

A Systematic Literature Review: Pemantauan Beban Latihan Internal dan Kejadian Cedera pada Pemain Sepak Bola Elit

Qintarazany Elhaqe¹, Muhamad Fahmi Hasan¹, Mia Riko¹, Gifran Rihla Gifarka Latief¹, Agung Dwi Juniarsyah¹, Rini Syafriani¹, Tommy Apriantono¹

¹ Magister Keolahragaan, Sekolah Farmasi, Institut Teknologi Bandung, Kota Bandung, Jawa Barat 40132

Correspondence: qiezza18@gmail.com

(Received: 27 December 2024 | Revised: 10 July 2025 | Accepted: 29 August 2025)

ABSTRACT

Background: Football training is frequently associated with the injuries occurring, thus highlighting the crucial need for sports science to focus on the relationship between training load and injury incidence. In team sports, injuries can disrupt both individual athlete performance and overall team success. Training-load-related injuries are generally preventable, necessitating practical approaches such as internal training load monitoring.

Methods: This study employed a systematic literature review methodology. Relevant keywords were combined using the Scopus database. Only English-language research articles published between 2014 and 2024, focusing on internal training load monitoring and injury in football, and involving professional or elite male and female football players, were analyzed.

Results: The analysis yielded seven research articles that met the inclusion criteria. Injuries in football are a significant concern due to their negative impact on team. A significant relationship between internal load measurements and injury occurrence was found, although some previous studies did not support this finding. Internal training load variables applicable to football include Rate of Perceived Exertion (RPE), heart rate, and blood biomarkers.

Conclusions: A significant relationship exists between internal load measurements and injury occurrence in elite football players. In the context of training load monitoring, there is a significant practical value for coaches and healthcare staff to adopt this approach as an injury prevention strategy. For professional or elite level football, particularly, it is recommended to integrate monitoring methods using multiple internal load measurement variables.

Keywords: internal load; football; injury; training load

1. Latar Belakang

Sepak bola dikategorikan sebagai olahraga dengan tuntutan tinggi terutama pada sistem otot saraf untuk melakukan keterampilan akselerasi, deselerasi, perubahan arah, lompatan, dan *tackle* (Stølen et al., 2005). Sepak bola merupakan jenis olahraga intermiten dan salah satu kunci performanya adalah kondisi fisik pemain (Michailidis et al., 2024). Pemain sepak bola harus mampu menempuh jarak yang jauh dan melakukan aktivitas intensitas tinggi secara berulang dengan gerakan eksplosif (Apriantono et al., 2024). Sehingga, pemain sepak bola harus mampu memenuhi tuntutan tersebut pada saat latihan agar dapat menampilkan performa ketika kompetisi dengan optimal. Latihan sering dikaitkan dengan terjadinya cedera (Rogalski et al., 2013), adanya hubungan aktivitas latihan dengan kejadian cedera harus menjadi fokus utama dalam ilmu olahraga. Cedera dapat mengganggu performa diri atlet dan tim, Gabbett (2016) menjelaskan cedera yang berkaitan dengan beban latihan umumnya dapat dicegah sehingga perlu pendekatan praktis baik ilmu kesehatan maupun olahraga. Salah satu metode pencegahan cedera adalah dengan pemantauan beban latihan yang diterima oleh atlet. Kini pemantauan beban latihan semakin populer terutama pada olahraga tim tingkat elit untuk memastikan seluruh atlet mendapatkan dan mencapai stimulus latihan yang memadai (Gabbett, 2016).

Walaupun merancang suatu program latihan menjadi langkah pertama yang dilakukan dalam manajemen latihan, pemantauan beban latihan menjadi langkah penting selanjutnya untuk memantau keberhasilan proses latihan (Djaoui et al., 2017). Beban latihan didefinisikan sebagai gambaran total kerja fisik yang dilakukan atlet selama sesi latihan (Fransson et al., 2018; Jeffries et al., 2022). Upaya yang dilakukan atlet ketika latihan ataupun pertandingan dan respon individu yang dihasilkan, dapat berdampak positif maupun negatif pada performa mereka (Miguel et al., 2021). Impellizzeri et al (2004) menjelaskan, beban latihan adalah gambaran dari volume dan intensitas latihan yang diterima atlet selama satu sesi berlatih. Sehingga sangat penting untuk menerapkan perhitungan beban latihan agar dapat memahami tuntutan latihan ataupun kompetisi yang harus dipenuhi setiap minggunya oleh atlet sepak bola.

Proses pemantauan beban latihan dapat membantu pelatih dalam membuat keputusan apakah atlet dapat mengikuti kegiatan latihan maupun pertandingan (Bourdon et al., 2017) dengan tujuan untuk meningkatkan performa atlet dan mencegah terjadinya resiko cedera. Saat ini telah banyak metode untuk mengukur beban latihan, Bourdon et al (2017) menjelaskan pengukuran beban latihan atau kerja dikategorikan menjadi dua yaitu internal dan eksternal. Beban internal didefinisikan sebagai stres biologis relatif (secara fisiologis ataupun psikologis) yang dibebankan pada individu atlet ketika melakukan aktivitas latihan ataupun kompetisi (Drew and Finch, 2016; Miguel et al., 2021). Sedangkan beban eksternal merupakan pengukuran objektif dari aktivitas atau kerja yang dilakukan atlet ketika latihan atau kompetisi (Drew & Finch, 2016). Miguel et al (2021) berpendapat pelatih dan tim kesehatan harus memilih metode pengukuran beban latihan sebagai alat pemantauan yang tepat sesuai dengan situasi, kondisi, dan jenis olahraga. Sehingga dapat menjadi bahan evaluasi dan memberikan informasi penting kepada atlet dan pelatih akan kondisi atlet. Pada konteks olahraga tim, beban internal mewakili respon perspektif atau fisiologis individu (Mohr et al., 2023), mencakup penilaian tingkat upaya dan denyut jantung yang dirasakan oleh tiap atlet (Gabbett, 2016). Penggunaan RPE (*Rating of Perceived Exertion*) merupakan alat yang valid untuk mengukur beban internal pada olahraga sepak bola dan dapat digunakan untuk semua variasi sesi latihan (Impellizzeri et al., 2004; Mccall et al., 2018). Selain itu dapat diukur melalui denyut jantung, rasio denyut jantung terhadap RPE, *training impulse* (TRIMP yaitu satuan usaha fisik yang dihitung menggunakan denyut jantung maksimal, denyut jantung istirahat, atau rata – rata denyut jantung dikali dengan durasi), konsentrasi laktat, variabilitas denyut jantung, RPE (*Rate of Perceived Exertion*), dan pengukuran hormon, imunologi, atau biokimia (Halsen, 2014).

