

**PERAN TEKNOLOGI HANS (Head and Neck support) DALAM REVOLUSI
KESELAMATAN PEMBALAP FORMULA 1**

Rivan Saghita Pratama¹, Indra Ramadhan² Avivah Zalzabilah (6101422128³) Kiki
Revalyn Amelia (6101422137⁴)

Universitas Negeri Semarang

Alamat e-mail :

1rivan.saghita.pratama@mail.unnes.ac.id

2indraramadhan@mail.unnes.ac.id

3Avivahzalzabilah306@students.unnes.ac.id

4revalynkiki@students.unnes.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the development and effectiveness of the Head and Neck Support (HANS) technology as a safety standard for Formula 1 drivers. The main focus of the research is to evaluate the extent of which the implementation of HANS technology can reduce the risk of fatal head and neck injuries among drivers, as well as to examine its integration with other safety devices. The research method used is a descriptive qualitative approach. The subjects of the study include FIA regulations, F1 accident reports, biomechanical data, and laboratory test result from official journals and documents. The research hypothesis suggest that the implementation of HANS can significantly reduce the level of head and neck injuries in highspeed crashes, and that this technology has become an integral part of modern racing safety systems capable of saving drivers lives.

Keywords: HANS, Racing Safety, Formula 1

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan dan efektivitas teknologi Head and Neck Support (HANS) sebagai standar keselamatan pembalap Formula 1. Fokus utama penelitian adalah untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan teknologi HANS mampu menurunkan resiko cedera fatal pada kepala dan leher pembalap serta mengkaji integrasinya dengan perangkat keselamatan lainnya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi pendekatan kualitatif deskriptif. Subjek penelitian mencakup regulasi FIA, laporan kecelakaan F1, data biomekanik, dan hasil uji laboratorium dari jurnal dan dokumen resmi. Hipotesis penelitian menunjukkan bahwa penerapan HANS secara signifikan dapat menurunkan tingkat cedera kepala dan leher dalam kecelakaan berkecepatan tinggi, teknologi ini sudah menjadi bagian integral dari sistem keselamatan balap modern yang dapat menyelamatkan nyawa pembalap.

Kata Kunci: HANS, Keselamatan Balap, Formula 1

Catatan : Nomor HP tidak akan dicantumkan, namun sebagai fast respon apabila perbaikan dan keputusan penerimaan jurnal sudah ada.

A. Pendahuluan (12 pt dan Bold)

Formula Satu (F1) telah berkembang menjadi olahraga yang sangat kompetitif dan memiliki perkembangan teknologi yang sangat pesat, dengan perlombaan yang memikat, mendebarkan dan memamerkan teknik profesional. Formula satu memegang peranan penting dalam olahraga bermotor. Formula satu dikenal secara luas sebagai puncak olahraga balap mobil, yang menarik jutaan penggemar di seluruh dunia (Ghofar 2024). Formula satu menjadi salah satu wadah bagi tim dan pembalap untuk menunjukkan keterampilan mereka, dengan ketepatan, kecepatan dan inovasi (Tjønndal 2021). Formula satu telah menjadi perbincangan publik sejak awal berdirinya pada tahun 1950, olahraga ini sukses menarik jutaan penggemar di seluruh dunia. Olahraga F1 adalah salah satu olahraga yang sangat terkenal secara global yang mendorong kemajuan teknologi dan menarik jutaan penggemar di seluruh dunia (Schneiders and Rocha 2022). Pada akhir abad ke-19 dan awal abad

ke-20, balapan mobil diselenggarakan terutama untuk menguji kemampuan kendaraan yang baru dikembangkan (Egon Axelsson and Jakob Reinholdson 2022). Piala Gordon Bennett memainkan peran penting dalam membentuk masa depan olahraga F1 karena balapan internasional ini bertujuan untuk mempromosikan pengembangan teknologi otomotif (Næss 2023). Lahirnya F1 dapat dikaitkan dengan pembentukan Federation Internationale de l'Automobile (FIA) pada tahun 1904. FIA, badan yang mengatur olahraga bermotor, dibentuk untuk mengatur dan menyelenggarakan acara balap internasional. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan standar aturan dan memastikan persaingan yang adil diantara peserta. Pada tahun 1946, FIA memperkenalkan serangkaian peraturan yang dikenal sebagai formula A. Peraturan ini bertujuan untuk menciptakan kerangka kerja standar untuk balapan, termasuk batas kapasitas mesin, pembatasan berat, dan spesifikasi teknik (Bopaiah and Samuel 2020).

