PROPOSAL PENELITIAN

Profil Cedera dan Penyakit pada Kompetisi HYROX di Lingkungan Indoor pada Iklim Tropis: Sebuah Studi Surveilans Cedera Prospektif

Injury and Illness Profile of HYROX Competition in a Tropical Indoor Setting : A Prospective Injury Surveillance Study

Peneliti Utama (Principal Investigator)

dr. Antonius Andi Kurniawan, Sp.KO, Subsp. ALK(K)

Dokter Spesialis Kedokteran Olahraga, Kordinator Medis HYROX Jakarta 2026

Institusi

St. Carolus Hospitals, Jakarta

Eminence Sports Medicine & Human Performance Center

Abstrak

Latar Belakang

HYROX adalah kompetisi kebugaran hibrida indoor yang berkembang pesat secara global, menggabungkan delapan segmen lari sejauh satu kilometer dengan delapan latihan fungsional berat.[1] Hingga saat ini belum terdapat studi surveilans cedera prospektif yang dipublikasikan mengenai profil cedera dan penyakit pada kompetisi HYROX di lingkungan manapun. Indonesia akan menjadi tuan rumah kompetisi HYROX pertama pada 27–28 Juni 2026 di Jakarta, dengan estimasi 13.000 peserta selama dua hari penyelenggaraan, sehingga menjadikan event ini kesempatan unik untuk melakukan surveilans cedera prospektif pertama di dunia pada format kompetisi HYROX, sekaligus pertama di setting iklim tropis.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil cedera dan penyakit yang terjadi pada atlet, penonton, dan staf event selama kompetisi AirAsia HYROX Jakarta 2026, meliputi:

1. Insidensi cedera pada HYROX
2. Distribusi anatomis cedera pada HYROX
3. Distribusi jenis cedera dan penyakit pada HYROX
4. Tingkat keparahan cedera dan disposisi pasca tindakan medis.

Metode

Desain penelitian adalah studi observasional prospektif yang dilakukan selama dua hari kompetisi (27–28 Juni 2026) di NICE PIK2, Tangerang. Populasi studi terdiri dari seluruh peserta atlet (estimasi N ≈ 13.000 individu selama dua hari). Pengumpulan data dilakukan melalui *Patient Report Form* (PRF) terstruktur yang diisi oleh tim medis untuk setiap kontak klinis. Variabel utama meliputi demografi, mekanisme cedera, lokasi anatomis, jenis cedera, tingkat keparahan (klasifikasi modifikasi IOC consensus statement)[2], dan disposisi.

Analisis Data

Analisis deskriptif dilakukan dengan menyajikan insidensi proporsi (jumlah kasus per 1.000 atlet) dan insidensi laju (kasus per 1.000 jam paparan) dengan 95% *confidence interval* menggunakan distribusi *Poisson*. Distribusi anatomis, jenis cedera, dan tingkat keparahan disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase. Subgrup analisis akan dilakukan berdasarkan divisi (*Open, Pro, Doubles, Relay*) dan jenis kelamin.

Manfaat

Hasil penelitian ini akan menjadi data dasar (*baseline*) pertama di dunia mengenai epidemiologi cedera pada kompetisi HYROX, dapat dimanfaatkan untuk pengembangan standar medis HYROX Internasional, penyusunan pedoman pencegahan cedera, perencanaan layanan medis pada event sejenis di iklim tropis, serta menjadi fondasi bagi studi lanjutan jangka panjang.

Kata Kunci

HYROX surveilans cedera; kedokteran olahraga; cedera olahraga; epidemiologi cedera; iklim tropis; *mass-gathering* medicine.

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

HYROX adalah kompetisi kebugaran hibrida indoor yang dikembangkan di Jerman pada tahun 2017 dan kini menjadi salah satu format kompetisi kebugaran fungsional dengan pertumbuhan tercepat di dunia[1,3]. Setiap peserta HYROX harus menyelesaikan delapan segmen lari sejauh satu kilometer yang dirangkai dengan delapan stasiun latihan fungsional, dilaksanakan secara berurutan tanpa jeda terjadwal. Delapan stasiun fungsional tersebut meliputi: *SkiErg* (1.000 meter), *Sled Push* (50 meter dengan beban hingga 202 kilogram untuk divisi Pro pria), *Sled Pull* (50 meter dengan beban hingga 153 kilogram), *Burpee Broad Jumps* (80 meter), *Rowing* (1.000 meter), *Farmer Carry* (200 meter dengan kettlebell hingga 32 kilogram per tangan), *Sandbag Lunges* (100 meter dengan sandbag hingga 30 kilogram), dan *Wall Balls* (100 repetisi dengan bola hingga 9 kilogram).[1,3]

Pertumbuhan partisipasi HYROX secara global berkembang pesat, dengan ekspansi kompetisi ke lebih dari 30 negara. Indonesia akan menjadi tuan rumah HYROX Jakarta 2026 pada 27–28 Juni 2026 di *Nusantara International Convention Exhibition* (NICE), Pantai Indah Kapuk 2, Tangerang, Banten. *Event* ini merupakan debut HYROX di Indonesia sekaligus race pembuka Season 9 untuk wilayah Asia Pasifik. Total peserta estimasi mencapai 13.000 individu-paparan selama dua hari penyelenggaraan.