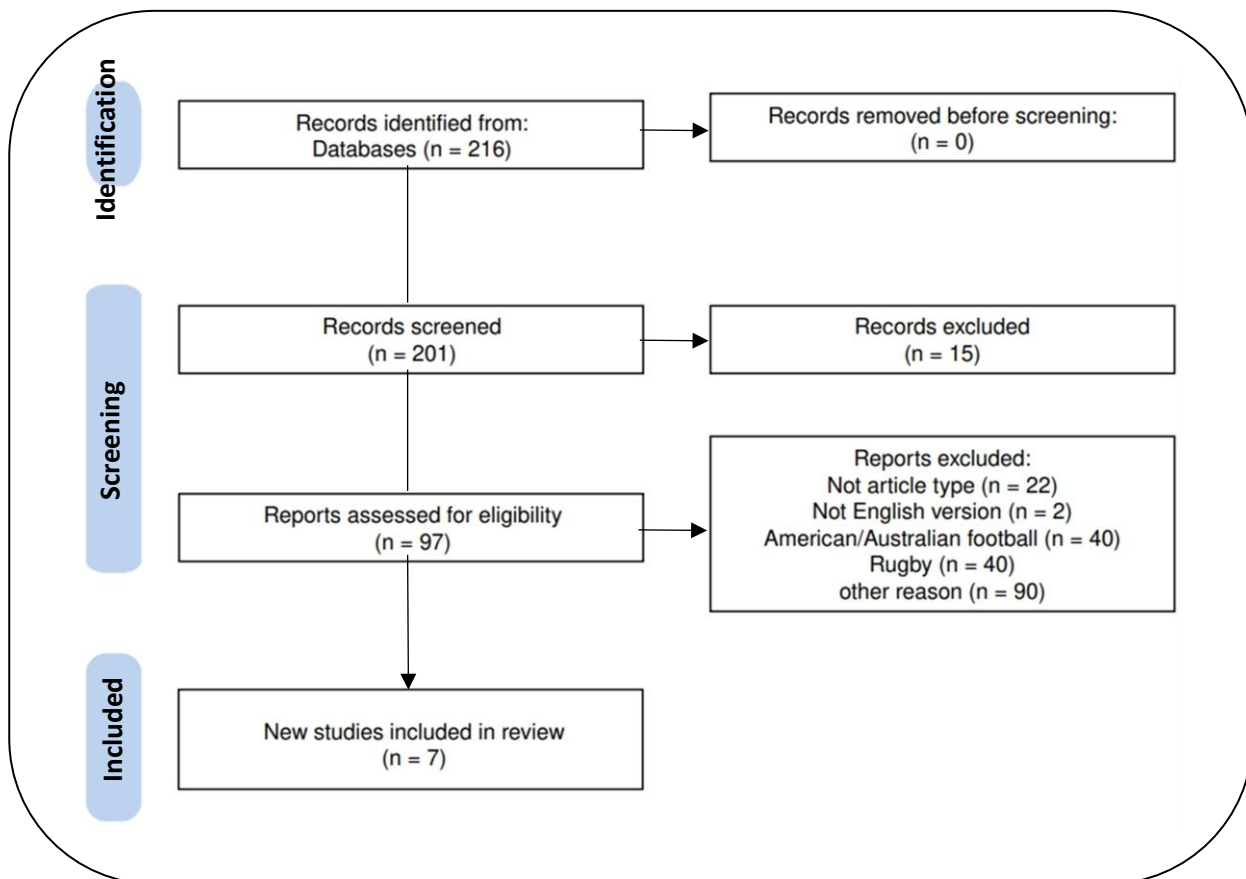
Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara beban latihan yang tinggi serta peningkatan resiko cedera non kontak pada atlet sepak bola profesional (Mohr et al., 2023). Mohr et al (2023) menjelaskan apabila beban latihan yang terlalu berat pada jangka waktu tertentu, dapat menyebabkan kelelahan otot dan kemungkinan cedera meningkat. Penelitian lain yang dilakukan oleh Gabbett (2004) menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara beban latihan yang diukur menggunakan RPE dan tingkat cedera latihan di musim liga pada atlet rugby semi-profesional. Penelitian tersebut menunjukkan adanya kejadian 159 cedera jaringan lunak terjadi selama 2 musim liga tersebut. Beban internal pada saat latihan dan pertandingan merupakan salah satu faktor terpenting dan perlu penelitian lebih lanjut untuk memberi rekomendasi praktis (Mccall et al., 2016) pada pelatih maupun staf medis terutama olahraga tim. Pada olahraga sepak bola, penggunaan metrik RPE merupakan alat yang valid untuk mengukur beban internal yang dapat digunakan pada berbagai variasi sesi latihan (Impellizzeri et al., 2004; Mccall et al., 2018). Metode sederhana tersebut, dapat menghitung beban internal dengan cara mengalikan durasi dan skor RPE yang dapat mewakili suatu besaran beban latihan dalam satuan *arbitrary unit* (AU) (Impellizzeri et al., 2004). Efektivitas manajemen beban kerja dalam olahraga menjadi hal penting dalam meminimalisir cedera, meningkatkan performa, serta menyeimbangkan latihan dan pemulihan.