Kejuaraan Dunia Formula Satu perdana berlangsung pada tahun 1950. Kejuaraan ini diselenggarakan oleh FIA dan terdiri dari tujuh balapan yang diadakan di Eropa. Tim yang berpartisipasi termasuk pabrikan terkenal seperti Alfa Romeo, Ferrari, dan Maserati. Giuseppe Farina, yang mengemudi untuk Alfa Romeo, muncul sebagai Juara Dunia Formula Satu yang pertama (Maurya 2021). Pengenalan peraturan standar dan Kejuaraan Dunia Formula Satu perdana pada tahun 1950 menandai tonggak penting dalam evolusi olahraga tersebut. Saat ini, Formula Satu berdiri sebagai puncak olahraga bermotor, memikat penonton di seluruh dunia dengan sensasi kecepatan tinggi dan kemajuan teknologinya.

Seiring berjalannya waktu, F1 tidak hanya dikenal karena kompetisi kecepatannya, tetapi juga karena perkembangan teknologinya. Salah satu aspek utama yang menjadikannya menarik adalah karena penekanannya pada aspek kemajuan teknologi. F1 berfungsi sebagai tempat untuk mengembangkan dan menyempurnakan teknologi otomotif, F1 telah menjadi yang terdepan dalam

inovasi, mendorong kemajuan dalam industri otomotif secara keseluruhan. Salah satu perkembangan teknologi yang diciptakan dalam F1 yaitu dengan fokus pada desain bodi dan aerodinamika (Li 2023). Mobil pada F1 terus berinovasi dalam desain bodi untuk mencapai performa yang maksimal, meminimalkan hambatan udara dan memaksimalkan downforce (Lian 2024). Kemudian perubahan syarat untuk musim 2026 akan memunculkan F1 pada era perubahan yang baru dengan memunculkan peningkatan kapasitas baterai dan penggunaan bahan bakar berkelanjutan. Perubahan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi termal dan mengurangi emisi, sejalan dengan tren global menuju keberlanjutan dalam industri otomotif (Xu 2023). F1 terus berinovasi dan beradaptasi dengan perkembangan teknologi, menjadikan F1 sebagai salah satu pelopor dalam industri otomotif dan sumber inspirasi bagi pengembangan teknologi kendaraan di masa yang akan datang.

Sebelum teknologi F1 berkembang secanggih dan sekompleks seperti sekarang, aspek keselamatan pembalap masih menjadi kelemahan utama.

Kurangnya perhatian terhadap pembalap menciptakan resiko tinggi di Sirkuit Nurburgring, yang pada akhirnya menyebabkan kecelakaan serius yang menimpa pembalap legendaris asal Austria, Niki Lauda seorang pembalap juara dunia F1 sebanyak tiga kali. Pada 1 agustus 1976, saat memimpin klasemen kejuaraan dunia, Niki Lauda mengalami kecelakan hebat dalam Grand Prix Jerman di Sirkuit Nurburgring. Mobil Ferrari yang dikendarainya terbakar setelah menabrak batu di sisi lintasan, dan Niki Lauda terjebak di dalam mobil selama hampir satu menit sebelum berhasil diselamatkan. Niki Lauda berperan besar dalam mendorong penggunaan sistem HANS (Head and Neck Support). Setelah mengalami kecelakaan berat, Niki Lauda semakin menaruh perhatian besar terhadap pentingnya keselamatan pembalap di lintasan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran penting teknologi HANS (Head and Neck Support) dalam meningkatkan keselamatan pembalap F1. Sistem hans menjadi acuan dalam Sejarah keselamatan pembalap, khususnya untuk mengurangi resiko cedera serius pada

kepala dan leher saat terjadi kecelakaan berkecepatan tinggi. Dengan artikel ini penulis ingin mengetahui perkembangan teknologi hans. Teknologi hans mendorong perubahan besar dalam standar keselamatan F1 dan menjadi bagian dari inovasi teknologi yang terus berkembang dalam dunia otomotif. Dengan demikian, artikel ini tidak hanya bertujuan memberikan informasi teknis, tetapi juga membangun kesadaran akan pentingnya keselamatan dalam olahraga beresiko tinggi seperti F1.

