. Temuan ini mengindikasikan bahwa atlet baru atau pemula mungkin lebih rentan akibat faktor adaptasi, penguasaan teknik yang belum optimal, atau ketidakmampuan mengenali tanda-tanda kelelahan. Oleh karena itu, dalam konteks hyrox yang memiliki karakteristik latihan serupa, tingkat pengalaman atau durasi berlatih yang masih singkat dapat menjadi variabel penting yang perlu dipertimbangkan untuk melihat kerentanan cedera pada titik-
--	--	--	--	--	--	--	--	---

						serta variabel jenis kelamin karena relevansi dari penelitian sebelumnya. Pada analisis <i>multivariabel</i> dengan metode <i>backward</i> , hanya durasi partisipasi dalam cross-fit selama 0 – 6 bulan yang tetap menjadi faktor risiko independen terhadap cedera (OR 3,687; 95% CI 2,091 – 6,502; $P < .001$).		titik tubuh yang spesifik.
6	Faktor Risiko Cedera di Cross-fit Analisis Retrospektif (Montalvo dkk., 2017).	Banyak penelitian sebelumnya hanya melaporkan prevalensi dan area cedera, namun belum memberikan pemahaman yang cukup tentang faktor-faktor spesifik yang meningkatkan risiko cedera	Sampel penelitian ini Sebanyak 424 atlet terdiri dari 266 pria dan 158 wanita dengan rentang usia 18 – 60 tahun dan telah berlatih selama minimal 6 bulan yang tidak memiliki	Variabel demografi (usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan dan BMI) Variabel pelatihan (durasi latihan, frekuensi latihan selama seminggu, tingkat kemahiran,	Kuesioner penelitian yang terdiri 25 pertanyaan. VAS, <i>chambers</i> RB untuk <i>injury incidence rate</i> /1000 jam latihan. Analisis statistik (<i>Shapiro-wilk</i> , <i>mann-whitney</i> , <i>chi-</i>	Sebanyak 424 atlet cross-fit berpartisipasi dalam penelitian ini, terdiri atas 204 atlet yang mengalami cedera dan 220 atlet yang tidak mengalami cedera. Atlet yang pernah mengalami cedera memiliki pengalaman latihan lebih lama (median 3 tahun; IQR 2 – 4) dibandingkan atlet yang tidak cedera (median 2,5 tahun; IQR 1 – 4), dan perbedaan ini	Penelitian ini menunjukkan bahwa hampir setengah atlet cross-fit mengalami cedera selama masa latihan mereka. Faktor yang meningkatkan risiko cedera adalah pengalaman latihan yang lebih lama dan berlatih meskipun mengalami nyeri akut, sedangkan latihan isometrik	Bahwa hampir setengah (48,11%) atlet cross-fit mengalami cedera, dengan bahu dan tulang belakang lumbal sebagai lokasi cedera paling umum. Studi ini mengidentifikasi bahwa pengalaman latihan yang lebih lama merupakan faktor yang meningkatkan risiko

		terutama dalam konteks variasi gerakan, intensitas tinggi, tingkat kelelahan, serta perbedaan keterampilan dan pengalaman atlet.	penyakit kronis	rutinitas latihan lainnya. Variabel utama insiden cedera, tingkat keparahan, lokasi cedera, jenis cedera, jumlah cedera yang dialami, <i>incidence rate</i> /1000 jam latihan dan tingkat keparahan	<i>square, regresi logistik</i>).	signifikan secara statistik ($p = 0,002$). Tingkat keparahan nyeri selama latihan, berdasarkan skala VAS, juga lebih tinggi pada kelompok cedera (4 poin) dibandingkan pada kelompok tidak cedera (3 poin) dengan signifikansi yang tinggi ($p = 0,000001$). Parameter lain seperti durasi sesi latihan dan frekuensi latihan mingguan tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Tingkat insidensi cedera cukup tinggi, yaitu 48,11% (204 dari 424 peserta). Analisis chi-kuadrat mengidentifikasi beberapa faktor yang berhubungan secara signifikan dengan cedera, yaitu jenis kelamin, pengalaman latihan, sejarah berolahraga sebelum	saat pemanasan serta menghentikan latihan ketika muncul nyeri terbukti melindungi dari risiko cedera. Cedera paling sering terjadi pada bahu dan tulang belakang lumbal, dengan sebagian kecil kasus memerlukan tindakan pembedahan. Secara keseluruhan, karakteristik latihan dan kebiasaan saat berlatih berperan penting dalam menentukan risiko cedera pada atlet cross-fit.	cedera, sementara melakukan latihan isometrik saat pemanasan dan menghentikan latihan saat muncul nyeri akut (non-DOMS) bersifat protektif. Temuan ini menunjukkan bahwa risiko cedera tidak hanya terkait dengan faktor intrinsik (seperti jenis kelamin pria yang juga berisiko lebih tinggi), tetap juga sangat dipengaruhi oleh kebiasaan dan disiplin latihan. Dalam konteks hyrox yang memiliki intensitas dan kompleksitas gerakan serupa, faktor-faktor seperti durasi pengalaman, protokol pemanasan yang memadai (termasuk latihan
--	--	--	-----------------	---	------------------------------------	---	--	--

					cross-fit, praktik latihan isometrik saat pemanasan, serta kebiasaan berlatih meskipun mengalami nyeri akut (non- DOMS). Pria lebih sering mengalami cedera dibandingkan perempuan, dan atlet dengan pengalaman latihan lebih panjang lebih berisiko cedera. Analisis regresi logistik menunjukkan bahwa tiga faktor utama mempengaruhi risiko cedera: pengalaman latihan lebih lama meningkatkan risiko cedera (OR = 1,139; p = 0,046), sedangkan menghentikan latihan saat muncul nyeri akut selain DOMS menurunkan risiko cedera (OR = 0,54; p = 0,004). Melakukan latihan isometrik saat		isometrik), dan kesadaran untuk beristirahat saat nyeri muncul menjadi variabel kritis yang perlu diperhatikan. Hal ini mengisyaratkan bahwa pencegahan cedera pada pegiat Hyrox tidak hanya bergantung pada penguasaan teknik, tetapi juga pada manajemen beban latihan dan kesadaran tubuh dalam merespons sinyal nyeri.
--	--	--	--	--	---	--	---