Penelitian yang dilakukan pada 23 pemain sepak bola elit menunjukkan adanya peningkatan sebanyak 8% pada kemampuan aerobik dan anaerobik setelah para pemain melakukan program latihan pada periode pra musim (Meckel et al., 2018). Artinya kondisi fisik dan fisiologis pemain sepak bola selama musim kompetisi (*in-season*) sangat dipengaruhi terhadap adaptasi kondisi latihan ketika periode pra musim. Namun hal itu tidak selalu terjadi konsisten tiap periode pra musim seperti yang dijelaskan dalam penelitian Los Arcos et al (2018) kapasitas

aerobik setelah periode pra musim tidak konsisten meningkat dan ada perbedaan dari penelitian sebelumnya. Dari beberapa hasil penelitian tersebut menjadi alasan terpenting bagi pelatih dan tim kesehatan untuk memantau beban latihan internal dalam aktivitas latihan sehari – hari para atlet yang juga dijelaskan oleh Clemente et al (2021). Sesuai dengan karakteristiknya, sepak bola merupakan olahraga dengan aktivitas yang cepat dan intens serta melibatkan berbagai gerakan yang kompleks sehingga sangat beresiko cedera untuk para atlet. Jika pelatih dan tim kesehatan tidak melakukan pencegahan cedera, beresiko merugikan bagi individu atlet maupun keseluruhan tim. Salah satunya dengan memantau beban latihan internal atlet, karena memantau beban latihan yang diterima atlet dan merancang program latihan merupakan dua hal penting yang harus dilakukan pelatih untuk membantu meningkatkan performa serta meminimalisir resiko cedera. Di Indonesia, masih sedikit pembahasan terkait pemantauan beban latihan internal pada olahraga sepak bola, sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengumpulkan penelitian yang berkaitan dengan olahraga sepak bola profesional, menyajikan hasil temuan penelitian, dan mengetahui efektivitas pemantauan beban latihan internal untuk memprediksi kemungkinan atau kejadian cedera.

2. Methods

Penelitian ini disusun melalui analisis dengan metode *literature review*. Pencarian artikel ilmiah menggabungkan beberapa kata kunci yaitu: “*football*” OR “*soccer*”, “*internal load*” OR “*RPE*” OR “*sRPE*” OR “*heart rate*”, “*training load*” OR “*workload*”, “*injury*” OR “*injuries*” OR *muscle*”, AND NOT “*American football*” OR “*American Football*” menggunakan alat pencarian data yaitu Scopus. Beberapa kriteria inklusi yang ditetapkan yaitu 1) hanya artikel ilmiah yang membahas pemantauan atau pengukuran beban latihan internal dan berkaitan dengan cedera pada olahraga sepak bola; 2) Diterbitkan 10tahun terakhir (2014 – 2024); 3) Hanya artikel ilmiah berbahasa Inggris. Penelitian ini melibatkan subjek penelitian baik pria maupun wanita dengan tingkat pemain sepak bola profesional atau elit. Didapatkan 7 artikel penelitian yang telah melalui proses seleksi seperti pada gambar 1 diagram alur berdasarkan format PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*). Pada penelitian ini, format PICO (*Population, Intervention, Comparison, Outcome*) digunakan untuk mengidentifikasi kata kunci dan pertanyaan dari berbagai hasil penelitian. Dengan mengelompokan sesuai kriteria inklusi yang ditetapkan seperti pada gambar 1. Sehingga mengetahui kesesuaian subjek penelitian, intervensi yang ditetapkan, dan hasil dari penelitian yang akan ditinjau.



Gambar 1. Diagram alur seleksi artikel

Setelah dilakukan seleksi data sesuai kriteria inklusi, data diekstraksi dalam bentuk tabel seperti pada tabel 2. Tabel 2 mencakup data nama penulis dan tahun terbit, subjek penelitian, durasi data penelitian diambil, variabel yang digunakan, catatan kejadian cedera, dan hasil penelitian.

Tabel 1. Kriteria inklusi berdasarkan format PICO

Indikator PICO	Hasil
<i>Population</i>	Pemain sepak bola profesional (pria maupun wanita)
<i>Intervention</i>	Pengukuran beban internal latihan (semua bentuk pengukuran)
<i>Comparison</i>	Tidak ada perbandingan
<i>Outcomes</i>	Efektif / berkaitan dengan prediksi cedera

3. Hasil

Proses pencarian artikel ilmiah atau penelitian dalam penelitian ini adalah artikel yang dipublikasi pada rentang tahun 2014 – 2024, menggunakan alat pencarian yaitu Scopus. Terdapat 7 dokumen berdasarkan kriteria dan hasil analisis yang dilakukan seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil analisis data