Dalam kecelakaan balap, terutama yang menyebabkan benturan pada leher dan kepala pada pembalap dapat mengalami gerakan tidak terkontrol dan berlebihan. Tanpa perlindungan yang memadai, hal ini dapat menyebabkan cedera serius seperti skull fraktur yang sering berakibat fatal. Sebelum adanya hans, cedera seperti ini menjadi penyebab kematian utama pada pembalap (Fallon et al. 2025). Hans dirancang untuk mengurangi gerakan kepala yang berlebihan dengan cara menghubungkan kepala ke tubuh melalui tali pengikat yang terpasang pada helm dan tubuh pembalap. Hans bekerja dengan cara membatasi

pergerakan kepala saat terjadi benturan, sehingga mengurangi resiko cedera pada leher dan kepala(Kempema 2024).

Penelitian ini didasarkan pada asumsi bahwa penggunaan system hans memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keselamatan pembalap, khususnya dalam mengurangi resiko cedera pada kepala dan leher saat terjadi kecelakaan. Dengan melihat data kecelakaan yang pernah terjadi, penulis menduga bahwa pembalap yang menggunakan perangkat hans memiliki kemungkinan mengalami cedera fatal yang lebih kecil dibandingkan dengan yang tidak menggunakannya. Selain itu, penelitian ini juga berasumsi bahwa intergrasi HANS dengan helm balap modern menciptakan sistem perlindungan yang lebih efektif. Penggunaan kedua teknologi antara helm dan sistem HANS dianggap mampu meredam benturan dengan lebih baik, sehingga dapat meminimalkan dampak negatif terhadap struktur leher dan kepala pembalap.

Penelitian ini juga mengangkat hipotesis bahwa sejak penerapan sistem HANS secara wajib dalam

ajang Formula 1, telah terjadi penurunan signifikan dalam jumlah insiden cedera serius dan kematian akibat benturan frontal. Oleh karena itu, penulis menduga bahwa teknologi HANS tidak hanya memberikan perlindungan fisik, tetapi juga mendorong evolusi standar keselamatan yang lebih tinggi dalam dunia balap profesional.

B. Metode Penelitian (Huruf 12 dan Ditebalkan)

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran secara sistematis dan mendalam mengenai penerapan teknologi hans dalam Upaya mengurangi cedera pada cabang olahraga balap F1. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi Pustaka (library research), dengan menelaah berbagai sumber ilmiah seperti jurnal terindeks dan penelitian terdahulu. Literatur yang digunakan dipilih berdasarkan kriteria inklusi, yaitu publikasi yang terbit antara tahun 2020 hingga 2025 dan secara khusus membahas mengenai teknologi hans dalam dunia F1

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi mengenai manfaat

utama teknologi hans, peningkatan keselamatan saat balapan, serta tantangan yang muncul dalam implementasi teknologi tersebut. Untuk menjaga validitas hasil, dilakukan triangulasi sumber dengan membandingkan temuan dari berbagai publikasi yang memiliki pendekatan metode dan latar belakang yang beragam. Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian ini mampu memberikan pemahaman yang komprehensif dan berbasis ilmiah mengenai kontribusi teknologi hans dalam mendukung keselamatan dan kinerja pembalap F1. Hasil dari studi ini diharapkan dapat menjadi landasan bagi pengembangan kebijakan keselamatan balap dan inovasi teknologi yang lebih maju di masa depan.