Meskipun pertumbuhan partisipasi yang pesat ini menempatkan HYROX sebagai fenomena olahraga global, hingga saat penyusunan proposal ini, belum terdapat satu pun studi surveilans cedera prospektif yang dipublikasikan mengenai profil cedera dan penyakit pada kompetisi HYROX. Literatur internasional saat ini hanya berupa laporan kasus terisolasi, data anekdotal melalui media sosial, dan inisiatif surveilans yang baru dimulai pada akhir tahun 2025.[3] Kekosongan literatur ini menjadi celah pengetahuan yang signifikan, terutama mengingat kombinasi unik dari beban aerobik berulang dan latihan fungsional berat yang menjadi karakteristik utama HYROX.[3,4]

Literatur surveilans cedera yang ada pada olahraga endurance dan kompetisi kebugaran fungsional sejenis (CrossFit, OCR, marathon, triathlon) berasal dari setting iklim sedang (*temperate climate*). Pengaruh iklim tropis dengan kelembaban tinggi terhadap profil cedera dan penyakit pada kompetisi kebugaran fungsional indoor belum pernah dikaji secara sistematis. Meskipun lokasi penyelenggaraan HYROX Jakarta 2026 adalah venue indoor dengan pendingin udara, beban metabolik dari kombinasi latihan dengan intensitas tinggi diperkirakan tetap menghasilkan stres termal yang signifikan, terutama pada kondisi kelembaban ambient yang tinggi sebagaimana karakteristik Jakarta pada bulan Juni.[1]

Posisi peneliti utama sebagai Koordinator Medis HYROX Jakarta 2026 memberikan kesempatan akses langsung dan terstruktur terhadap seluruh kontak klinis selama event, sehingga memungkinkan pengumpulan data surveilans cedera prospektif dengan kualitas metodologis yang tinggi. Penelitian ini akan menjadi studi surveilans cedera prospektif pertama di dunia pada kompetisi HYROX, sekaligus studi pertama yang dilakukan pada setting iklim tropis.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana profil insidensi cedera pada peserta kompetisi HYROX di lingkungan indoor pada iklim tropis?
2. Bagaimana distribusi anatomis dan jenis cedera yang terjadi selama kompetisi HYROX?
3. Bagaimana tingkat keparahan cedera dan distribusi disposisi pasca tindakan medis?
4. Bagaimana profil penyakit non-traumatik yang terjadi selama kompetisi, termasuk insidensi *exertional heat illness* pada setting iklim tropis?
5. Apakah terdapat perbedaan profil cedera berdasarkan divisi kompetisi (*Open, Pro, Doubles, Relay*) dan jenis kelamin?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mendeskripsikan profil cedera dan penyakit pada kompetisi HYROX di lingkungan indoor pada iklim tropis, sebagai studi surveilans cedera prospektif pertama di dunia pada format kompetisi HYROX.

1.3.2 Tujuan Khusus

- Insidensi proporsi cedera per 1.000 atlet selama event HYROX Jakarta 2026.
- Menentukan insidensi cedera pada peserta HYROX.
- Mendeskripsikan distribusi anatomis cedera
- Mendeskripsikan distribusi jenis cedera (tipe jaringan dan mekanisme)
- Mengklasifikasikan tingkat keparahan cedera berdasarkan *time-loss* dan kebutuhan rujukan medis.
- Mendeskripsikan profil penyakit non-traumatik, dengan perhatian khusus pada exertional heat illness sebagai fokus tropical endurance medicine.
- Membandingkan profil cedera berdasarkan variabel demografik dan divisi kompetisi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Ilmiah

- Menjadi data dasar (baseline) global pertama mengenai epidemiologi cedera pada kompetisi HYROX.
- Berkontribusi pada literatur kedokteran olahraga, khususnya pada sub-disiplin *hybrid fitness sport medicine.*
- Menjadi studi pertama yang mengkarakterisasi profil cedera kompetisi kebugaran fungsional *indoor* pada iklim tropis.

1.4.2 Manfaat Praktis

- Menjadi dasar pengembangan pedoman pencegahan cedera (*injury prevention guidelines*) bagi atlet HYROX dan komunitas *hybrid fitness*.
- Memberi masukan bagi penyelenggara lomba olahraga ketahanan dan kebugaran fungsional di iklim tropis mengenai perencanaan layanan medis.

1.4.3 Manfaat untuk Pengembangan Penelitian Selanjutnya

- Menjadi fondasi metodologis untuk studi surveilans cedera HYROX longitudinal multi-edisi di Indonesia.
- Memungkinkan analisis faktor risiko ketika data berkumpul dari beberapa edisi event.
- Membuka jalur kolaborasi internasional dengan inisiatif surveilans cedera HYROX yang sedang berkembang.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 HYROX sebagai Format Kompetisi

HYROX adalah kompetisi kebugaran hibrida indoor yang dikembangkan pada tahun 2017 oleh *Christian Toetzke dan Moritz Fürste* di *Hamburg*, Jerman. Format kompetisi terdiri dari delapan repetisi yang berurutan dari rangkaian lari 1 kilometer dan stasiun latihan fungsional, sehingga total jarak lari yang harus diselesaikan adalah 8 kilometer ditambah delapan stasiun fungsional yang memiliki beban dan jarak yang berbeda. Total durasi kompetisi rata-rata berkisar antara 60 hingga 120 menit, bergantung pada divisi dan kemampuan atlet.[1,3]