Penulis, Tahun, & Kuartil Jurnal (Q)	Subjek	Durasi	Variabel	Jumlah Kejadian Cedera	Hasil
Clemente F.M. et al (2021) Q1	25 pemain sepak bola profesional	Selama periode pra- musim	<i>rating of perceived exertion (RPE)</i> dan biomarker darah	-	Beberapa parameter hematologi dan biokimia menunjukan adanya peningkatan signifikan setelah periode pra-musim. Adanya korelasi positif dan negatif (sedang - sangat besar) ditemukan antara beban latihan dan persentase perubahan ukuran biomarker darah.
Mohr P.A. et al (2022) Q1	32 pemain sepak bola	2 musim (2017 - 2018)	<i>rating of perceived exertion (RPE)</i>	33 kejadian cedera	Terdapat hubungan yang signifikan antara beban latihan kumulatif selama tiga minggu (C3, $p = 0,003$) dan empat minggu (C4, $p = 0,023$) dengan terjadinya cedera.
Lolli L. et al (2020) Q1	Pemain sepak bola profesional Qatar Stars League (QSL)	2 bulan	<i>rating of perceived exertion (RPE)</i>	18 kejadian cedera	Tidak ditemukan adanya hubungan relevan anantara pengukuran RPE (<i>rating of perceived exertion</i>) dengan kejadian cedera hamstring pada pemain sepak bola profesional.
Owen A.L. et al (2015) Q1	23 pria pemain sepak bola elit	2 musim kompetisi	Pemantauan denyut jantung	119 cedera (18,8 cedera / 1000jam)	Korelasi signifikan ditemukan antara volume latihan pada T-HI (<i>time spent in high-intensity</i>) dan kejadian cedera. <i>Very high-intensity</i> (T-VHI) (<i>Odds ratio</i> = 1,87) adalah zona lebih tinggi mengalami resiko cedera pertandingan. Secara khusus, resiko cedera yang lebih besar ditemukan pada pemain dengan beban kerja akut: kronik pada 1:4 minggu sebesar 0,97 hingga 1,38. dan >1,38 (RR 2,13; 95%CI 1,21 hingga 3,77, sangat mungkin berbahaya) dibandingkan dengan pemain yang beban kerja akut:kroniknya adalah 0,60 hingga 0,97. Beban kerja akut:kronik 1:3 sebesar >1,42 dibandingkan dengan 0,59 hingga 0,97 menunjukkan resiko cedera 1,94 kali lebih tinggi.
McCall A. et al (2017) Q1	171 pemain sepak bola dari 5 klub elit (<i>European teams</i>)		<i>rating of perceived exertion (RPE)</i>	123 cedera	Tidak ditemukan hubungan antara beban mingguan dan rasio beban akut : kronik dengan kejadian cedera. Selain itu, penanda beban yang dianalisis menunjukkan kemampuan yang buruk dalam memprediksi kejadian cedera.
Raya-González J. et al (2018) Q1	22 pemain sepak bola		<i>session rating of perceived exertion (s-RPE)</i>	27 kejadian cedera	Resiko cedera meningkat ketika total beban latihan 4minggu adalah > 10,629 AU dan total beban latihan 3
Delecroix, B., et al., (2018)	130 pemain	1 musim kompetisi penuh	<i>session rating of perceived exertion (s-RPE)</i>	237 kejadian cedera	

Penulis, Tahun, & Kuartil Jurnal (Q)	Subjek	Durasi	Variabel	Jumlah Kejadian Cedera	Hasil
Q1	sepak bola elit				minggu adalah > 8319 AU, yang mengindikasikan keterkaitan beban kerja kumulatif dan kejadian cedera.

3. Diskusi

Dari hasil penelitian yang disajikan dalam tabel 2, hanya pengukuran atau pemantauan dengan data beban internal yang ditinjau untuk mengetahui efektivitas dan hubungannya dengan prediksi atau kejadian cedera pada pemain sepak bola profesional. Beban internal dapat diukur menggunakan berbagai alat atau cara seperti: *rating of perceived exertion* (RPE) (Clemente et al., 2021; Mohr P.A. et al., 2023; Mccall et al., 2018; Raya-González J. et al., 2018; Lolli et al., 2020). RPE atau *Rating of Perceived Exertion* sendiri di populerkan oleh Borg yang didefinisikan sebagai kondisi perasaan lelah, kelelahan lokal, dan kesulitan bernafas ketika aktivitas olahraga, yang diukur menggunakan skala nilai (Borg, 1998). Skala RPE Borg menjadi populer dan mudah untuk digunakan, Borg (1998) menjelaskan skala tersebut tidak hanya untuk mengetahui seberapa berat suatu sesi latihan namun juga dapat mengetahui seberapa berat suatu sesi latihan tersebut. Ada 2 skala RPE Borg yang dikembangkan yaitu skala CR20 Borg dan skala CR10 Borg (Borg, 1998), namun saat ini skala RPE (*Rating of Perceived Exertion*) CR10 Borg paling sering digunakan dalam berbagai penelitian dan praktik olahraga karena skala tersebut terdiri dari nilai atau skor 1 hingga 10. Dalam hasil penelitian Impellizzeri et al (2004) dijelaskan penggunaan RPE merupakan alat yang murah dan mudah digunakan oleh pelatih dan staf pendukung dalam memantau dan mengontrol beban internal atlet. Mohr P.A. et al (2023) menjelaskan dalam penelitiannya yang menggunakan RPE Borg CR10 untuk mengukur beban internal 32 pemain sepak bola profesional selama musim latihan, yang ditemukan adanya hubungan antara akumulasi beban latihan dan kejadian cedera selama 2 musim (505 sesi latihan dan 124 sesi kompetisi). Selama penelitian Mohr P.A. et al berlangsung, terdapat 33 kejadian cedera non kontak yang terjadi. Rata – rata kejadian cedera tersebut sebanyak 3,9 cedera per 1000 jam, terutama pada beban kerja kumulatif tinggi di 4 dan 3 minggu (5335 dan 3980 *Arbitrary Unit*) meningkatkan risiko cedera 4,5 kali lebih tinggi dibanding pada minggu – minggu dengan beban kerja kumulatif sedang. AU atau *arbitrary unit* adalah satuan untuk menyatakan beban kerja yang di hitung dengan mengkalikan intensitas atau nilai RPE yang dirasakan pemain dengan durasi sesi latihan atau pertandingan (Delecroix et al., 2018).