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan (Huruf 12 dan Ditebalkan)

Inovasi Teknologi HALO dalam F1

Sepanjang sejarah ajang balap F1 sering kali diwarnai dengan insiden kecelakaan yang mengakibatkan cedera serius bahkan kematian bagi para pembalap. Untuk mengurangi resiko tersebut, FIA bersama tim F1 secara konsisten terus menjalin kerja

sama dalam merancang dan mengembangkan standar keselamatan. Aturan baru dibuat sebagai respon terhadap insiden kecelakaan yang terjadi pada musim balap sebelumnya. Sejak tahun 1963, berbagai perkembangan dalam standar keselamatan terus diterapkan dan diinovasikan untuk meningkatkan perlindungan bagi para pembalap di lintasan. Sebelum teknologi Hans di adopsi, dalam F1 sudah lebih dulu menciptakan teknologi HALO. Teknologi HALO adalah perangkat atau komponen yang digunakan untuk melindungi pembalap ketika terjadi kecelakaan, tetapi dalam hal berkenda Halo bisa menjadi penghalang dalam pandangan pembalap, karena di desain dengan palang penyangga yang dapat membuat pengemudi mencondongkan tubuh atau meregangkan leher yang dapat menyebabkan leher dan tulang belakang tidak sejajar dalam jangka panjang. Teknologi Halo dapat menyebabkan pengemudi kehilangan fokus dan menyebabkan terjadi kecelakaan pada pembalap, hal ini karena adanya Halo pada bidang pengelihatannya sehingga mengakibatkan ketidakakuratan

pengemudi dalam menoleh (Martaus 2023). Penggunaan teknologi Halo menjadikan pembalap kurang maksimal dalam pertandingan balapan sehingga ada efek samping dari penggunaan teknologi Halo ini. Walaupun Halo juga berfungsi untuk melindungi kepala saat terjadi kecelakaan pada pembalap, tetapi perubahan perlu dilakukan untuk mengoptimalkan kenyamanan dan mengurangi kecelakaan di lintasan. Perlu ada inovasi pengembangan teknologi yang bertujuan untuk melindungi pembalap dan tidak mengganggu kenyamanan pembalap.

Pengembangan Teknologi HANS

Keselamatan dalam dunia balap merupakan aspek krusial yang terus mengalami inovasi dan pengembangan. Salah satu terobosan terbesar dalam meningkatkan keselamatan pembalap dengan penggunaan alat pengaman kepala dan leher yang dikenal dengan HANS (Head and Neck Support) device. HANS dirancang untuk melindungi kepala dan leher dari cedera serius akibat benturan keras, terutama dalam kecelakaan di kecepatan tinggi yang dapat menyebabkan trauma fatal pada tulang leher atau kepala.

Kecelakaan pada pembalap F1 seringkali mengakibatkan deselerasi yang sering kali mengakibatkan cedera kepala dan tulang belakang leher yang parah. Kecelakaan ini dapat menyebabkan beberapa kematian dengan cedera otak traumatis sekunder, fraktur tengkorak basilar, dislokasi atlanto-oksipital, dan cedera tulang belakang leher. Pada awal tahun 1980-an, insinyur biomekanik Dr Robert Hubbard mengembangkan prototipe pertama teknologi Head and Neck Support (HANS). Teknologi ini dikembangkan untuk mencegah kepala berputar saat terjadi kecelakaan dan meminimalisir rotasi kepala tanpa mengganggu atau membatasi. Teknologi HANS (Head and Neck Support) merupakan sistem keselamatan yang dirancang untuk meminimalisir resiko cedera pada kepala dan leher pembalap F1 saat terjadi kecelakaan. Teknologi ini diciptakan oleh Dr. Robert Hubbard pada tahun 1980, perangkat ini berfungsi membatasi gerakan kepala yang berlebihan saat terjadi benturan, sehingga mengurangi dampak cedera serius pada bagian kepala dan leher pembalap F1. Alat ini bekerja dengan cara membatasi gerakan kepala secara ekstrem ke depan dan

samping saat terjadi benturan, sehingga mengurangi resiko patah tulang leher dan cedera otak traumatik. Sejak diperkenalkan, HANS telah menjadi standar keselamatan di berbagai ajang balap dunia, seperti Formula 1, NASCAR dan World Rally Championship. Dengan berkembangnya teknologi dan pemahaman biomekanik tubuh manusia, Hans tetap menjadi alat utama yang membantu menyelamatkan nyawa pembalap, menjadikannya terobosan penting dalam keselamatan olahraga balap.

