

Rancang Bangun Website *Monitoring* dan Evaluasi Performa Atlet Menembak Senapan Angin dengan Penerapan *Sport science*: Studi Kasus Silver Bullet Indonesia

Septian Nur Ikhsan¹, Ari Kurniawan²

Program Studi Sarjana Terapan Manajemen Informatika, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya
Jl. Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60213

¹septian.22049@mhs.unesa.ac.id

²arikurniawan@unesa.ac.id

Abstrak - Manajemen data latihan di Silver Bullet Indonesia saat ini masih konvensional menggunakan kertas, sehingga berisiko hilang dan menyulitkan evaluasi performa jangka panjang. Penelitian ini bertujuan merancang bangun website monitoring dan evaluasi performa atlet menembak senapan angin menerapkan *Sport science* dan *Invisible Monitoring*. Metode pengembangan sistem menggunakan *Waterfall* yang meliputi analisis kebutuhan, desain, implementasi, dan pengujian. Subjek penelitian di Silver Bullet Chapter Unesa melibatkan pelatih dan atlet aktif. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi aturan teknis. Instrumen penelitian menggunakan framework *Laravel*, database *MySQL*, serta kuesioner *System Usability Scale (SUS)*. Hasil penelitian berupa website yang mengakomodasi penilaian *Benchrest (WRABF)* dan *Silhouette (IMSSU)* serta menyajikan grafik tren performa *real-time*. Sistem dirancang dengan antarmuka *low-burden* untuk meminimalkan gangguan latihan. Simpulan menunjukkan digitalisasi evaluasi mendukung keputusan pelatih berbasis data (*evidence-based coaching*) dengan skor kelayakan *SUS* 75,00 (*kategori Acceptable*).

Kata kunci: *Coaching science, Monitoring, Evaluasi, Menembak, System Usability Scale*

Abstract - Training data management at Silver Bullet Indonesia relies conventionally on paper scoresheets, risking data loss and hindering long-term performance evaluation. This study aims to design and develop a shooting athlete performance monitoring and evaluation website applying *Sport science* and *Invisible Monitoring*. The system development method adopted *Waterfall*, encompassing requirements analysis, design, implementation, and testing. Research subjects at Silver Bullet Unesa Chapter involved coaches and active athletes. Data collection utilized interviews, observations, and technical rules documentation. Research instruments included *Laravel* framework, *MySQL* database, and *System Usability Scale (SUS)* questionnaire. The result is a website accommodating *Benchrest (WRABF)* and *Silhouette (IMSSU)* scoring while presenting *real-time* performance trend charts. The low-burden interface minimizes training disruption. The conclusion indicates evaluation digitalization effectively supports *evidence-based coaching* with an acceptable *SUS* feasibility score of 75.00.

Keywords: *Coaching science, Monitoring, Evaluation,*

Shooting, System Usability Scale

I. PENDAHULUAN

Transformasi digital di era Revolusi Industri 4.0 telah membawa dampak signifikan pada tata kelola pembinaan olahraga prestasi di seluruh dunia. Pendekatan konvensional yang berbasis pada intuisi personal pelatih secara bertahap ditinggalkan dan beralih ke paradigma pembinaan berbasis data (*data-driven athletic coaching*) [1]. Dalam ranah olahraga modern, integrasi *Sport Science*, khususnya domain *Coaching Science* (Ilmu Kepelatihan), telah terbukti menjadi faktor penentu dalam melahirkan atlet berprestasi di kancah internasional [2]. *Coaching Science* menitikberatkan pada pemanfaatan data kuantitatif dan instrumen ilmiah untuk merancang periodisasi program latihan, memantau adaptasi fisiologis dan psikologis, serta mengevaluasi performa secara terukur [3].