Selain mengukur beban internal dengan RPE, penelitian Mohr P.A. et al (2023) menggunakan metode ACWR (*Acute:Chronic Workload Ratio*) melihat rasio resiko cedera pada subjek penelitian. Sejalan dengan hasil penelitian Mccall et al (2018) yang menggunakan RPE dalam pengukuran beban internal dan dikaitkan dengan kejadian cedera non kontak. Penelitian tersebut juga menerapkan perhitungan ACWR dalam menentukan rasio cedera, di mana berdasarkan hasil analisis terhdapat hubungan signifikan antara nilai ACWR berbasis data RPE dengan kejadian cedera non kontak. Perhitungan ACWR menggunakan data periode 1:4 yaitu 1 minggu terakhir yang disebut beban latihan akut dan 4 minggu sebelumnya yaitu beban latihan kronis. Perbandingan beban kerja akut dan kronis merupakan perubahan relatif yang disarankan sebagai ukuran beban suatu kerja pada olahraga yang relevan dalam mengidentifikasi cedera pada atlet (Soligard et al., 2016). Penggunaan skala RPE juga diterapkan dalam penelitian Raya-González J. et al (2018) sebagai alat untuk menilai beban internal yang diterima atlet selama periode penelitian. Perhitungan menggunakan ACWR berbasis RPE juga diterapkan dalam penelitian ini untuk menghitung rasio resiko cedera pemain sepak bola. Sebanyak 22 pemain sepak bola profesional mengikuti 141 sesi latihan dan 38 sesi pertandingan dengan rata – rata total beban latihan pada pra musim 2682.07 ± 733.34 AU (*Arbitrary Unit*) dan periode *in-season* 2664.21 ± 432.46 AU (*Arbitrary Unit*). Sebanyak 27 kejadian cedera non kontak terjadi selama periode tersebut. Dari hasil total beban latihan dan rasio ACWR, ditemukan tidak adanya hubungan yang signifikan dengan kejadian cedera. Namun Raya-González et al (2018) menjelaskan tidak adanya hubungan tersebut berkaitan dengan analisis data yang

berbeda karakteristik dan tingkat pengalaman para pemain sepak bola. Hubungan pengukuran beban internal dengan RPE dan kejadian cedera ditemukan dalam penelitian Delecroix et al (2018) yang melibatkan 130 pemain sepak bola elit dari 5 klub sepak bola Eropa. Hanya kejadian cedera non kontak yang dilaporkan dan dianalisis dalam penelitian ini. Temuan utama menjelaskan beberapa beban kerja absolut seperti beban kumulatif selama 3 dan 4 minggu secara signifikan berkaitan dengan kejadian cedera non kontak. Rata-rata beban kerja absolut dikelompokkan menjadi 4 periode, rata – rata beban absolut selama 4 minggu, 3 minggu, 2 minggu, dan 1 minggu. Dari hasil analisis, ada probabilitas kejadian cedera harian diantara beberapa periode yaitu sebesar 1,08% probabilitas cedera dapat terjadi dengan nilai rata – rata beban kerja absolut 4 minggu $>10,629$ AU (*Arbitrary Unit*).

Delecroix et al (2018) juga menggunakan perhitungan rasio ACWR untuk memprediksi resiko cedera dalam bentuk rasio berdasarkan data beban internal yang didapatkan. Dijelaskan jika kejadian cedera terjadi lebih tinggi saat rasio beban akut dan kronik selama 4 dan 2 minggu berada di nilai $<0,85$. Berbeda dengan hasil penelitian Lolli et al (2020) yang juga menggunakan RPE dalam perhitungan beban internal, dijelaskan jika tidak ditemukan adanya hubungan yang relevan antara nilai RPE dan durasi sesi latihan dengan kejadian cedera hamstring pada pemain sepak bola profesional. Penelitian ini melihat keterkaitan beban latihan pemain dengan kejadian cedera hamstring yang memberikan pemahaman baru tentang hubungan beban kerja dengan cedera. RPE digunakan untuk melihat dan mengukur keseluruhan intensitas sesi latihan, nampaknya penggunaan RPE saja gagal memahami keseluruhan aspek yang diterima pemain misalnya kondisi denyut jantung, kecepatan lari, dan lain sebagainya meskipun RPE praktis digunakan. Selain RPE, beban latihan internal dapat diukur atau dipantau dengan variabel lainnya yaitu denyut jantung (Owen et al., 2015). Kebutuhan fisiologis pemain sepak bola dapat dinilai dengan memantau denyut jantung selama pertandingan berlangsung (Bujnovsky et al., 2019). Dari hasil penelitian terdahulu menjelaskan jika rata – rata intensitas latihan pemain sepak bola profesional yaitu 80 – 90% dari denyut jantung maksimal (Bujnovsky et al., 2019; Gómez-Carmona et al., 2018). Owen et al (2015) dalam penelitiannya membagi menjadi 2 zona yaitu zona intensitas tinggi (T-HI) (80-90%) dan zona intensitas sangat tinggi (T-VHI) ($> 90\%$) dari hasil pengukuran denyut jantung maksimal. Bagian cedera paling banyak adalah *lower leg* (18%) terjadi saat kompetisi dan latihan (14%). Data cedera yang digunakan adalah kondisi ketika pemain mengeluhkan kondisi fisik yang mereka alami selama kompetisi maupun latihan, sehingga pemain tidak dapat ikut serta dalam hari latihan atau kompetisi setidaknya selama satu hari namun bukan hari dimana cedera tersebut terjadi (Fuller et al., 2006). Sebanyak 119 kejadian cedera terjadi selama 2 musim dengan pembagian: 1) 87 cedera terjadi saat kompetisi, 44,8% karena *overuse* dan 55,2% traumatis; serta 2) 32 cedera terjadi saat latihan, sebanyak 53,1% cedera *overuse* dan 46,8% traumatis. Setiap 1000 jam, rata – rata terjadi cedera sebanyak 18,8, dari kejadian tersebut ditemukan adanya hubungan antara intensitas latihan yang diukur dengan denyut jantung dan jumlah keseluruhan kejadian cedera ($p=0,005$). Namun, dari hasil analisis jumlah frekuensi cedera dengan intensitas latihan tidak ditemukan adanya korelasi. Dapat diketahui jika pendekatan pemantauan beban latihan dengan menggunakan zona spesifik denyut jantung hanya memiliki efek “moderat” pada kejadian cedera (Owen et al., 2015).