Kontribusi Tragedi Pembalap Sebelumnya

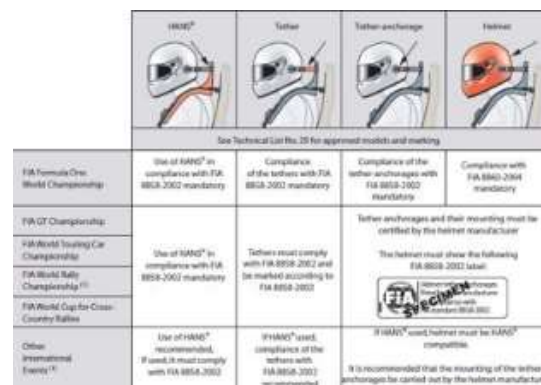
Sebagai orang yang berpengaruh dan legendaris dalam F1, Niki Lauda memegang peran penting dalam mendorong peningkatan standar keselamatan, termasuk dalam adopsi sistem Head and Neck Support (HANS). Setelah mengalami kecelakaan hebat di Nurburgring pada tahun 1976 yang hampir merenggut nyawanya, Niki Lauda menjadi titik sadar dan pengupayaan untuk terus mengembangkan teknologi yang mengedepankan keselamatan pada pembalap. Ia mendorong penerapan peralatan pelindung seperti helm

tahan api dan sistem HANS, yang dirancang untuk melindungi leher dan kepala pembalap dari cedera fatal akibat benturan keras. Sistem HANS, dikembangkan oleh Dr. Robert Hubbard pada 1980-an, terbukti efektif dalam mengurangi gaya berlebihan pada kepala dan leher selama kecelakaan, menurunkan resiko patah tulang tengkorak dasar hingga 80%. Meskipun awalnya menghadapi hambatan, sistem ini menjadi wajib di F1 pada tahun 2003 setelah keberhasilannya diuji di serangkaian balap lain. Peran Niki Lauda dalam mengembangkan keselamatan tidak hanya terbatas pada pengalamannya sebagai pembalap, ia terus mendorong inovasi dan penerapan teknologi keselamatan terbaru. Dedikasinya terhadap keselamatan telah membuat perubahan yang signifikan dalam dunia balap, menjadikan olahraga ini lebih aman bagi generasi pembalap selanjutnya.

Keselamatan dan Inovasi Di F1

Teknologi HANS (Head and Neck Support) telah menjadi bagian penting dari sistem keselamatan di F1, tidak hanya dipasang pada mobil, tetapi juga terpasang pada helm balap. Helm F1 kini didesain agar kompatibel dengan sistem HANS,

menciptakan perlindungan yang lebih menyeluruh untuk kepala dan leher pembalap. Inovasi ini dipasangkan di titik khusus usu pada helm yang menghubungkan tali HANS terpasang dengan aman. Desain helm modern memperhitungkan geometri dan sudut optimal agar sistem HANS berfungsi efektif dan maksimal, untuk mengurangi resiko cedera leher dan kepala akibat benturan. Menurut jurnal SAE, pengujian labira menunjukkan bahwa penggunaan teknologi HANS dengan helm secara signifikan mengurangi gerakan kepala dan leher selama kecelakaan, meningkatkan keselamatan pembalap secara keseluruhan. FIA telah meneratpahn spesifikasi teknis untuk memastikan kompatibilitas antara helm dan sistem HANS. Hal ini mencakup persyaratan desain helm, titik pemasangan dan sudut tali pengikat untuk memastikan performa optimal dalam situasi darurat. Standar ini memastikan bahwa setiap komponen bekerja secara sistematis untuk melindungi pembalap dari cedera serius. Dengan inovasi antar helm dan sistem HANS, F1 terus berupaya meningkatkan standar keselamatan, memberikan perlindungan yang maksimal bagi para pembalap di lintasan.