Divisi kompetisi HYROX yang umum meliputi: *Open* (laki-laki dan perempuan), *Pro* (laki-laki dan perempuan dengan beban yang lebih berat), *Doubles* (pasangan dengan strategi pembagian tugas), *Relay* (tim beranggotakan empat orang), dan kategori usia. Variasi beban dan struktur kompetisi pada masing-masing divisi menghasilkan profil paparan fisiologis dan biomekanis yang berbeda.[1,3]

Karakteristik unik HYROX yang membedakan dari kompetisi olahraga lainnya adalah perpaduan beban aerobik (lari) dan beban fungsional resistif (*sled, kettlebell, sandbag, wall ball*) yang dilakukan secara bergantian tanpa jeda terjadwal. Kombinasi ini menciptakan profil stres muskuloskeletal dan metabolik yang khas, yang secara teoritis dapat menghasilkan pola cedera yang berbeda dari format kompetisi endurance murni maupun kompetisi kekuatan murni.[1,3,4]

2.2 Epidemiologi Cedera pada Kompetisi Kebugaran Fungsional Sejenis

Meskipun belum ada literatur HYROX-spesifik, literatur surveilans cedera pada kompetisi kebugaran fungsional sejenis dapat memberikan kerangka konseptual:

2.2.1 CrossFit

CrossFit adalah modalitas kebugaran fungsional yang paling banyak dikaji secara epidemiologis. Beberapa studi menunjukkan insidensi cedera pada partisipan *CrossFit* berkisar antara 0,2 hingga 3,1 cedera per 1.000 jam latihan, dengan distribusi anatomis didominasi oleh bahu, lumbar, dan lutut.[5,6] Mekanisme cedera tersering adalah overuse dan teknik yang tidak optimal pada gerakan *olympic lifting*.[5] Namun, kompetisi CrossFit berbeda dari HYROX dalam hal struktur dan tidak memiliki komponen lari endurance yang signifikan.[5,6]

2.2.2 *Obstacle Course Racing* (OCR)

Studi surveilans cedera pada kompetisi OCR seperti *Spartan Race* dan *Tough Mudder* menunjukkan profil cedera yang didominasi oleh trauma akut (laserasi, abrasi, fraktur),

berbeda dengan profil *overuse* pada CrossFit.[7] Insidensi cedera berat yang memerlukan rujukan medis pada OCR dilaporkan berkisar antara 0,1 hingga 0,5 per 1.000 atlet.[7]

2.2.3 Maraton dan Endurance Running

Literatur surveilans cedera pada kompetisi maraton menunjukkan insidensi *medical encounter* pada kisaran 5 hingga 25 per 1.000 atlet, dengan presentasi tersering berupa cedera muskuloskeletal ekstremitas bawah, *exercise-associated collapse*, dehidrasi, dan *exertional heat illness*.[8] Insidensi henti jantung mendadak (*sudden cardiac arrest*) pada kompetisi maraton dilaporkan pada kisaran 0,5 hingga 1,0 per 100.000 atlet.[9]

2.3 Exertional Heat Illness - Masalah Kesehatan Akibat Panas

Exertional heat illness (EHI) merupakan spektrum kondisi klinis yang mencakup heat *exhaustion, exercise-associated collapse, hingga exertional heat stroke*.[10,11] Pada iklim tropis dengan kelembaban tinggi, kapasitas pendinginan tubuh melalui evaporasi keringat menurun secara signifikan, sehingga risiko EHI meningkat meskipun aktivitas dilakukan di lingkungan *indoor* dengan pendingin udara.[11,12]

Literatur *exertional heat stroke* pada kompetisi olahraga di iklim tropis masih terbatas, dan sebagian besar berasal dari setting outdoor (*maraton, ultraendurance, military training*).[11] Profil EHI pada kompetisi kebugaran fungsional indoor di iklim tropis belum pernah dilaporkan secara sistematis.

2.4 Konsensus Internasional Surveilans Cedera Olahraga

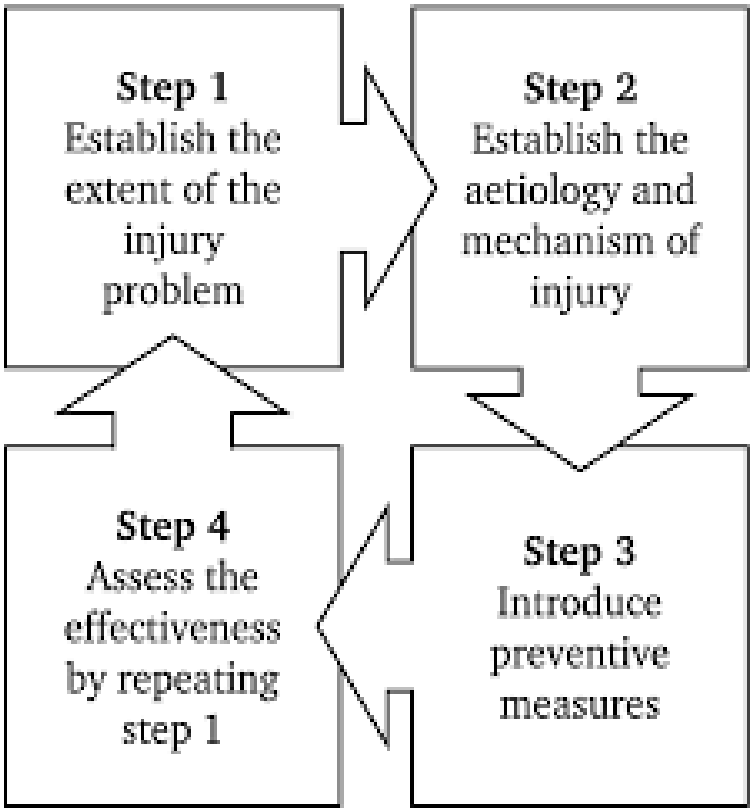
Penelitian ini akan mengadopsi metodologi yang sejalan dengan IOC *consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in spor*t.[2] Konsensus ini menetapkan standar pelaporan yang meliputi: definisi cedera, definisi penyakit, perhitungan *exposure-based incidence*, klasifikasi anatomis, klasifikasi tingkat keparahan, dan persyaratan minimum pelaporan.