Selain RPE dan denyut jantung, beban internal juga dapat dilakukan dengan biomarker darah dari individu pemain seperti untuk melihat interaksi dengan hasil beban internal yang dinilai menggunakan RPE (Clemente et al., 2021). Ada dua parameter digunakan dalam penelitian ini yaitu parameter hematologi, dengan beberapa variabel pengukuran yaitu: sel darah putih, sel darah merah, hemoglobin, *Red cells distribution width* (RCDW), *Mean Corpuscular Volume* (MCV), *Hematocrit* (Ht), *Mean corpuscular hemoglobin concentration* MCHbC, *Platelets* (PLT), *Mean platelets volume* (MPLTV), *Mean corpuscular hemoglobin* (MCHb), dan lain sebagainya. Sedangkan untuk parameter biokimia diukur dari variabel potassium, kalsium, sodium, *alkaline phosphatase*, *C-reactive protein*, total kolesterol, *albumin*, *ferritin*, *low-density lipoprotein cholesterol* (C-LDL), *high-density lipoprotein cholesterol* (C-HDL), *keratin*, *triglycerides*, kortisol, testosteron, and rasio testosteron / kortisol dan menggunakan RPE untuk mengukur beban internal. Ditemukan adanya hubungan signifikan dari pengukuran beban internal antara biomarker darah dengan RPE. Pengukuran biomarker darah dilakukan sebelum dan

setelah periode pra musim (latihan), Huggins et al (2019) menjelaskan pemantauan biomarker darah pada periode tersebut memainkan peran dalam peningkatan positif pada adaptasi latihan, menurunkan resiko cedera, penyakit, dan tekanan stres berlebih yang dapat muncul ketika musim pertandingan. Namun dalam penelitian Clemente et al (2021) tidak menjelaskan rasio cedera yang terjadi pada saat periode latihan. Untuk memaksimalkan performa fisik atlet sepak bola elit selama pertandingan, dapat dimulai dengan melakukan pemantauan beban latihan dan pertandingan (Kunzmann et al., 2022). Killen N.M., et al (2010) dan Gabbett & Domrow (2007) merekomendasikan penggunaan RPE yang digabungkan dengan monitor denyut jantung dalam pemantauan beban latihan untuk memperkuat penggunaan denyut jantung sebagai metode valid dalam mengukur atau menilai beban kerja olahraga. Secara umum, beban kerja adalah suatu konsep yang dapat dinilai dan dihitung melalui pengukuran baik melalui internal, eksternal (McCall et al., 2016) atau menggabungkan kedua metode tersebut. Pada beberapa penelitian sebelumnya yang dibahas menggunakan metode ACWR merupakan metode yang beberapa tahun terakhir mulai populer dalam praktik pemantauan beban latihan terutama pada olahraga tim. Metode tersebut dipopulerkan oleh Gabbett (2016), yaitu alat prediksi cedera yang mencerminkan respon kelelahan jangka pendek terhadap beban kerja yang diterima. Michailidis (2024) berpendapat penilaian menggunakan RPE untuk menghitung rasio beban kerja akut dan kronis (ACWR) dapat memberikan representasi yang aman dari beban internal atlet.