					pemanasan juga terbukti protektif dengan mengurangi risiko cedera (OR = 0,563; p = 0,008). Selain itu, pria ditemukan memiliki kemungkinan cedera yang lebih tinggi dibandingkan perempuan (OR = 0,515; p = 0,011). Variabel lain tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Total 392 cedera dilaporkan sepanjang seluruh periode latihan, dengan rata-rata 1,92 cedera per atlet cedera, sedangkan dalam 12 bulan terakhir tercatat 117 cedera (rata-rata 1,44 cedera per orang yang cedera dalam setahun). Bagian tubuh yang paling sering cedera adalah bahu (20,51%; insidensi 0,73/1000 jam latihan) dan tulang belakang lumbal (19,65%; 0,7/1000 jam). Cedera		
--	--	--	--	--	--	--	--

						pada pinggul paling jarang terjadi. Sebanyak 7,35% dari atlet cedera menjalani prosedur pembedahan, paling banyak pada lutut. Rata-rata masa penghentian latihan akibat cedera adalah 2,59 bulan.		
7	Epidemiologi cedera latihan fungsional intensitas tinggi (HIFT) di Brazil (Serafim dkk., 2022).	Risiko cedera akut dan cedera akibat penggunaan berlebihan pada HIFT masih belum jelas. Studi ini mengevaluasi insidensi cedera pada HIFT, mengkarakterisasi tingkat keparahan, lokasi, dan faktor risiko terkait.	Praktisi berusia ≥ 18 tahun sebanyak 606 sampel dengan 264 laki-laki dan 342 perempuan.	Lokasi cedera dan analisis faktor-faktor yang berhubungan dengan cedera,	Studi <i>cross-sectional</i> dengan pengumpulan data kuesioner secara daring oleh praktisi HIFT dan pengolahan SPSS.	Sebanyak 606 subjek (264 pria dan 342 wanita) diikutsertakan. Usia rata-rata partisipan adalah $29,78 \pm 7,14$ tahun. Tinggi rata-rata adalah $169,60 \pm 8,96$ cm, dan massa tubuh rata-rata adalah $73,69 \pm 13,11$ kg. Secara keseluruhan, partisipan terlibat dalam HIFT selama rata-rata $25,36 \pm 20,29$ bulan. Sebanyak 58,6% partisipan mengikuti 5 hingga 6 sesi latihan per minggu, 31,7% berlatih 5 hingga 6 jam per minggu. Sebanyak 62,7% responden melakukan aktivitas fisik lain secara paralel, 98,2%	Tingkat cedera secara keseluruhan adalah 3,51/1000 jam. 59,2% subjek mengalami dua atau lebih cedera. Bahu terlibat dalam 21,3% kasus, punggung bawah pada 18,3%, dan lutut pada 13,4%. Tidak ditemukan perbedaan dalam tingkat cedera antara pria dan wanita. Atlet berpengalaman lebih rentan terhadap cedera dibandingkan dengan mereka	<i>High-intensity functional training</i> (HIFT) di Brazil, tingkat cedera keseluruhan tercatat sebesar 3,51 per 1000 jam latihan. Lokasi cedera paling umum adalah bahu (21,3%), punggung bawah (18,3%), dan lutut (13,4%). Tidak ditemukan perbedaan signifikan dalam tingkat cedera berdasarkan jenis kelamin atau praktik pemanasan dan pendinginan. Namun, faktor yang

						melakukan pemanasan sebelum latihan, dan 29,4 partisipan melakukan pendinginan formal. Sebanyak 6,8% atlet mengikuti lembar kerja individu. Sebanyak 45,9% partisipan berpartisipasi dalam kompetisi	yang berlatih di bawah 12 bulan. Sekitar setengah dari cedera tidak menyebabkan gangguan pelatihan. Tidak ditemukan perbedaan dalam tingkat cedera antara pria dan wanita. Tujuan peserta tidak mempengaruhi tingkat cedera, begitu pula praktik pemanasan dan pendinginan, waktu latihan mingguan, liga, dan tingkat kompetisi. Akhirnya, partisipasi dalam olahraga lain secara paralel tidak menunjukkan hubungan dengan terjadinya cedera	signifikan adalah pengalaman latihan, di mana atlet yang telah berlatih lebih lama (lebih dari 12 bulan) lebih rentan mengalami cedera dibandingkan pemula. Temuan ini menguatkan pola dari penelitian cross-fit sebelumnya, yang menunjukkan bahwa akumulasi beban latihan dari durasi partisipasi yang panjang merupakan faktor risiko utama, bukan factor demografis atau rutinitas latihan dasar. Dalam konteks Hyrox, hasil ini mengisyaratkan bahwa titik rawan cedera (seperti bahu, punggung, dan lutut) kemungkinan juga
--	--	--	--	--	--	---	--	--

								akan sangat terpengaruh oleh lamanya seseorang terlibat dalam olahraga ini, di mana adaptasi tubuh yang tidak memadai terhadap stres repetitif dari gerakan fungsional intensitas tinggi dapat meningkatkan kerentanan seiring waktu
8	Pelatihan Fungsional Intensitas Tinggi dalam Kompetisi Hibrida: Tinjauan Komprehensif tentang Model Kinerja dan Adaptasi Fisiologis (Lopez & Garcia 2025).	Latihan Fungsional Intensitas Tinggi (HIFT) adalah metode pelatihan yang semakin mendapat perhatian karena meningkatnya kompetisi hibrida seperti CrossFit atau Hyrox, format perlombaan yang menggabungkan	Tinjauan literatur ilmiah terkait HIFT	Fisiologis dan spikobiologis kinerja dalam konteks kompetisi hibrida.	<i>Metodologis Arksey dan O'Malley dan pedoman PRISMA- ScR</i> , pencarian sistematis dilakukan di Web of Science, Scopus, dan PubMed. Tiga puluh sembilan studi yang	HIFT ditemukan dapat meningkatkan atribut fisik utama seperti kapasitas aerobik, kekuatan otot, daya anaerobik, dan toleransi kelelahan. Peningkatan VO_2 maks berkisar antara 8% hingga 15% dan peningkatan kekuatan 10% hingga 20% pada angkat beban utama umumnya dilaporkan. Peningkatan daya tahan otot lokal,	HIFT meningkatkan atribut fisik penting yang dapat diterapkan pada acara hibrida. Temuan ini mendukung penggunaan HIFT sebagai metode dasar untuk melatih atlet yang terlibat dalam pengaturan kebugaran menyeluruh yang menuntut, tanpa mengaitkan manfaat ini secara khusus	HIFT secara konsisten meningkatkan atribut kunci performa: kapasitas aerobik (VO_2 maks naik 8 – 15%), kekuatan (naik 10-20%), daya tahan otot, dan toleransi kelelahan. Selain adaptasi fisiologis, HIFT juga mendorong ketahanan