Penggunaan kerangka konsensus IOC ini akan memastikan bahwa hasil penelitian dapat dibandingkan dengan literatur surveilans cedera olahraga internasional dan memenuhi kualitas metodologis yang dipersyaratkan oleh jurnal kedokteran olahraga *peer-reviewed*.

2.5 Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual penelitian ini didasarkan pada *van Mechelen sequence of prevention*, yang menyatakan bahwa tahap pertama dalam pencegahan cedera olahraga adalah identifikasi dan pengukuran besaran masalah cedera.[13] Tanpa data baseline insidensi dan distribusi cedera, intervensi pencegahan tidak dapat dirancang secara rasional.[13]

Penelitian ini menempati posisi tahap pertama dari kerangka *van Mechelen* pada konteks HYROX: memberikan data baseline pertama yang akan memungkinkan tahap-tahap selanjutnya (identifikasi faktor risiko, pengembangan intervensi, evaluasi efektivitas intervensi) untuk dapat dilakukan.



Bagan 1. *van Mechelen sequence of prevention*

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian adalah studi observasional prospektif (*prospective injury and illness surveillance study*) dengan pendekatan *cross-sectional* pada periode kompetisi dan komponen tindak lanjut (delayed follow-up) hingga 4 minggu pasca-event.

Penelitian bersifat observasional murni, tidak terdapat intervensi medis tambahan terhadap subjek di luar perawatan klinis rutin yang diberikan sebagai bagian dari layanan medis *event* HYROX Jakarta 2026.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

- Lokasi pengumpulan data: *Nusantara International Convention Exhibition* (NICE), Pantai Indah Kapuk 2, Tangerang, Banten.
- Waktu pengumpulan data: 27–28 Juni 2026, pukul 08.00 hingga 22.30 WIB pada masing-masing hari.
- Tindak lanjut 1 minggu: 4–5 Juli 2026 (survei elektronik).
- Tindak lanjut 4 minggu: 25–26 Juli 2026 (survei elektronik).
- Analisis data dan penyusunan laporan: Agustus – Oktober 2026.

3.3 Populasi dan Sampel

3.3.1 Populasi

Populasi penelitian terdiri dari tiga sub-populasi yang akan dianalisis secara terpisah:

- Atlet peserta HYROX Jakarta 2026 (estimasi total individu-paparan: 13.000 selama dua hari).

3.3.2 Kriteria Inklusi

- Berusia minimal 16 tahun pada saat event berlangsung.
- Hadir di venue NICE pada salah satu atau kedua hari penyelenggaraan event.
- Mengalami kontak medis dengan tim medis event (untuk analisis kasus cedera/penyakit).
- Memberikan persetujuan tertulis untuk penggunaan data klinis pada penelitian.

3.3.3 Kriteria Eksklusi

- Anak di bawah usia 16 tahun (kasus medis tetap mendapat perawatan; data tidak masuk analisis riset).
- Penonton yang hadir di venue selama jam operasional event.
- Staf *event* (panitia, sukarelawan, kru produksi, kru media) yang aktif di *venue* selama jam operasional.

3.3.4 Besar Sampel

Karena penelitian bersifat surveilans dengan tujuan utama mendeskripsikan profil cedera pada seluruh populasi event, tidak diperlukan perhitungan besar sampel berbasis

hipotesis. Seluruh kasus medis yang memenuhi kriteria inklusi selama dua hari event akan dimasukkan ke dalam analisis (total population sampling untuk kasus).

Sebagai referensi untuk perencanaan, estimasi kasus medis berdasarkan literatur *mass-gathering medicine* pada event indoor sejenis adalah 5 hingga 10 presentasi medis per 1.000 atlet[14], sehingga diperkirakan akan terjadi 65 hingga 130 presentasi medis per hari, atau total 130 hingga 260 kasus selama dua hari event. Jumlah ini cukup memadai untuk analisis deskriptif yang bermakna.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Utama (Outcome)

Variabel	Definisi Operasional	Skala / Pengukuran
Insidensi proporsi cedera	Jumlah cedera baru per 1.000 atlet selama event	Rasio dengan 95% CI
Insidensi laju cedera	Jumlah cedera baru per 1.000 jam paparan atlet	Rasio dengan 95% CI
Lokasi anatomis cedera	Klasifikasi anatomis berdasarkan OSICS-10[15]	Kategorikal (24 kategori)
Jenis cedera	Tipe jaringan dan mekanisme (IOC consensus)[2]	Kategorikal
Tingkat keparahan	Klasifikasi *time-loss* dan kebutuhan rujukan	Ordinal (5 tingkat)
Disposisi pasca tindakan medis	Tindak lanjut setelah perawatan di venue	Kategorikal (5 kategori)
Exertional heat illness	Spektrum EHI[10]	Kategorikal (4 tingkat)