Cabang olahraga menembak (*shooting sport*) merupakan salah satu cabang olahraga presisi tinggi yang menuntut tingkat konsentrasi optimal, stabilitas postural, koordinasi mata-tangan, dan ketahanan mental [4]. Karakteristik utama olahraga menembak senapan angin adalah volume data latihan kuantitatif yang sangat tinggi, meliputi distribusi skor per tembakan, pengelompokan bidikan (*grouping*), orientasi tembakan terhadap sasaran (*windage/elevation*), serta konsistensi catatan waktu [5]. Setiap seri tembakan menghasilkan metrik numerik yang jika diakumulasikan akan membentuk pola perkembangan performa spesifik bagi masing-masing atlet. Sayangnya, pengelolaan metrik yang masif ini seringkali terhambat oleh keterbatasan instrumen pencatatan di lapangan [6].

Urgensi adopsi sistem informasi pada cabang menembak di Indonesia semakin mengemuka seiring dengan lonjakan prestasi nasional. Prestasi bersejarah ditorehkan oleh atlet Indonesia pada *Asian Games 2022 Hangzhou* (diselenggarakan tahun 2023), di mana dua medali emas berhasil diraih dari cabang menembak senapan angin setelah penantian panjang sejak tahun 1954.

Sejalan dengan arah kebijakan Desain Besar Olahraga Nasional (DBON) yang memposisikan menembak sebagai cabang prioritas menuju Olimpiade, penguatan ekosistem pembinaan di tingkat klub dan akademi menjadi fondasi mutlak guna memastikan regenerasi atlet berjalan sistematis dan berkesinambungan [7].

Meskipun demikian, fakta di lapangan menunjukkan bahwa klub pembinaan menembak masih menghadapi kendala administratif operasional. Di komunitas Silver Bullet Indonesia sebuah klub menembak yang memiliki 14 *chapter* di 5 provinsi proses monitoring dan evaluasi atlet masih didominasi oleh pencatatan manual pada lembaran kertas (*physical scoresheet*). Berdasarkan hasil wawancara awal dengan Pelatih Utama Silver Bullet Indonesia, Coach Dicky Septiar Wisnu Pradana, pencatatan manual menimbulkan tiga permasalahan kritis: (1) risiko kerusakan, kehilangan, atau tercecer berkas lembar skor harian; (2) lambatnya proses rekapitulasi data longitudinal ketika pelatih hendak menganalisis progres mingguan atau bulanan atlet; dan (3) ketiadaan transparansi data riwayat latihan bagi atlet yang berdampak negatif terhadap motivasi dan regulasi diri atlet (*self-regulated training*) [8].

Berbagai penelitian terdahulu telah berupaya mengintegrasikan teknologi informasi dalam bidang olahraga menembak, namun mayoritas masih berfokus pada deteksi perkenaan sasaran (*target scoring*) berbasis perangkat keras pendeteksi atau sensor kamera, bukan pada sistem evaluasi manajemen atlet secara komprehensif. Sebagai contoh, penelitian Dharma dan Hartono (2021) berfokus pada analisis *blob* berbasis komputasi pandangan (*computer vision*) untuk menghitung skor otomatis [1], namun tidak menyentuh aspek *rekam jejak* (*longitudinal tracking*) dari metrik latihan tersebut. Sementara itu, kajian terkait penerapan rekayasa perangkat lunak dalam sistem informasi keolahragaan oleh Sidik et al. (2024) menegaskan bahwa platform berbasis *web* sangat krusial untuk menjembatani komunikasi data antara pelatih dan atlet secara *real-time* [3].

Celah penelitian (*research gap*) yang nyata terlihat pada minimnya adopsi konsep *Invisible Monitoring* pada sistem rekapitulasi data tembak. *Invisible monitoring*, menurut Leduc & Weaving (2025), menekankan pada pengambilan data performa dengan interupsi seminimal mungkin terhadap aktivitas primer atlet [10]. Pada olahraga menembak senapan angin, di mana pengendalian pernapasan dan fokus mata sangat vital, proses pengisian data evaluasi di sela-sela waktu menembak sering kali memicu *cognitive overload* yang dapat merusak konsistensi ritme bidikan. Oleh karena itu, pengembangan antarmuka pengguna yang menerapkan *Low-Burden Interface* menjadi inovasi yang belum banyak dieksplorasi secara akademis di Indonesia, khususnya untuk mengakomodasi dua standar regulasi internasional yang berbeda secara bersamaan, yakni spesifikasi IMSSU dan WRABF.

Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, diperlukan perancangan *website monitoring* dan evaluasi performa

atlet yang komprehensif. Pemilihan *platform* berbasis *web* didasarkan pada fleksibilitas aksesibilitas lintas perangkat (*cross-platform*) tanpa ketergantungan instalasi perangkat keras khusus [9]. Namun, tantangan utama dalam implementasi sistem informasi olahraga adalah potensi timbulnya beban kognitif tambahan (*cognitive burden*) bagi atlet saat sesi latihan. Oleh sebab itu, sistem ini dirancang dengan mengadopsi teori *Invisible Monitoring* melalui pendekatan *Low-Burden Interface* [10]. Konsep ini memastikan bahwa proses perekaman data dilakukan secara cepat dan mulus sehingga tidak memecah fokus mental menembak atlet.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis dan merancang arsitektur sistem *monitoring* performa atlet menembak yang mengakomodasi standar regulasi *International Metallic Silhouette Shooting Union* (IMSSU) dan *World Rimfire and Air Rifle Benchrest Federation* (WRABF); (2) mengimplementasikan *website monitoring* menggunakan kerangka kerja *Laravel* dan basis data *MySQL*; serta (3) menguji fungsionalitas dan tingkat usability sistem menggunakan metode *Black Box Testing* dan *System Usability Scale* (SUS). Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata bagi digitalisasi pembinaan olahraga prestasi di Indonesia.

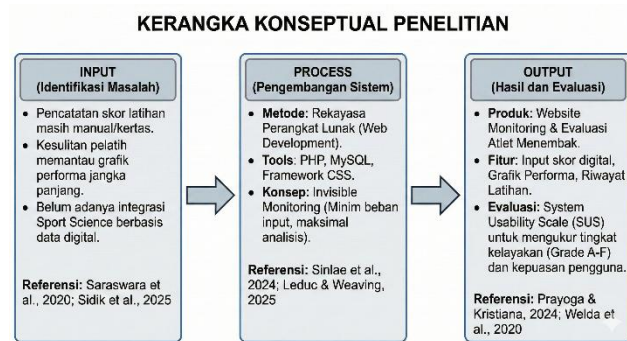
II. METODE PENELITIAN

A. Model Pengembangan Sistem

Pengembangan sistem informasi ini menerapkan metodologi rekayasa perangkat lunak model *Waterfall* (*Classic Life Cycle*) [11]. Model *Waterfall* dipilih karena alur kerjanya yang sistematis, terstruktur, dan sekuensial, sangat selaras dengan regulasi teknis penilaian cabang menembak yang sudah memiliki aturan baku internasional sehingga spesifikasi kebutuhan sistem bersifat stabil dan tidak berubah di tengah tahapan produksi. Ketegasan regulasi dari *International Metallic Silhouette Shooting Union* (IMSSU) dan *World Rimfire and Air Rifle Benchrest Federation* (WRABF) membuat pendekatan iteratif yang adaptif terhadap perubahan menjadi kurang relevan, mengingat parameter penilaian dan aturan kalkulasi skor tidak akan mengalami modifikasi selama proses *coding* berlangsung. Oleh karena itu, pendekatan *Waterfall* sangat ideal untuk meminimalisasi risiko *scope creep* (perluasan ruang lingkup yang tidak terkendali) dan memastikan setiap fondasi sistem dibangun secara matang sebelum beralih ke fase berikutnya [12].