		tugas kekuatan dan daya tahan dalam struktur tetap			diterbitkan antara tahun 2015 dan 2025 disertakan.	dan pemulihan juga diamati. Manfaat fisiologis tampak lebih jelas pada individu yang terlatih, terutama mereka yang memiliki volume latihan beban yang lebih besar. Selain itu, respons psikobiologis, termasuk persepsi kelelahan, kontrol kognitif, dan motivasi, dieksplorasi dalam beberapa penelitian, dengan atlet yang lebih berpengalaman menunjukkan toleransi kelelahan yang lebih tinggi dan konsistensi kinerja yang lebih baik di bawah tekanan.	dengan satu acara kompetitif tertentu.	psikologis, seperti kontrol kognitif dan konsistensi di bawah tekanan, terutama pada atlet berpengalaman. Temuan ini menegaskan bahwa kesuksesan dalam lomba hibrida bergantung pada pengembangan kapasitas fisik menyeluruh dan ketangguhan mental, yang dapat dibangun melalui metodologi HIFT.
9	Latihan interval intensitas tinggi volume rendah fungsional vs Lari: efek pada VO_2 maks dan daya tahan otot	HIFT sangat populer tapi efek terhadap VO_2 maks dan daya tahan otot belum banyak diteliti, serta sedikitnya	Sampel sebanyak 18 orang dengan 6 pria dan 12 wanita.	1. Jenis HIIT (HIIT-R vs HIIT-F). 2. VO_2 maks dan respon kardiovaskular selama	Penyerapan oksigen maksimum: tes treadmill dengan parameter ventilasi VE,	Lima belas peserta wanita ($n = 11$) dan pria ($n = 4$) yang sehat dan cukup terlatih (usia $25,6 \pm 2,6$ tahun) ditugaskan untuk menjalankan HIIT (HIIT-R; $n = 8$, 6 wanita,	HIIT fungsional volume rendah menghasilkan peningkatan serupa pada VO_2 maks dan aspek- aspek tertentu dari daya	Meskipun HIIT fungsional menghasilkan respons denyut jantung yang lebih rendah selama sesi latihan, kedua

(Meier dkk., 2023).	yang membandingkan antara HIIT tradisional dan HIFT.		latihan. 3. Konsentrasi laktat darah maksimal. 4. Daya tahan otot (<i>push-up, toes to bar dan burpee</i>). Komposisi tubuh (BIA).	VO ₂ dan VCO ₂ . HR denyut jantung. Tes konsentrasi laktat darah maksimal (BLAmax; lini biosen C) dan <i>system spirometry (Oxycon pro)</i> Tes daya tahan otot: <i>push-up, toe to bar dan burpee</i> . Komposisi tubuh: analisis impedansi bioelektrik smirnov dengan desain pengukuran analisis varians (ANOVA Uji Kolmogorov)	2 pria) atau HIIT fungsional (HIIT- F; n = 7, 5 wanita, 2 pria). Selama periode empat minggu, kedua kelompok melakukan 14 sesi latihan HIIT-R atau HIIT-F yang terdiri dari 3 – 4 set HIIT volume rendah (8x 20 detik, istirahat 10 detik; set istirahat: 5 menit). Data denyut jantung (HR) latihan dikumpulkan di seluruh sesi pelatihan. Rata- rata dan puncak denyut jantung (HR) selama sesi latihan berbeda secara signifikan (p = 0,018 dan p = 0,022, berturut-turut) antar kelompok latihan, dengan HIIT-F menghasilkan respons HR yang lebih rendah dibandingkan HIIT-	tahan otot. Oleh karena itu, modalitas latihan tampaknya tidak memengaruhi respons latihan terkait CRF dan daya tahan otot. Meskipun memiliki beban kardiovaskular yang lebih rendah, HIIT fungsional menghasilkan peningkatan serupa dengan HIIT lari. Kedua modalitas ini dapat digunakan untuk meningkatkan VO ₂ maks dan aspek-aspek tertentu dari daya tahan otot.	modalitas tersebut menghasilkan peningkatan VO ₂ maks (~11 – 13%) dan daya tahan otot (seperti pada <i>burpees</i> dan <i>toes-to-bar</i>) yang setara setelah program empat minggu. Temuan ini menunjukkan bahwa latihan fungsional berintensitas tinggi mampu memberikan stimulus yang cukup untuk meningkatkan kebugaran kardiovaskular dan ketahanan muskuloskeletal secara efektif, sekalipun dengan beban jantung yang lebih ringan. Implikasinya bagi hyrox adalah bahwa format latihan fungsional intensitas
---------------------	--	--	---	--	--	--	--

					R. Namun, terlepas dari perbedaan HR latihan ini, VO_2 maks meningkat secara serupa (~13% untuk HIIT-R versus ~11% untuk HIIT-F, $p=0,300$). Daya tahan otot (<i>burpees</i> dan <i>toes to bar</i>) meningkat secara signifikan ($p = 0,004$ dan $p = 0,001$, berturut-turut) terlepas dari modalitas latihan. Temuan ini menunjukkan bahwa HIIT lari klasik dan HIIT fungsional keduanya meningkatkan VO_2 maks dan mempengaruhi daya tahan otot pada tingkat yang sama meskipun terdapat		tinggi yang menjadi dasarnya tidak hanya menantang dari aspek kekuatan, tetapi juga merupakan stimulus yang valid untuk meningkatkan kapasitas daya tahan kardiorespirasi (VO_2 maks) para atletnya. Oleh karena itu, dalam menganalisis titik rawan cedera, penting untuk mempertimbangkan bahwa atlet hyrox terpapar pada stres ganda: beban biomekanik tinggi dari gerakan fungsional dan tuntutan daya tahan kardiovaskular yang signifikan, yang bersama-sama dapat berkontribusi pada kelelahan
--	--	--	--	--	---	--	---