3.4.2 Variabel Pendamping

- Demografi: usia, jenis kelamin dan kewarganegaraan.
- Karakteristik kompetisi: divisi (Open/Pro/Doubles/Relay), nomor wave, waktu start.
- Riwayat kompetisi: jumlah HYROX yang pernah diikuti sebelumnya, lama berlatih format HYROX.
- Variabel waktu cedera: stasiun terjadinya cedera, jarak yang sudah ditempuh, waktu kompetisi pada saat cedera.
- Variabel lingkungan: *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) pada saat cedera (logging continue setiap jam).

3.4.3 Tingkat Keparahan Cedera

Klasifikasi tingkat keparahan akan menggunakan modifikasi IOC consensus dengan lima tingkat:[2]

- Tingkat 1 (Minimal): perawatan minor, tidak memerlukan *time-loss* dari kompetisi.
- Tingkat 2 (Mild): perawatan di venue, *time-loss* 1–7 hari.
- Tingkat 3 (Moderate): *time-loss* 8–28 hari.
- Tingkat 4 (Severe): *time-loss* lebih dari 28 hari, atau memerlukan operasi.
- Tingkat 5 (Life-threatening): memerlukan rujukan darurat untuk kondisi yang mengancam jiwa.

3.5 Instrumen Pengumpulan Data

3.5.1 Patient Report Form (PRF) Modifikasi

Instrumen utama pengumpulan data adalah *Patient Report Form* modifikasi yang dirancang berdasarkan template HYROX Internasional dengan tambahan variabel surveilans cedera. PRF akan diisi oleh tim medis untuk setiap kontak klinis dan mencakup:

- Identitas terbatas (kode subjek anonim, demografi terbatas).
- Riwayat kompetisi dan latihan.
- Mekanisme cedera dan stasiun terjadinya.
- Pemeriksaan klinis dan diagnosis kerja.
- Klasifikasi anatomis (OSICS-10) dan klasifikasi tingkat keparahan.
- Tindakan medis yang diberikan.
- Disposisi dan rencana tindak lanjut.

3.5.2 Survei Tindak Lanjut (Follow-Up Survey)

Survei elektronik yang dikirimkan via *Whatsapp* pada hari ke-7 dan hari ke-28 pasca-event untuk menangkap:

- Presentasi terlambat (delayed presentation) cedera atau penyakit yang tidak terdeteksi di venue.
- Konfirmasi diagnosis definitif setelah rujukan.
- *Time-loss* aktual dari kembali ke aktivitas latihan.
- Outcome pemulihan pada 4 minggu.

3.5.3 Environmental Data Logger

WBGT dan parameter lingkungan lain (suhu ambient, kelembaban, indeks panas) akan dicatat secara kontinu setiap jam pada minimal dua lokasi venue (*RoxZone* dan *medical room*) menggunakan perangkat terkalibrasi.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Tahap Persiapan (Pra-Event)

1. Pengajuan persetujuan etik kepada KEPK.
2. Penyusunan dan validasi instrumen PRF dan survei tindak lanjut.
3. Pelatihan tim medis mengenai protokol surveilans dan pengisian PRF

4. Koordinasi dengan *Local Organizing Committee* untuk mendapatkan data registrasi atlet (anonimized) sebagai denominator.

3.6.2 Tahap Pelaksanaan (On-Event)

1. Setiap kontak klinis selama event akan dicatat menggunakan PRF oleh tim medis.
2. Anonimisasi data dilakukan secara *real-time* pada saat input ke sistem registri terpisah dari rekam medis klinis.
3. *Logging environmental* data setiap jam.
4. *Briefing* harian tim medis pada akhir hari untuk *quality assurance* pengisian PRF.

3.6.3 Tahap Tindak Lanjut (Post-Event)

1. Survei elektronik hari ke-7 dikirimkan ke seluruh subjek yang memberikan persetujuan tindak lanjut.
2. Survei elektronik hari ke-28 dikirimkan dengan satu kali pengingat (*reminder*) jika tidak ada respons.
3. *Coding* dan *entry* data ke database penelitian terenkripsi.

3.6.4 Tahap Analisis dan Pelaporan

1. Pembersihan data dan validasi internal.
2. Analisis statistik deskriptif dan inferensial.
3. Penyusunan laporan akhir penelitian.
4. Penyusunan manuskrip untuk publikasi peer-reviewed.
5. Diseminasi hasil kepada pemangku kepentingan: LOC, HYROX International, KEPK, dan komunitas akademik.

3.7 Analisis Data

3.7.1 Statistik Deskriptif

Variabel kategorikal akan disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase. Variabel kontinu akan disajikan dalam bentuk mean ± SD untuk data terdistribusi normal, atau median (*interquartile range*) untuk data tidak terdistribusi normal. Uji normalitas akan dilakukan menggunakan *Shapiro-Wilk test*.

Insidensi proporsi akan dihitung sebagai jumlah cedera dibagi total jumlah atlet (× 1.000), dengan 95% confidence interval menggunakan distribusi Poisson. Insidensi laju akan dihitung sebagai jumlah cedera dibagi total jam paparan atlet (× 1.000), dengan 95% confidence interval Poisson.