Karakteristik gerakan sepak bola yang dinamis dan kompleks, berkontribusi menimbulkan tingginya resiko cedera (Lu et al., 2017). Adanya hubungan signifikan antara pengukuran beban internal terhadap kejadian cedera seperti pada hasil penelitian Clemente et al (2021), Mohr P.A. et al (2023), McCall et al (2018), Delecroix, B., et al., (2018), dan Owen et al (2015) menjadi penting untuk dipertimbangkan dalam praktik olahraga karena dapat berpengaruh terhadap performa atlet. Meskipun memberi kontribusi yang signifikan dalam pemahaman hubungan pengukuran beban internal dengan kejadian atau resiko cedera, perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk memastikan keakuratan pengukuran sebagai alat pemantauan beban kerja olahraga yang tepat pada olahraga sepak bola. Seperti pada hasil penelitian Lolli L. et al (2020) dan Raya-González J. et al (2018) yang tidak menemukan adanya hubungan antara pemantauan beban internal dan kejadian cedera pada beberapa atlet sepak bola. Misalnya dengan mengintegrasikan berbagai metode dalam pemantauan beban latihan, akan lebih mendapatkan hasil yang valid dalam menilai beban latihan di berbagai periode serta lebih memperkuat hasil hubungan atau tingkat resiko adanya kejadian cedera dalam olahraga sepak bola. Penelitian ini memiliki batasan yaitu hanya fokus pada beban internal untuk memantau beban latihan atlet sepak bola elit. Penelitian dimasa depan, perlu adanya pengembangan atau penerapan metrik lain yang lebih mendalam dan spesifik untuk cabang olahraga sepak bola seperti menggabungkan dua kategori pengukuran beban kerja yaitu internal dan eksternal. Selain itu, hasilnya dapat membantu pelatih dalam merancang periodisasi latihan berdasarkan kondisi atlet dan kebutuhan capaian atlet ketika berlatih untuk meningkatkan performa yang optimal.

4. Kesimpulan dan Saran

Terdapat hubungan signifikan antara pengukuran beban internal dengan kejadian cedera pada pemain sepak bola elit. Cedera pada olahraga sepak bola menjadi hal yang penting diperhatikan karena dapat berdampak negatif bagi individu atlet maupun keseluruhan tim olahraga. Dalam konteks pemantauan beban latihan, terdapat nilai praktis yang signifikan diterapkan dan diperhatikan untuk pelatih serta staf kesehatan dalam pembinaan olahraga sebagai metode pencegahan cedera. Pemantauan beban internal atlet sepak bola menggunakan skala penilaian RPE (*Rating of Perceived Exertion*) Borg 10 menjadi salah satu indeks yang paling populer dan mudah untuk digunakan pelatih. Walaupun tidak semua penelitian terdahulu mendukung hubungan positif antara pengukuran beban internal menggunakan RPE, akan tetapi masih ada aspek positif yang disebutkan dalam penggunaan RPE yang menjadi alat valid dalam pemantauan beban internal sepak bola. Selain RPE, penulis merekomendasikan untuk menggabungkan beberapa variabel dalam pemantauan beban internal seperti monitor denyut jantung yang terdapat hubungan signifikan pada kejadian cedera atlet. Untuk tingkat olahraga profesional atau elit terutama olahraga sepak bola, direkomendasikan untuk mengintegrasikan metode

pemantauan yaitu menggunakan beberapa variabel beban internal serta alat perhitungan ACWR (*Acute:Chronic Workload Ratio*) sebagai prediktor resiko cedera olahraga sepak bola yang efektif.

5. Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada Kementerian Keuangan Indonesia melalui program beasiswa LPDP (Lembaga Pengelola Dana Pendidikan) yang telah memberikan bantuan dana untuk artikel ilmiah ini.

6. Daftar Pustaka

- Apriantono, T., Hasan, M. F., Ramanian, N. S., Syafriani, R., Kusnaedi, K., Sunadi, D., Bahri, S., Juniarsyah, A. D., Latief, G. R. G., Elhaque, Q., Festiawan, R., & Pambudi, Y. T. (2024). Soccer training load research mapping and trends: a bibliometric analysis. *Retos*, 60, 990–1001. <https://doi.org/10.47197/retos.v60.108324>
- Borg, G. (1998). Borg's perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*, July 1998, 111.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gustin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T. J., Coutts, A. J., Burgess, D. J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: Consensus statement. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(August 2018), 161–170. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2017-0208>
- Bujnovsky, D., Maly, T., Ford, K. R., Sugimoto, D., Kunzmann, E., Hank, M., & Zahalka, F. (2019). Physical fitness characteristics of high-level youth football players: Influence of playing position. *Sports*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/10.3390/sports7020046>.
- Bult, H. J., Barendrecht, M., Joeri, I., & Tak, R. (2018). Injury Risk and Injury Burden Are Related to Age Group and Peak Height Velocity Among Talented Male Youth Soccer Players. *Orthop J Sports Med*, 11 (6) 1–10. <https://doi.org/10.1177/2325967118811042>.
- Clemente, F. M., González-Fernández, F. T., Ceylan, H. I., Silva, R., Younesi, S., Chen, Y. S., Badicu, G., Wolański, P., & Murawska-Ciałowicz, E. (2021). Blood biomarkers variations across the pre-season and interactions with training load: A study in professional soccer players. *Journal of Clinical Medicine*, 10(23). <https://doi.org/10.3390/jcm10235576>
- Delecroix, B., McCall, A., Dawson, B., Berthoin, S., & Dupont, G. (2018). Workload and non-contact injury incidence in elite football players competing in European leagues. *European Journal of Sport Science*, 18(9), 1280–1287. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1477994>
- Djaoui, L., Haddad, M., Chamari, K., & Dellal, A. (2017). Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. In *Physiology and Behavior* (Vol. 181, pp. 86–94). <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.09.004>
- Drew, M. K., & Finch, C. F. (2016). The Relationship Between Training Load and Injury, Illness and Soreness: A Systematic and Literature Review. *Sports Medicine*, 46(6), 861–883. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0459-8>
- Fransson, D., Nielsen, T. S., Olsson, K., Christensson, T., Bradley, P. S., Fatouros, I. G., Krstrup, P., Nordsborg, N. B., & Mohr, M. (2018). Skeletal muscle and performance adaptations to high-intensity training in elite male soccer players: speed endurance runs versus small-sided game training. *European Journal of Applied Physiology*, 118(1), 111–121. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3751-5>
- Fuller, C. W., Ekstrand, J., Junge, A., Andersen, T. E., Bahr, R., Dvorak, J., Hägglund, M., McCrory, P., &