						tekanan kardiovaskular yang lebih rendah dalam protokol fungsional		kumulatif dan peningkatan risiko cedera.
10	Epidemiologi dan faktor risiko cedera terkait cross-fit: studi lintas seksi di kalangan atlet di Republik Ceko (Schlegel dkk., 2025).	Terdapat kesenjangan pengetahuan mengenai: 1. Prevalensi dan jenis cedera pada atlet cross-fit di republik ceko. 2. Faktor risiko spesifik. Dampak cedera terhadap rutinitas latihan atlet cross-fit di konteks lokal ceko.	456 sampel yang terdiri dari 214 pria dan 242 wanita	1. Karakteristik dan cedera peserta. 2. Membandingkan kelompok, dan regresi logistik memperkirakan rasio peluang (OR) untuk faktor risiko termasuk usia, jenis kelamin, pengalaman Cross-fit, dan volume latihan mingguan.	Survei <i>online crosssectional</i> . Statistik deskriptif merangkum karakteristik dan cedera peserta. <i>Chi-square</i> dan uji-t membandingkan kelompok, dan regresi logistik memperkirakan rasio peluang (OR) untuk faktor risiko termasuk usia, jenis kelamin, pengalaman cross-fit, dan volume	Dari 456 atlet (214 pria dan 242 wanita), 36,4% melaporkan setidaknya satu cedera dalam enam bulan terakhir. Area yang paling banyak cedera adalah tulang belakang (30,7%), bahu (28,3%), dan telapak tangan (14,5%). Variasi <i>snatch</i> , <i>box jump</i> , <i>deadlift</i> , <i>clean</i> , dan <i>pull-up</i> merupakan penyebab cedera terbanyak. Cedera akibat penggunaan berlebihan (<i>overuse</i>) merupakan yang paling umum (49,2%). Atlet yang cedera berusia lebih muda ($p = 0,008$) dan berlatih lebih banyak jam per minggu ($p = 0,046$). Regresi logistik menunjukkan bahwa peningkatan usia ($OR = 0,97$; 95% CI: $0,94 - 0,99$; $p = 0,032$) dan	Cedera pada atlet terutama dipengaruhi oleh usia yang lebih muda dan volume latihan mingguan yang lebih tinggi. Sebanyak sepertiga atlet mengalami cedera dalam enam bulan terakhir, dengan tulang belakang, bahu, dan telapak tangan menjadi area yang paling sering terdampak. gerakan berintensitas tinggi seperti <i>snatch</i> , <i>box jump</i> , <i>deadlift</i> , <i>clean</i> , dan <i>pull-up</i> menjadi pemicu cedera utama, terutama yang bersifat <i>overuse</i> . Analisis lebih lanjut	Ditemukan bahwa 36,4% atlet cross-fit mengalami cedera dalam enam bulan terakhir, dengan lokasi cedera paling umum pada tulang belakang (30,7%), bahu (28,3%), dan telapak tangan (14,5%). Cedera banyak disebabkan oleh gerakan intensitas tinggi seperti <i>snatch</i> dan <i>deadlift</i> , serta didominasi oleh jenis cedera akibat penggunaan berlebihan (<i>overuse</i>). Faktor risiko yang signifikan adalah usia yang lebih muda dan volume latihan mingguan yang lebih

					latihan mingguan	tidak adanya partisipasi kompetitif (OR = 0,61; 95% CI: 0,39 – 0,96; p = 0,039) mengurangi risiko cedera.	menunjukkan bahwa bertambahnya usia serta tidak ikut kompetisi justru menurunkan risiko cedera, sehingga pengalaman dan pendekatan latihan yang lebih hati-hati tampaknya berperan sebagai faktor protektif	tinggi. Sementara itu, usia yang lebih tua dan tidak berpartisipasi dalam kompetisi justru terbukti sebagai faktor protektif yang menurunkan risiko cedera. Temuan ini mengindikasikan bahwa atlet yang lebih muda dan lebih ambisius dalam volume latihan mungkin lebih rentan cedera, kemungkinan karena kombinasi intensitas tinggi, teknik yang belum matang, dan Kapasitas pemulihan yang belum optimal. Dalam konteks hyrox, hasil ini mengisyaratkan bahwa pegiat dengan usia muda dan pola latihan
--	--	--	--	--	------------------	---	---	--

								bervolume tinggi perlu menjadi fokus perhatian, karena mereka berpotensi lebih besar mengalami cedera <i>overuse</i> pada titik rawan seperti tulang belakang dan bahu akibat akumulasi beban dan kurangnya pengalaman dalam mengatur intensitas
11	Pengurangan Kelelahan dan Keluhan Muskuloskeletal pada Operator Jahit Pakaian melalui Kombinasi Peregangan <i>Brain Gym</i> dan Sentuhan untuk Kesehatan.	Belum adanya penelitian yang mengevaluasi efek intervensi kombinasi peregangan dengan <i>brain gym</i> dan <i>touch for health</i> terhadap kelelahan dan keluhan muskuloskeletal pada operator jahit garmen,	Terdapat 53 sampel dengan kelompok intervensi 27 dan kelompok kontrol 26	1. <i>Variable independent</i> yaitu kelompok intervensi yang menerima peregangan, <i>brain gym</i> , dan <i>touch for health</i> dan kelompok kontrol yang tidak	Pengukuran kelelahan menggunakan <i>reaction timer machine</i> , pengukuran keluhan <i>musculoskeletal</i> menggunakan <i>nordic body map</i> .	Keluhan muskuloskeletal per bagian tubuh pada grup IG terdapat penurunan keluhan yang signifikan pada pergelangan tangan kiri ($p=0,008$), tangan kiri ($p=0,046$), lutut kiri ($p=0,035$) dan yang tidak mengalami perubahan yaitu pada bahu kanan ($p=1,000$), lengan bawah kanan ($p=1,000$) dan siku kiri ($p=1,000$) dan	Dapat disimpulkan bahwa intervensi peregangan dan latihan ringa (BG dan TfH) yang dilakukan dua kali sehari selama 5 menit efektif mengurangi intensitas dan keparahan keluhan muskuloskeletal pada ekstremitas atas, truncus dan ekstremitas bawah.	Berdasarkan penelitian tersebut, <i>nordic body map</i> (NBM) diaplikasikan sebagai instrumen kunci untuk mengukur efek intervensi terhadap keluhan muskuloskeletal. Alat ini digunakan dalam format <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> , di mana responden dari kelompok intervensi

		meskipun kelompok pekerja ini memiliki risiko MSDs yang tinggi dan karakteristik kerja yang berada dari populasinya yang telah diteliti sebelumnya.		menerima intervensi. 2. Variable dependen yaitu tingkat kelelahan, keluhan muskuloskeletal. 3. variable kontrol yaitu usia, lama kerja, jenis pekerjaan, status Kesehatan.		terdapatnya peningkatan keluhan muskuloskeletal yang signifikan pada grup tanpa intervensi yaitu bokong ($p=0,032$), siku kiri ($p=0,011$), siku kanan ($p = 0,021$), lengan atas kiri ($p = 0,032$), lengan atas kanan ($p = 0,005$) dan pergelangan kaki kiri ($p = 0,013$) dan pada GP area tetap sama tanpa perubahan yaitu bahu kiri ($p = 0,971$), bahu kanan ($p = 1,000$), pinggang ($p = 0,976$) dan pergelangan tangan kiri ($p = 0,184$). Perubahan keparahan keluhan muskuloskeletal pada ekstremitas atas yaitu pada pergelangan tangan bagian bawah (-12,4%), tangan kanan dan kiri (-9,9%), pergelangan tangan		dan kontrol diminta mengidentifikasi area tubuh yang mengalami nyeri atau ketidaknyamanan terkait pekerjaan pada diagram tubuh standar. NBM tidak hanya mencatat lokasi keluhan, tetapi juga mengukur tingkat keparahannya. Dari data yang terkumpul, peneliti dapat menganalisis perubahan prevalensi (persentase responden yang melaporkan keluhan di area tertentu) dan perubahan skor keparahan rata-rata untuk setiap area tubuh sebelum dan setelah periode intervensi. Hasil analisis NBM inilah
--	--	---	--	---	--	--	--	--