3.7.2 Analisis Komparatif (Eksploratori)

Perbandingan profil cedera antar subgrup (divisi, jenis kelamin) akan dilakukan menggunakan chi-square test untuk variabel kategorikal dan independent t-test atau Mann-Whitney U test untuk variabel kontinu. Tingkat signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0{,}05$. Analisis ini bersifat eksploratori dan tidak dirancang untuk menguji hipotesis spesifik.

3.7.3 Perangkat Analisis

Analisis statistik akan dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 29 dan R versi 4.4 untuk visualisasi data dan kalkulasi Poisson confidence interval. Database registri akan dikelola menggunakan REDCap (Research Electronic Data Capture) yang di-host pada server CERRI dengan enkripsi end-to-end.

BAB IV. PERTIMBANGAN ETIK

Penelitian ini disusun dengan menjunjung tinggi empat prinsip dasar etika penelitian biomedis sebagaimana ditetapkan dalam Belmont Report (1979), Deklarasi Helsinki (revisi 2024)[15], dan CIOMS International Ethical Guidelines for Health-Related Research Involving Humans (2016)[16]: autonomy (otonomi), beneficence (kemanfaatan), non-maleficence (tidak merugikan), dan justice (keadilan).

4.1 Klasifikasi Risiko Penelitian

Penelitian ini diklasifikasikan sebagai penelitian dengan risiko minimal (minimal risk research) berdasarkan pertimbangan berikut:

- Tidak terdapat intervensi medis tambahan di luar perawatan klinis rutin yang sudah disediakan sebagai bagian dari layanan medis event.
- Pengumpulan data dilakukan dalam konteks kontak klinis yang sudah dijadwalkan dan diharapkan terjadi sebagai bagian dari layanan medis event.
- Survei tindak lanjut bersifat sukarela dan dapat ditolak tanpa konsekuensi apapun.
- Tidak terdapat pengambilan sampel biologis tambahan.
- Tidak terdapat eksposur tambahan terhadap zat atau prosedur eksperimental.

4.2 Privasi dan Kerahasiaan Data

- Setiap subjek akan diberikan kode anonim yang menggantikan identitas pada database penelitian. Kunci kode (linkage key) yang menghubungkan kode anonim dengan identitas akan disimpan terpisah dengan akses terbatas hanya pada peneliti utama.
- Data penelitian akan disimpan pada server CERRI dengan enkripsi end-to-end menggunakan REDCap yang memenuhi standar HIPAA-equivalent.
- Akses ke database penelitian hanya diberikan kepada peneliti utama dan tim peneliti yang sudah menandatangani perjanjian kerahasiaan.
- Data agregat (tanpa identitas) yang dipublikasikan dalam jurnal atau presentasi akan dipresentasikan dalam bentuk yang tidak memungkinkan re-identifikasi subjek.
- Data penelitian akan disimpan selama 10 tahun setelah publikasi sesuai dengan good clinical practice, kemudian dimusnahkan secara aman.

4.3 Manfaat dan Risiko bagi Subjek

4.3.1 Manfaat Langsung

Subjek tidak memperoleh manfaat klinis langsung dari partisipasi dalam komponen riset, karena perawatan klinis akan diberikan tanpa kondisi sebagai bagian dari layanan medis event.

4.3.2 Manfaat Tidak Langsung

- Subjek berkontribusi pada pengembangan basis bukti yang akan memperbaiki standar layanan medis pada event HYROX dan kompetisi sejenis di masa depan.
- Subjek yang berpartisipasi dalam tindak lanjut akan menerima rangkuman edukasi pencegahan cedera yang dihasilkan dari studi.

4.3.3 Risiko Penelitian

- Risiko fisik: tidak ada (tidak ada intervensi tambahan).
- Risiko psikologis: minimal, pengisian survei tindak lanjut dapat memicu kembali ingatan tentang cedera, namun ini bersifat minor dan dapat ditolak.
- Risiko privasi: minimal dengan sistem anonimisasi dan enkripsi yang dijelaskan di atas.
- Risiko sosial: tidak ada, data tidak dipublikasikan dalam bentuk yang memungkinkan identifikasi individu.

4.4 Justice and Subject Selection

Subject selection dilakukan secara inklusif terhadap seluruh peserta event yang mengalami kontak medis dan memberikan persetujuan. Tidak terdapat eksklusi atas dasar usia (kecuali anak di bawah 16 tahun untuk pertimbangan consent), jenis kelamin, kewarganegaraan, atau divisi kompetisi. *Burden* penelitian terdistribusi merata pada seluruh subjek karena tidak ada perbedaan prosedur untuk subgrup tertentu.

4.5 Komite Pengawasan Data

Mengingat skala penelitian yang relatif terbatas (dua hari pengumpulan data on-site) dan klasifikasi risiko minimal, tidak diperlukan Komite Pengawasan Data Independen formal. Pengawasan internal akan dilakukan oleh peneliti utama bersama co-investigator senior, dengan kewajiban pelaporan setiap kejadian tidak diinginkan (*adverse event*) atau pelanggaran protokol kepada KEPK dalam 7 hari kalender sejak diketahui.