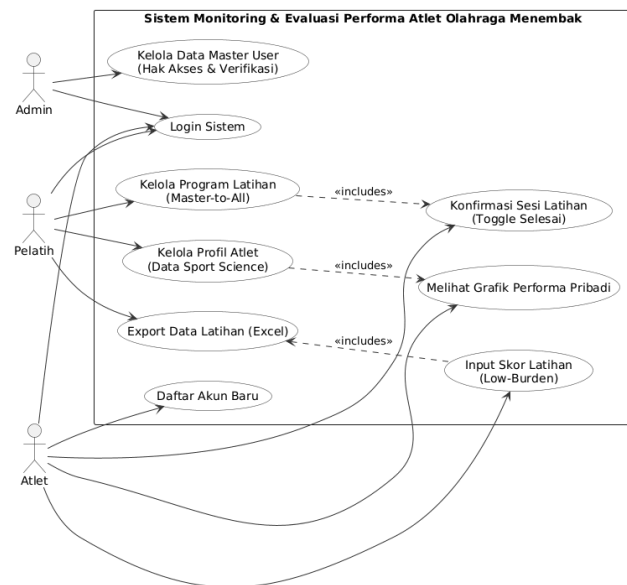
Tahapan pengembangan *Waterfall* disajikan dalam urutan berikut: (1) Analisis Kebutuhan (*Requirements Analysis*) adalah tahap krusial untuk mengidentifikasi spesifikasi fungsional dan non-fungsional sistem secara komprehensif. Pada fase ini, pengumpulan data primer dilakukan secara partisipatif melalui observasi lapangan di area tembak dan wawancara mendalam dengan Pelatih serta para atlet aktif di Silver Bullet Indonesia. Selain itu, analisis ini diperkuat dengan studi dokumentasi terhadap lembar *scoresheet* konvensional serta buku pedoman

kurikulum latihan "Buku Merah" guna mengekstraksi seluruh parameter evaluasi teknis maupun mental secara akurat. Dari proses tersebut, spesifikasi fungsional difokuskan pada pemetaan arsitektur hak akses pengguna, mekanisme kalkulasi skor sasaran secara otomatis, dan modul visualisasi grafik performa longitudinal. Sementara itu, spesifikasi non-fungsional dititikberatkan pada kapabilitas sistem dalam mendukung *Low-Burden Interface*, guna memastikan antarmuka yang intuitif dan proses interaksi layar yang sangat singkat, sehingga kegiatan pencatatan digital ini sama sekali tidak memecah konsentrasi atlet saat sedang menjalani sesi latihan.



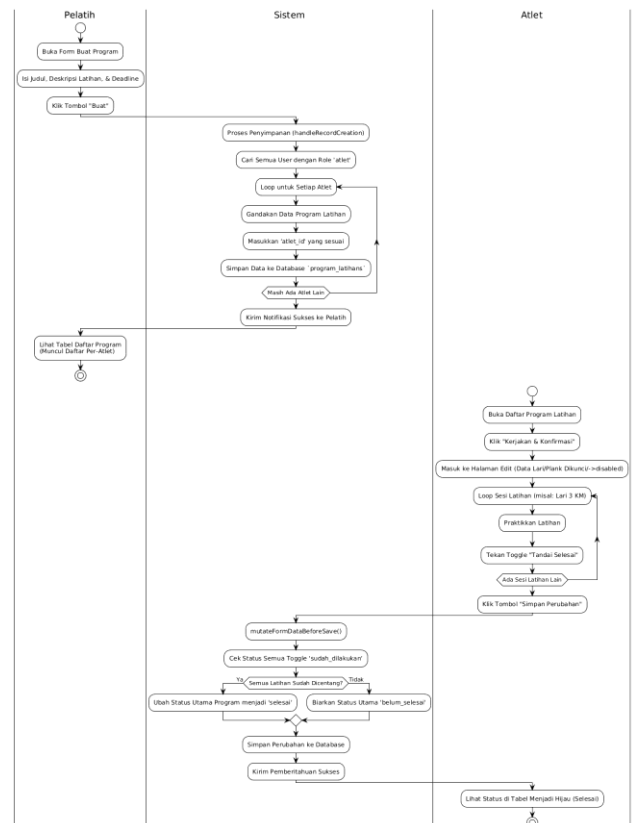
Gambar. 1 Kerangka konseptual

(2) Desain Sistem (*System Design*) yaitu perancangan arsitektur sistem, pemodelan basis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD), serta perancangan antarmuka pengguna berorientasi *Low-Burden Interface*.



Gambar. 2 Use Case Diagram

Pada fase desain ini, interaksi fungsional antara aktor dengan sistem dipetakan menggunakan *Use Case Diagram* (sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 2). Aktor dibagi menjadi tiga entitas utama: Admin, Pelatih, dan Atlet, dengan porsi hak akses yang disesuaikan secara proporsional.