Gambar 1. Mandatory wearing of an FIA-approved head restraint
 Sumber: formula1-dictionary.net

Dunia F1 terus berinovasi dalam teknologi keselamatan, termasuk pengembangan sistem HANS dan pakaian balap tahan api, untuk memberikan perlindungan maksimal bagi para pembalap dari resiko kecelakaan serius. Salah satu contoh dari efektivitas penggunaan inovasi keselamatan ini adalah insiden kecelakaan Romain Grosjean pada Grand Prix Bahrain 202. Dalam kecelakaan tersebut, Grosjean mengalami tabrakan hebat yang menyebabkan mobilnya terbakar. Namun, berkat kombinasi dari sistem HANS, perangkat pelindung kepala Halo, dan pakaian balap tahan api berbahan Nomex, Grosjean berhasil selamat dengan luka bakar ringan di tangan. Perangkat HANS berperan penting dalam mencegah cedera leher serius, sementara pakaian tahan

api melindungi dari luka bakar yang lebih parah. Selain itu, pada tahun 2020 FIA memperkenalkan standar baru untuk pakaian balap yang meningkatkan perlindungan terhadap panas dan api sekitar 20%. Standar ini mencakup semua lapisan pakaian, termasuk pakaian dalam dan kaus kaki yang sekarang harus memenuhi persyaratan ketat untuk ketahanan terhadap api. Inovasi lainnya termasuk pengembangan sistem pendingin tubuh yang terpasang pada pakaian balap. Mulai tahun 2025, FIA mewajibkan penggunaan sistem pendingin ini dalam kondisi tertentu untuk mencegah overheating pada pembalap. Sistem ini terdiri dari kaus tahan api dengan tabung sirkulasi cairan, pompa, dan unit penyimpanan termal, yang dirancang untuk menjaga suhu tubuh pembalap tetap stabil selama balapan. Dengan terus berkembangnya teknologi keselamatan F1 menunjukkan bahwa FIA berkomitmen dalam melindungi para pembalap dari risiko kecelakaan serius, menjadikan olahraga ini semakin aman tanpa mengurangi aspek kompetitifnya.

E. Kesimpulan

Dalam perjalanan sejarah F1, keselamatan pembalap selalu menjadi isu utama yang mendorong berbagai inovasi kemajuan teknologi. Salah satu kemajuan yang paling signifikan dalam bidang ini adalah pengembangan dan penerapan teknologi HANS (Head and Neck Support). Teknologi ini dirancang khusus untuk melindungi kepala dan leher pembalap dari cedera serius akibat benturan saat kecelakaan, terutama benturan pada bagian frontal yang dapat menyebabkan patah tulang dasar tengkorak atau cedera saraf leher yang fatal. Hasil uji laboratorium dan simulasi kecelakaan menunjukkan bahwa penggunaan HANS dapat menurunkan risiko cedera leher. Menurut laporan SAE, teknologi ini dapat mengurangi gaya deselerasi ke kepala dan leher hingga 80%. Data ini membuktikan bahwa HANS sebagai perangkat teknologi penyelamat nyawa yang kemudian diresmikan penggunaannya oleh FIA pada tahun 2023 sebagai kelengkapan wajib di setiap balapan F1.

Dalam penggunaannya, HANS bekerja tersambung dengan helm dan sabuk pengaman mobil. Helm pembalap dirancang agar kompatibel

dengan HANS melalui titik khusus, memastikan bahwa pergerakan kepala tetap terkendali selama kecelakaan. Perangkat ini menyatu dengan struktur sabuk pengaman dan kursi balap, sehingga memberikan perlindungan dari benturan terutama pada kepala dan leher.