						kanan (-8,6%), leher bagian atas (-7,4%), lengan bawah kiri (-6,5%) dan pihak kontrol mengalami peningkatan keluhan dengan siku kanan (+11,5%), siku kiri (+10,3), lengan bawah kiri (+10,2), dan lengan atas kiri (+7,7%). Perubahan keparahan pada truncus pada bagian bawah (-7,5%), bokong (-7,4%), dan punggung (-6,1%) dan grup kontrol mengalami peningkatan pada bagian truncus tertentu (+12,9%) dan penurunan pada punggung (-2,5%) dan bokong (-2,5%). Pada ekstremitas bawah pada grup intervensi mengalami penurunan keluhan pada kaki kanan (-8,7%), lutut kiri (-8,6%), pergelangan kaki kanan (-7,5%),		yang memberikan bukti empiris spesifik; misalnya, dengan menunjukkan penurunan signifikan pada keluhan di pergelangan tangan dan lutut pada kelompok intervensi, sementara kelompok kontrol justru mengalami peningkatan keluhan di area seperti siku. Dengan demikian, NBM berfungsi sebagai alat pemetaan yang sensitif dan terukur, yang memungkinkan peneliti membuktikan efektivitas intervensi secara rinci berdasarkan lokasi anatomis, sekaligus mengidentifikasi bagian tubuh mana yang paling responsif
--	--	--	--	--	--	---	--	--

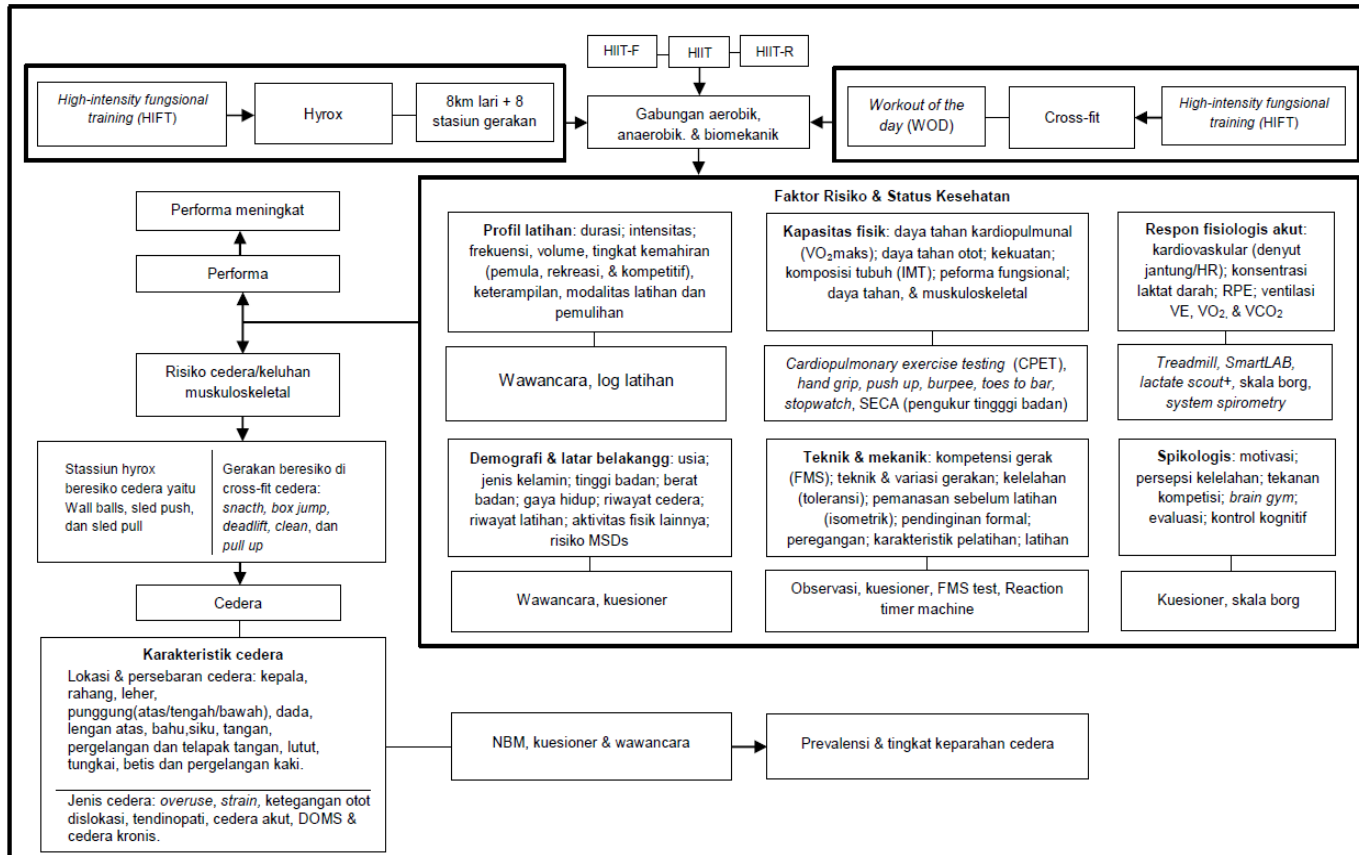
						utut kanan (-7,4%), betis kanan (-7,4%). Sedangkan pada grup kontrol mengalami peningkatan keparahan yaitu pergelangan kaki kiri (+12,9%), betis kiri (+9%), pergelangan kaki kanan (+8,9%) dan betis kanan (+6,4%) dan terdapat penurunan pada paha kanan (-1,3%).		terhadap program peregangan yang diberikan
12	Pain location and widespread pain in youth with orthopaedic conditions: Exploration of the reliability and validity of a body map (Foxen-craft dkk., 2019).	Alat <i>body map</i> (peta tubuh) telah digunakan selama beberapa dekade untuk menilai lokasi nyeri pada populasi muda, tetapi sangat sedikit studi yang telah menetapkan reliabilitas (keandalan) dan validitas alat ukur ini secara khusus. Pemahaman tentang	Jumlah sampel terdiri dari 130 peserta, dengan sub sampel untuk analisis reabilitas <i>test-retest</i> adalah 84 sampel yang menyelesaikan penilaian kedua. Dengan rentang usia	Variabel dependen <i>body map</i> yang terdiri dari dua sisi yaitu depan belakang dengan 23 area tubuh spesifik (kepala, rahang, bahu, lengan/kaki, lutut, dada, perut, leher, punggung	Analisis statistik untuk menguji psikometrik: 1. Reliabilitas (Konsistensi) Dianalisis dengan persentase kesepakatan (<i>percent agreement</i>) dan statistik antara laporan <i>bodymap</i> pada	Reliabilitas Konsistensi): a. Sebagian besar remaja (91.7%) menunjukkan perbedaan skor yang kecil (0 – 2 area) antara penilaian pertama dan kedua. b. Korelasi antara skor total pada kedua waktu signifikan ($r_s = 0.69, p < 0.001$). c. Persentase kesepakatan untuk setiap area tubuh berkisar antara 78%	<i>Body map</i> dua sisi (SUPER-KIDZ Body Map) menunjukkan reliabilitas (konsistensi) yang memadai dalam pelaporan lokasi nyeri oleh remaja usia 10 – 17 tahun dengan kondisi ortopedi dalam interval ~2 minggu. Alat ini juga	Studi ini memberikan kontribusi metodologis penting dengan menguji properti psikometrik <i>body map</i> SUPER- KIDZ pada remaja. Kekuatannya terletak pada desain prospektif dan pengukuran ulang, yang