- Meeuwisse, W. H. (2006). Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 193–201. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.025270>
- Gabbett, T. J. (2004). Influence of training and match intensity on injuries in rugby league. *Journal of Sports Sciences*, 22(5), 409–417. <https://doi.org/10.1080/02640410310001641638>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>
- Gabbett, T. J., & Domrow, N. (2007). Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25(13), 1507–1519. <https://doi.org/10.1080/02640410701215066>
- Gómez-Carmona, C. D., Gamonales, J. M., Pino-Ortega, J., & Ibáñez, S. J. (2018). Comparative analysis of load profile between small-sided games and official matches in youth soccer players. *Sports*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/sports6040173>
- Halson, S. L. (2014). Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sports Medicine*, 44, 139–147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>
- Huggins, R. A., Fortunati, A. R., Curtis, R. M., Looney, D. P., West, C. A., Lee, E. C., Fragala, M. S., Hall, M. L., & Casa, D. J. (2019). Monitoring Blood Biomarkers and Training Load Throughout a Collegiate Soccer Season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(11), 3065–3077. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002622>
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). *Use of RPE-Based Training Load in Soccer. Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1042–1048. DOI: 10.1249/01.MSS.0000128199.23901.2F.
- Jeffries, A. C., Marcora, S. M., Coutts, A. J., Wallace, L., McCall, A., & Impellizzeri, F. M. (2022). Development of a Revised Conceptual Framework of Physical Training for Use in Research and Practice. *Sports Medicine*, 52(4), 709–724. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01551-5>.
- Killen, N.M., Gabbett, T.J., & Jenkins, D.G. Training Loads and Incidence of Injury During the Preseason in Professional Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2079 – 2084.
- Kunzmann, E., Ford, K. R., Sugimoto, D., Baca, A., Hank, M., Bujnovsky, D., Mala, L., Zahalka, F., & Maly, T. (2022). Differences in External and Internal Load in Elite Youth Soccer Players within Different Match Timing Zones. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(14). <https://doi.org/10.3390/app12147230>
- Lolli, L., Bahr, R., Weston, M., Whiteley, R., Tabben, M., Bonanno, D., Gregson, W., Chamari, K., Di Salvo, V., & van Dyk, N. (2020). No association between perceived exertion and session duration with hamstring injury occurrence in professional football. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(3), 523–530. <https://doi.org/10.1111/sms.13591>
- Los Arcos, A., Castillo, D., & Martínez-Santos, R. (2018). Influence of initial performance level and tactical position on the aerobic fitness in soccer players after preseason period. *Science and Medicine in Football*, 2(4), 294–298. <https://doi.org/10.1080/24733938.2018.1451652>
- Lu, D., Howle, K., Waterson, A., Duncan, C., & Duffield, R. (2017). Workload profiles prior to injury in professional soccer players. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 237–243. <https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1339120>
- Mccall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies , coach compliance and player

- adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams : a survey of teams ' head medical of fi cers.
Br J Sports Med, 725–730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
- Mccall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2018). Internal workload and non-contact injury : a one- season study of five teams from the UEFA Elite Club Injury Study. *British Journal of Sports Medicine*, 1–6. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098473>.
- McCall, A., Dupont, G., & Ekstrand, J. (2016). Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: A survey of teams' head medical officers. *British Journal of Sports Medicine*, 50(12), 725–730. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095259>
- Meckel, Y., Doron, O., Eliakim, E., & Eliakim, A. (2018). Seasonal variations in physical fitness and performance indices of elite soccer players. *Sports*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.3390/sports6010014>
- Michaildis, Y., Bagkos, T., Kaldaras, V., Gissis, I., & Metaxas, T. (2024). The Profile of the Internal Load of Amateur Soccer Players during Official Matches with Formation 1-4-3-3 and Relationships with Indexes of External Load. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/app14010258>
- Michailidis, Y. (2024). A Systematic Review on Utilizing the Acute to Chronic Workload Ratio for Injury Prevention among Professional Soccer Players. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/app14114449>
- Miguel, M., Oliveira, R., Loureiro, N., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Load measures in training/match monitoring in soccer: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 1–26. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052721>
- Mohr, A. P. A., Matias, T. S., & Lucas, R. D. De. (2023). Association between internal training load and muscle injuries in Brazilian professional soccer players. 675–679.
- O'Keeffe, S., O'Connor, S., & Ni Chéilleachair, N. (2020). Are internal load measures associated with injuries in male adolescent Gaelic football players? *European Journal of Sport Science*, 20(2), 249–260. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1621950>.
- Owen, A.L., Forsyth, J.J., Wong, D.P., Dellal, A., Connelly, S.P., & Chamari, K. (2015). Heart Rate-Based Training Intensity and its Impact on Injury Incidence Among Elite-Level Professional Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(6), 1705-1712.
- Raya-González, J., Nakamura, F. Yuzo, Castillo, D., Yanci, J., & Fanchini, M. (2018). Determining the Relationship Between Internal Load Markers and Non-Contact Injuries in Young Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance: Human Kinetics*.
- Rogalski, B., Dawson, B., Heasman, J., & Gabbett, T. J. (2013). Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 499–503. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.12.004>
- Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., Gabbett, T., Gleeson, M., Hägglund, M., Hutchinson, M. R., Janse Van Rensburg, C., Khan, K. M., Meeusen, R., Orchard, J. W., Pluim, B. M., Raftery, M., Budgett, R., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096581>.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501–536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>