4.8 Akses Hasil Penelitian bagi Subjek

Hasil penelitian akan diumumkan secara publik melalui:

- Publikasi di jurnal kedokteran olahraga internasional.
- Presentasi pada konferensi nasional (Pertemuan Ilmiah Tahunan PDSKO 2026) dan internasional.
- Diseminasi melalui kanal komunikasi ResepGerak.ID dan Healthy Runners Projects dalam format yang dapat diakses oleh publik awam (*lay summary*).

BAB V. TIM PENELITI DAN JADWAL

5.1 Susunan Tim Peneliti

Peran	Nama	Institusi
Principal Investigator (PI)	dr. Antonius Andi Kurniawan, Sp.KO, Subsp. ALK(K)	1. St. Carolus Hospital, Jakarta 2. Eminence Sports Medicine & Human Performance Center
Co-Investigator	1. dr. Erica Kholinne, Sp.OT(K), Ph.D 2. dr. Astuti Pitarini, Sp.OT (K) 3. Dr.dr. Wahyuni Dian P., Sp.Em Subsp.PRS (K), FICEP 4. dr. Ayu Oktaviana 5. dr. Alyarosa Taqwaariva 6. dr. Iqbal 7. dr. Rio Dominique Silaen	1. St. Carolus Hospital, Jakarta 2. St. Carolus Hospital, Jakarta 3. Siloam Hospital Mampang, Jakarta 4. St. Carolus Sports Medicine & Medical Fitness Center 5. St. Carolus Sports Medicine & Medical Fitness Center 6. St. Carolus Sports Medicine & Medical Fitness Center 7. St. Carolus Sports Medicine & Medical Fitness Center

5.2 Jadwal Penelitian

Tahap	Periode	Output
Pengajuan KEPK	Juni 2026	Surat persetujuan etik
Penyusunan instrumen	Juni 2026	PRF, survei, panduan operasional
Pelatihan tim medis	Juni 2026	Tim siap operasional
Pengumpulan data on-site	27–28 Juni 2026	Database lengkap kontak medis
Tindak lanjut 1 minggu	4–5 Juli 2026	Data follow-up hari ke-7
Tindak lanjut 4 minggu	25–26 Juli 2026	Data follow-up hari ke-28

Tahap	Periode	Output
Pembersihan data	Agustus 2026	Database final terkunci
Analisis statistik	Agustus – September 2026	Hasil statistik
Penyusunan laporan	September – Oktober 2026	Laporan akhir
Presentasi PIT PDSKO	Oktober 2026 (Yogyakarta)	Abstrak konferensi
Submission manuskrip	November – Desember 2026	Manuskrip ke jurnal target

BAB VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Brandt T, Ebel C, Lebahn C, Schmidt A. **Acute physiological responses and performance determinants in Hyrox© - a new running-focused high intensity functional fitness trend.** Front Physiol. 2025;16:1519240. doi: 10.3389/fphys.2025.1519240.
2. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery CA, Finch CF, et al. **International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE-SIIS).** Br J Sports Med. 2020;54(7):372-389.
3. Fernández-Navarrete I, Ruiz-Alias SA, Gómez-García M, Riquelme-Sebastián L, García-Pinillos F. **Hyrox©: A Descriptive Analysis of Participation Trends Among Over 275,000 Athletes in the New Fitness Modality.** Res Q Exerc Sport. 2026;97(2):266-272. doi: 10.1080/02701367.2025.2584226.
4. Tafuri S, Iorga DN, Napolitano S, Monno A, Notarnicola A. **Injury rate and type distribution in outdoor functional fitness competitions.** J Sports Med Phys Fitness. 2021;61(8):1072-1077.
5. Minghelli B, Nunes C. **Musculoskeletal injuries in recreational CrossFit athletes: a systematic review.** Res Sports Med. 2022;30(1):58-72.
6. Waryasz GR, Daniels AH, Gil JA, Suric V, Eberson CP. **Personal trainer demographics, certifications, and CrossFit training injury patterns among clients: a survey-based study.** Orthop Rev (Pavia). 2021;13(1):8671.
7. Socha M, Witkowski K, Tomczak M, Bruj J, Klimek AT. **Injury epidemiology in obstacle course racing: a systematic review.** Int J Environ Res Public Health. 2022;19(10):5882.
8. Schwellnus MP, Janse van Rensburg DC, Swanevelder S, Derman W, Jordaan E. **Running-related musculoskeletal injury and illness risk in the Two Oceans 21 km and 56 km road races: the SAFER VIII cohort study.** Br J Sports Med. 2021;55(22):1267-1273.
9. Drezner JA, Asplund CA, Asif IM, Baggish AL, Bhatt M, Harmon KG, et al. **Sudden cardiac arrest in community-based athletic and exercise settings: current knowledge and gaps in understanding.** Br J Sports Med. 2022;56(9):520-526.
10. Roberts WO, Armstrong LE, Sawka MN, Yeargin SW, Heled Y, O'Connor FG. **ACSM Expert Consensus Statement on Exertional Heat Illness: Recognition, Management, and Return to Activity.** Curr Sports Med Rep. 2021;20(9):470-484.
11. Leon LR, Bouchama A. **Exertional heat stroke.** Compr Physiol. 2022;12(3):3753-3786.