		kemampuan remaja untuk melaporkan lokasi dan persebaran nyeri secara andal, terutama pada populasi yang berisiko mengalami nyeri kronis (seperti pasien ortopedi yang akan menjalani operasi), masih terbatas. Studi eksplorasi prospektif ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut dengan mengevaluasi konsistensi, validitas deskriptif, dan validitas asosiatif dari laporan <i>body map</i> pada sampel remaja dengan kondisi ortopedi.	10 – 17 tahun. 1. Kriteria Inklusi: Remaja yang dijadwalkan menjalani koreksi bedah elektif untuk kondisi ortopedi, berbahasa Inggris, dapat melaporkan nyeri sendiri. 2. Kriteria Eksklusi: Gangguan kognitif signifikan, prosedur ortopedi sekunder/berulang, komorbid-	atas/tengah/bawah).	kunjungan pra-operasi (<i>baseline</i>) dan hari operasi (<i>second assessmet</i>, ~2 minggu kemudian). Perbedaan skor total (<i>discrepancy</i>) juga dihitung. 2. Validitas Deskriptif: Dinilai dengan korelasi Spearman antara area yang ditandai di <i>bodma</i> dan lokasi diagnoss medis. Validitas	hingga 98%, dengan nilai Kappa yang umumnya baik (banyak yang signifikan). 2. Validitas Deskriptif: a. 85% pasien dengan diagnosis punggung menandai nyeri di area punggung pada <i>body map</i>. b. 76% pasien dengan diagnosis ekstremitas bawah menandai nyeri di area ekstremitas bawah. c. Namun, banyak juga yang melaporkan nyeri di area yang jauh dari diagnosis utama (misalnya, pasien dengan masalah kaki juga melaporkan nyeri punggung). 3. Validitas Asosiatif: a. Total Skor Body Map berkorelasi positif dan signifikan dengan	menunjukkan validitas deskriptif dan asosiatif yang baik, karena lokasi yang ditandai umumnya sesuai dengan diagnosis, dan skor yang dihasilkan berkorelasi dengan dimensi nyeri serta outcome klinis lainnya yang relevan. Temuan ini mendukung penggunaan alat <i>body map</i> dalam penelitian dan praktik klinis untuk mengidentifikasi lokalisasi dan persebaran nyeri pada populasi	menghasilkan bukti reliabilitas <i>test-retest</i> yang kuat (kesepakatan $n = 78 - 98\%$, korelasi $rs = 0.69$), sangat baik untuk alat pelaporan subjektif mengenai nyeri yang dinamis. Validitas deskriptif alat ini terbukti dengan kesesuaian tinggi antara lokasi nyeri yang dilaporkan dan diagnosis medis (85% untuk masalah punggung). Lebih dari itu, kemampuan <i>body map</i> mengungkap
--	--	--	--	----------------------------	---	--	--	---

			tas berat, status ASA>2.		Asosiatif: dinilai dengan korelasi Spearman antara total skor <i>bodymap</i> / skor <i>widespread pain</i> dengan alat ukur nyeri dan outcome lainnya (intensitas, gangguan, katastrofisasi, dll)	intensitas nyeri, durasi nyeri, kualitas nyeri neuropatik, katastrofisasi, kelelahan, gangguan fungsi, dan gejala depresi (korelasi rs antara 0.22 hingga 0.55). b. Skor <i>Wide-spread pain</i> juga berkorelasi positif dengan beberapa <i>outcome</i> tersebut, meski lebih lemah. 4. Faktor yang Mempengaruhi Ketidaksesuaian (<i>discrepancy</i>): Intensitas nyeri yang lebih tinggi dan nyeri yang lebih menyebar dikaitkan dengan perbedaan (<i>discrepancy</i>) yang lebih besar antara laporan <i>bodymap</i> pada dua waktu.	remaja, khususnya mereka yang berisiko mengalami nyeri kronis.	nyeri yang menyebar (<i>widespread pain</i>), seperti laporan nyeri punggung pada pasien dengan cedera kaki, justru menunjukkan keunggulannya dalam mendeteksi sensitisasi sentral, sebuah indikator risiko nyeri kronis. Validitas asosiatif diperkuat oleh korelasi positif antara skor <i>body map</i> dengan katastrofisasi, gangguan fungsi, dan gejala depresi. Ini menunjukkan bahwa <i>body map</i> tidak hanya
--	--	--	--------------------------	--	---	---	--	---