Membahas tentang teknologi HANS tidak dilupakan peran dari tokoh penting dibalik dunia balap. Salah satunya adalah pembalap legendaris Niki Lauda, legenda F1 yang menjadi tonggak keselamatan pembalap setelah berhasil selamat dari kecelakaan hebat di Nurburgring pada tahun 1976. Pengalaman yang hampir merenggut nyawanya menjadi titik balik dalam perjalanannya di dunia balap. Niki Lauda kemudian aktif mendukung pengembangan sistem pelindung seperti HANS dan standar keselamatan lainnya. Kemajuan teknologi HANS juga berkembang dengan inovasi lainnya seperti pakaian balap tahan api, sistem Halo untuk perlindungan kepala dari objek luar, serta pendingin tubuh dengan cairan untuk menjaga suhu tubuh pembalap tetap stabil. Hal tersebut menjadi bukti bahwa F1 tidak hanya mengedepankan kecepatan dan kompetisi, tetapi juga menjadikan

keselamatan pembalap sebagai prioritas utama.

Kesimpulannya, implementasi penggunaan teknologi HANS dalam F1 adalah titik penting dalam sejarah keselamatan olahraga balap. Melalui pengujian ilmiah, regulasi ketat, dan integrasi desain dengan teknologi lain, HANS terbukti menjadi standar penting dalam perlindungan pembalap dari benturan yang dapat menyebabkan cedera fatal. Dunia F1 kini tidak hanya menjadi panggung untuk inovasi teknologi kecepatan, tetapi juga sebagai wadah pengembangan keselamatan yang terus berkembang demi keamanan pembalap yang berjuang di lintasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bopaiah, Karan, and Stephen Samuel. 2020. "Strategy for Optimizing an F1 Car's Performance Based on FIA Regulations." *SAE Technical Papers* 2020-April(April):1–16. doi: 10.4271/2020-01-0545.
- Egon Axelsson, and Jakob Reinholdson. 2022. "Customer Engagement in Formula 1."
- Fallon, Thomas, Rory Nolan, John Peters, and Neil Heron. 2025. "'Beyond the Finish Line' the Epidemiology of Injury and Illness in Professional Cycling: Insights from a Year-Long Prospective Study." *Sports*

- 13(1):1–20. doi: 10.3390/sports13010020.
- Ghofar, Kenang. 2024. "Formula 1 : Sejarah , Inovasi , Dan Transformasi Menuju Masa Depan." (October).
- Kempema, James Michael. 2024. "Formula One: A 'crash' Course in Motorsports Medicine." *Trauma Surgery and Acute Care Open* 9:1–5. doi: 10.1136/tsaco-2024-001402.
- Li, Tianyu. 2023. "Aerodynamic Designs in FORMULA ONE Cars." *Theoretical and Natural Science* 18(1):91–97. doi: 10.54254/2753-8818/18/20230344.
- Lian, Zizhao. 2024. "The Technology of Formula 1 Racing Car." *Applied and Computational Engineering* 70(1):156–60. doi: 10.54254/2755-2721/70/20241004.
- Martaus, Martin. 2023. "Design and Aerodynamic Analysis of a Formula Renault." (December).
- Maurya, Abhay. 2021. "Formula One (F1) Car : A Scientometric Study Related Papers Formula One (F1) Car : A Scientometric Study." *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education* Cite 7(5):1–19.
- Næss, Hans Erik. 2023. "'In Case of Dispute, the French Text Is to Be Used': A History of the Association Internationale Des Automobile Clubs Reconnus (AIACR), 1904–1922." *International Journal of the History of Sport* 0(0):1–20. doi: 10.1080/09523367.2023.228633
- 2.
- Schneiders, Christopher, and Claudio Rocha. 2022. "Technology Innovations and Consumption of Formula 1 as a TV Sport Product." *Sport Marketing Quarterly* 31(3):186–97. doi: 10.32731/smq.313.0922.02.
- Tjørndal, Anne. 2021. *Hans Erik Naess Anne Tjørndal Innovation, Sustainability and Management in Motorsports The Case of Formula E.*
- Xu, Jiashu. 2023. "Thermodynamic Evaluation of 2026 Power Unit Technical Regulation Changes in Formula 1." *Applied and Computational Engineering* 26(1):145–50. doi: 10.54254/2755-2721/26/20230818.