12. Periard JD, Eijsvogels TMH, Daanen HAM. **Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies.** Physiol Rev. 2021;101(4):1873-1979.
13. Verhagen E, Sherker S. **Bridging the gap between science and practice: making implementation a priority in sports injury prevention research.** Br J Sports Med. 2023;57(12):737-738.
14. Goodwin SH, Landeg S, Laing S, Smith RB, Lal SD, Bhattacharya-Ghosh B, et al. **Evidence-based management of mass gathering events for health, safety, and security.** Lancet. 2023;401(10379):837-848.
15. World Medical Association. **Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects (2024 revision).** JAMA. 2024;332(13):1087-1093.
16. Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS). **International Ethical Guidelines for Health-related Research Involving Humans, Fourth Edition.** Geneva: CIOMS; 2016.

LAMPIRAN
Lembar Persetujuan Setelah Penjelasan
(Informed Consent)

A.1 Lembar Penjelasan Penelitian (Participant Information Sheet)

Judul Penelitian:

"Profil Cedera dan Penyakit pada Kompetisi HYROX di Lingkungan Indoor pada Iklim Tropis: Sebuah Studi Surveilans Cedera Prospektif"

Peneliti Utama:

Dr. Antonius Andi Kurniawan, Sp.KO, Subsp. ALK(K)

Apa tujuan penelitian ini?

Kami melakukan penelitian untuk mempelajari jenis dan jumlah cedera serta kondisi medis yang terjadi pada atlet atau peserta selama kompetisi HYROX Jakarta 2026. Informasi ini akan membantu meningkatkan keamanan kompetisi HYROX di masa depan dan event olahraga sejenis di Indonesia.

Mengapa Anda diundang berpartisipasi?

Anda diundang karena Anda adalah peserta HYROX Jakarta 2026. Jika Anda mengalami kontak medis selama event, kami ingin meminta izin Anda untuk menggunakan informasi medis Anda secara anonim untuk penelitian ini.

Apa yang akan terjadi jika saya setuju berpartisipasi?

- Jika Anda mengalami kontak medis selama event, data klinis Anda (gejala, diagnosis, perawatan) akan dicatat dalam form medis seperti biasa untuk tujuan perawatan.
- Data tersebut akan diubah menjadi anonim (tanpa nama atau identitas) dan dimasukkan ke dalam database penelitian.
- Kami mungkin akan mengirimkan survei singkat melalui email pada 1 minggu dan 4 minggu setelah event untuk menanyakan kondisi pemulihan Anda.

Berapa lama partisipasi saya?

Partisipasi pasif (penggunaan data klinis) berlangsung selama event (27–28 Juni 2026). Partisipasi aktif (survei tindak lanjut) berlangsung selama 4 minggu pasca-event, dengan total waktu pengisian survei kurang dari 15 menit total.

Apa manfaat dan risiko partisipasi?

Manfaat: Anda berkontribusi pada perbaikan layanan medis dan keamanan event HYROX di masa depan. Anda tidak akan menerima pembayaran atau manfaat klinis langsung.

Risiko: Risiko penelitian ini minimal. Tidak ada prosedur tambahan terhadap perawatan medis Anda. Risiko privasi minimal karena data Anda akan dianonimkan dan disimpan dengan enkripsi.

Apakah saya wajib berpartisipasi?

Tidak. Partisipasi bersifat sukarela. Anda dapat menolak berpartisipasi dalam riset (perawatan medis tetap diberikan tanpa kondisi). Anda dapat menarik persetujuan kapan saja sebelum analisis akhir.

Bagaimana data saya akan dijaga kerahasiaannya?

- Data Anda akan diberikan kode anonim. Nama Anda tidak akan muncul dalam database penelitian.
- Database disimpan pada server terenkripsi dengan akses terbatas.
- Hasil penelitian akan dipublikasikan dalam bentuk agregat (statistik), bukan kasus individu.

Siapa yang dapat saya hubungi jika ada pertanyaan?

Untuk pertanyaan mengenai penelitian:

dr. Antonius Andi Kurniawan, Sp.KO – antonius.andi.kurniawan@gmail.com -087888391980

dr. Ayu Oktaviana – ayuoktavr8@gmail.com - 081298884286

A.2 Form Persetujuan (Consent Form)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:
Tanggal lahir / Usia	:
Jenis kelamin	:
Alamat email	:
Nomor telepon	:
Kategori partisipasi	: [ ] Atlet [ ] Penonton [ ] Staf event

Menyatakan bahwa:

1. Saya telah membaca / dibacakan dan memahami isi Lembar Penjelasan Penelitian.
2. Saya telah diberi kesempatan bertanya dan pertanyaan saya telah dijawab dengan memuaskan.
3. Saya memahami bahwa partisipasi saya bersifat sukarela dan dapat saya tarik kapan saja sebelum analisis akhir tanpa konsekuensi apapun.
4. Saya memahami bahwa perawatan medis saya tidak akan dipengaruhi oleh keputusan partisipasi riset.

Saya memberikan persetujuan untuk:

[ ] Penggunaan data klinis saya (yang dianonimkan) untuk analisis penelitian ini.

[ ] Dihubungi melalui email atau telepon untuk survei tindak lanjut pada 1 minggu dan 4 minggu pasca-event.

[ ] Penggunaan data agregat (tanpa identitas) untuk publikasi dan presentasi ilmiah.

[ ] Penyimpanan data anonim saya untuk kemungkinan analisis lanjutan dalam 10 tahun setelah publikasi.

Tanggal: _____ Tanggal: _____

_____ _____

Tanda Tangan Subjek **Tanda Tangan Saksi / Peneliti**