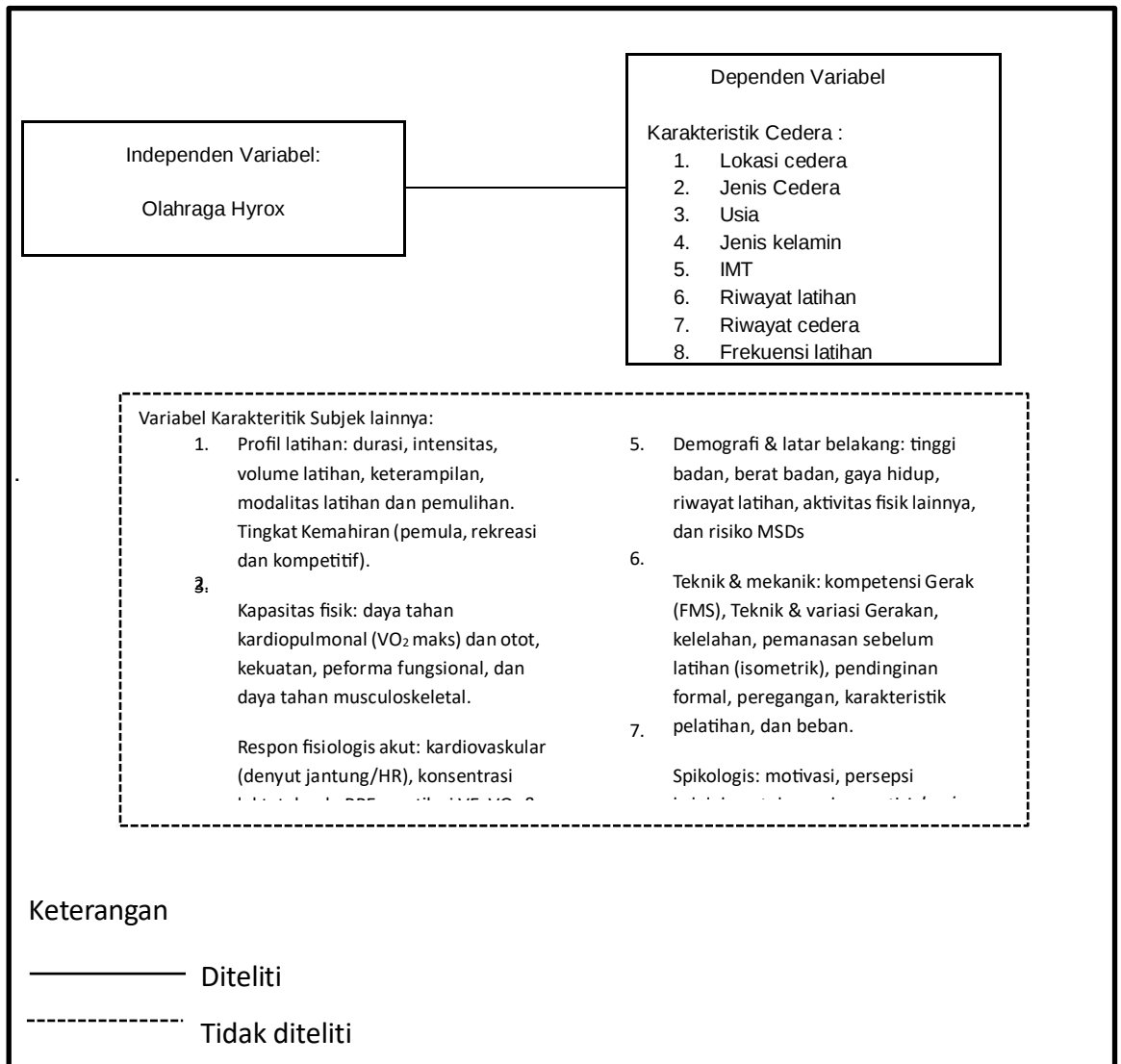
								mencatat "di mana" nyeri berada, tetapi juga merefleksikan "seberapa besar dampaknya" secara klinis dan psikologis pada individu.

f. Kerangka Teori



Gambar 1 Kerang Teori
Sumber: Systematic Reviewe

g. Kerangka Konsep



Gambar 2 Kerangka Konsep

BAB II METODE PENELITIAN

h. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menggambarkan cedera, jenis cedera, serta pendistribusian cedera berdasarkan faktor-faktor risiko yang dialami oleh pegiat olahraga hyrox di kota Makassar. penelitian ini menggunakan metode total sampling dalam pengambilan sampel, Dimana seluruh populasi yang memenuhi kriteria spesifik dijadikan sampel dalam penelitian. Tujuan dari penelitian ini adalah menggambarkan cedera yang terjadi pada pegiat olahraga hyrox di Kota Makassar

i. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di tempat pelatihan Hyrox jalan A.P. Pettarani Kompleks IDI blok G7 no 15, Makassar 90222, keseluruhan kegiatan penelitian berlangsung pada Februari 2026.

j. Populasi dan Sampel

2.1.1 Populasi

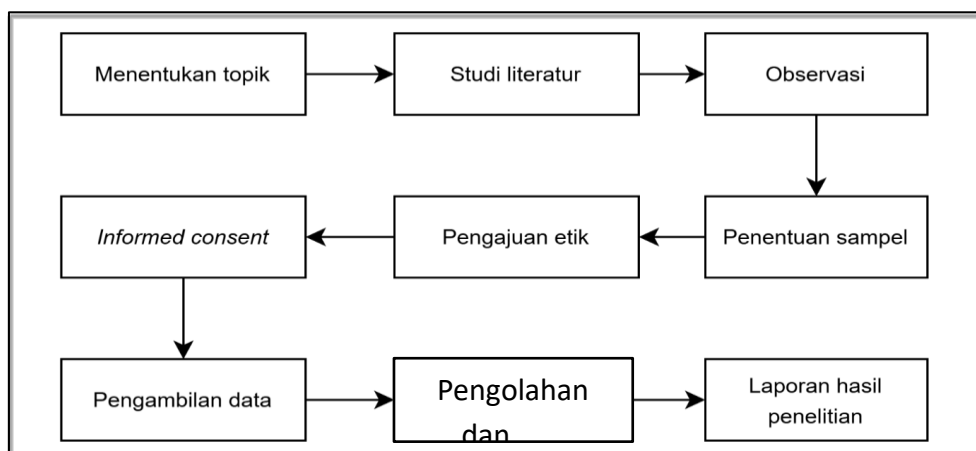
Populasi dalam penelitian ini adalah anggota hyrox yang berjumlah 38 orang.

2.1.2 Sampel

Penelitian ini melibatkan seluruh pegiat olahraga Hyrox di Kota Makassar sebagai subjek. Dari 38 orang yang menjadi populasi, semua yang memenuhi syarat berdasarkan kriteria inklusi yang ditetapkan untuk dapat diikutsertakan dalam penelitian:

1. Pegiat olahraga hyrox yang aktif berlatih minimal 1 kali seminggu di kota Makassar.
2. Telah mengikuti latihan minimal 3 bulan terakhir.

k. Alur Penelitian



Gambar 3. Alur Penelitian
Sumber: (Data Primer,2026)

l. Variabel Penelitian

2.1.3 Identifikasi Variabel

1. Lokasi cedera
2. Jenis cedera
3. Usia,
4. Jenis kelamin,
5. IMT,
6. Riwayat latihan,
7. Riwayat cedera dan
8. Frekuensi latihan

2.1.4 Definisi Operasional

Tabel 2 Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria	Jenis Data
1.	Lokasi cedera	Area anatomis tubuh yang mengalami keluhan terkait latihan hyrox.	<i>Nordic Body Map (NBM)</i>	Sesuai diagram standar (01 – 28)	Nominal
2.	Jenis cedera	Klasifikasi patologi berdasarkan mekanisme dan struktur yang terlibat	Wawancara	1 = <i>Strain</i> 2 = <i>Sprain</i> 3 = <i>Tendinopati</i> 4 = <i>Overuse</i> 5 = Lainnya	Nominal
No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Kriteria	Jenis Data

3.	Usia	Usia kronologis responden dalam tahun pada saat pengambilan data, dihitung dari tanggal lahir hingga tanggal pengukuran kekuatan yang signifikan	Wawancara KTP	(Remaja akhir) 17 – 25 tahun (Dewasa awal) 25 – 35 tahun (Dewasa akhir) 26 – 45 tahun (Lansia awal) 46 – 55 tahun	Nominal
4.	Jenis kelamin	Status biologis responden sebagai laki-laki atau perempuan berdasarkan karakteristik seks primer dan sekunder	Wawancara observasi	1 = laki-laki 2 = perempuan	Nominal
5.	IMT	Rasio berat badan terhadap kuadrat tinggi badan (kg/m^2) sebagai indikator komposisi tubuh secara umum	Timbangan digital SECA, Stadiometer, kalkulator	1 = Kurus ($<18.5 \text{ kg/m}^2$) 2 = Normal ($18.5 - 24.9 \text{ kg/m}^2$) 3 = <i>Overweight</i> ($25 - 29.9 \text{ kg/m}^2$) 4 = Obesitas ($\geq 30 \text{ kg/m}^2$)	Ordinal
6	Riwayat latihan	Pengalaman olahraga yang signifikan termasuk jenis, durasi, dan tingkat partisipasi	Wawancara	1 = rekreasi-nal (3 – 6 bulan) 2 = menengah (6 – 12 bulan) 3 = ekstensif (> 12 bulan)	Ordinal
7	Riwayat Cedera	Kejadian cedera muskuloskeletal yang signifikan sebelum memulai hyrox, yang memerlukan modifikasi aktivitas atau perawatan medis	Wawancara	1 = cedera ringan (pulih < 2 minggu) 2 = cedera sedang (pulih 2 – 4 minggu) 3 = cedera berat (pulih > 1 bulan/operasi)	Ordinal
8	Frekuensi latihan	Jumlah sesi latihan spesifik yang dilakukan dalam satu minggu	Wawancara	1= rendah (1 – 2 kali perminggu) 2 = sedang (3 – 4 kali perminggu) 3 = tinggi (≥ 5 kali perminggu)	Ordinal

m. Prosedur Penelitian)

A. Tahap Persiapan dan Perekrutan Responden

1. Koordinasi dengan komunitas hyrox Makassar; penjelasan tujuan penelitian; dan pengaturan jadwal pengambilan data.

2. Persiapan *form informed consent* (terlampir).
3. Persiapan alat pengukuran antropometri.
4. Persiapan formulir wawancara (terlampir).
5. Screening awal berdasarkan kriteria inklusi.
6. Penandatanganan *informed consent*.

B. Tahap Pengambilan Data

1. Pengisian & wawancara tiap responden.
2. Pengukuran antropometri.
3. Pemetaan cedera dengan *nordic body map* (terlampir).

C. Tahap Analisis

1. Entri data
2. Analisis statistik deskriptif.
3. Interpretasi hasil.
4. Penyusunan hasil dan pembahasan

n. Rencana Pengelolaan dan Analisis Data

Data yang terkumpul akan melalui tahap pembersihan untuk memastikan kelengkapan dan akurasi, termasuk penanganan data yang hilang dan identifikasi nilai ekstrem. Analisis statistik deskriptif kemudian dilakukan menggunakan *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versi

29.0 dan *microsoft excel*. Untuk data kategorikal (jenis kelamin, riwayat cedera, jenis cedera, dan klasifikasi IMT), peneliti akan menghitung distribusi frekuensi (n) dan persentase (%) dari setiap kategori. Untuk data numerik (usia, frekuensi cedera, dan intensitas latihan), peneliti akan menghitung ukuran pemusatan (mean, median) dan penyebaran (standar deviasi, rentang).

Analisis utama difokuskan pada titik rawan cedera. Prevalensi cedera untuk setiap lokasi tubuh (berdasarkan 28 area *Nordic Body Map*) akan dihitung dengan rumus: $(\text{jumlah atlet dengan cedera di area X} / \text{total atlet}) \times 100\%$. Hasilnya akan divisualisasikan dalam diagram batang untuk 10 lokasi cedera tertinggi dan peta tubuh (*heat map*) dengan gradasi warna berdasarkan tingkat prevalensi. Analisis juga akan membandingkan pola dan prevalensi cedera antara kelompok berdasarkan jenis kelamin dan frekuensi latihan untuk mendapatkan gambaran yang lebih mendalam.

o. Masalah Etika

B. Informed Consent

Setiap responden diberikan formulir persetujuan untuk berpartisipasi dalam penelitian ini, yang telah disetujui oleh kepala sekolah dan guru pendamping.

C. Anonymity

Demi menjaga privasi responden dalam penelitian ini, nama-nama responden tidak akan disebutkan secara eksplisit, melainkan digantikan oleh kode identifikasi khusus untuk setiap individu.

D. Confidentiality

Penulis menjaga kerahasiaan semua informasi yang diberikan oleh responden. Data yang dilaporkan diambil dari beberapa kelompok yang mendukung hasil penelitian.

E. Ethical Clearance

Penelitian ini melindungi subjek penelitian dengan menggunakan instrumen yang terukur dan mengikuti rangkaian proses sesuai kode etik penelitian yang telah diajukan dan disetujui oleh komisi etik fakultas keperawatan universitas hasanuddin.