Gambar. 3 Activity Diagram

Selain itu, alur logika proses operasional, khususnya pada modul krusial seperti penugasan program latihan, didefinisikan secara presisi melalui *Activity Diagram* (Gambar 3). Diagram ini merinci langkah sekuensial mulai dari pelatih membuat jadwal, proses sistem mendistribusikannya ke akun masing-masing atlet, hingga tahap akhir di mana atlet mengeksekusi dan menekan tombol konfirmasi selesai. (3) Implementasi (*Coding & Implementation*) adalah proses penerjemahan desain arsitektur ke dalam kode program menggunakan bahasa *PHP 8.2*, *framework Laravel*, basis data *relational MySQL*, dan *Tailwind CSS*. (4) Pengujian Sistem (*System Testing*) merupakan tahap pelaksanaan verifikasi fungsionalitas melalui *Black Box Testing* serta evaluasi penerimaan pengguna akhir (*User Acceptance Testing*) menggunakan kuesioner baku *System Usability Scale* (SUS). (5) Pemeliharaan dan Penyebaran (*Deployment & Maintenance*) adalah penerapan aplikasi pada server *website* serta *monitoring* dan perawatan operasional sistem secara berkala. Pengembangan basis kode sistem ini bertumpu pada arsitektur *Model-View-Controller* (MVC) yang merupakan standar bawaan dari *framework Laravel*. Implementasi MVC memastikan tingginya kohesi (*cohesion*) dan rendahnya ketergantungan (*coupling*) antar komponen sistem.

B. Subjek dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian mencakup seluruh pelatih dan atlet yang terdaftar secara aktif pada komunitas Silver Bullet

Indonesia. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan teknik *Purposive Sampling* dengan fokus pada Silver Bullet *Chapter* Universitas Negeri Surabaya (Unesa). Kriteria inklusi sampel meliputi: (1) berstatus sebagai pelatih berlisensi atau atlet aktif yang mengikuti program latihan intensif minimal 6 bulan, dan (2) mewakili nomor spesialisasi menembak senapan angin yang dibina.

Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh total sembilan responden (N = 9) yang terdiri dari 1 orang Pelatih Utama dan 8 orang atlet aktif yang terdistribusi ke dalam empat kelas spesialisasi: (a) Kelas 17 Meter Pompa 3 Posisi *Metallic Silhouette*, (b) Kelas 33 Meter PCP 3 Posisi *Metallic Silhouette*, (c) Kelas 18–41 Meter PCP *Multirange Metallic Silhouette*, dan (d) Kelas 25 Meter PCP *Benchrest Heavy Varmint/Light Varmint*.

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan secara komprehensif melalui teknik triangulasi sumber data: (1) Wawancara Mendalam (*In-depth Interview*), dilakukan kepada Coach Dicky Septiar Wisnu Pradana guna memetakan alur kerja evaluasi atlet, parameter penilaian teknis, serta permasalahan rekapitulasi data fisik. (2) Observasi Partisipatif, pengamatan langsung di lapangan tembak Silver Bullet *Chapter* Unesa selama sesi latihan rutin guna mengamati interaksi atlet terhadap pencatatan target sasaran dan ritme tembakan. (3) Studi Dokumentasi, kajian terhadap arsip *scoresheet* kertas fisik serta buku pedoman kurikulum latihan "Buku Merah" Silver Bullet Indonesia untuk mengekstraksi parameter evaluasi teknis dan mental. (4) Kuesioner *System Usability Scale (SUS)*, pengukuran usability sistem menggunakan instrumen baku 10 butir pertanyaan skala *Likert 1* (Sangat Tidak Setuju) hingga 5 (Sangat Setuju) yang disebarkan kepada seluruh responden setelah periode uji coba sistem [13].

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kebutuhan dan Arsitektur Sistem

Berdasarkan hasil analisis domain olahraga menembak, sistem dirancang dengan memisahkan hak akses berbasis peran (*Role-Based Access Control / RBAC*) yang terbagi menjadi dua portal utama: Portal Pelatih dan Portal Atlet. Arsitektur sistem mengadopsi pola *Model-View-Controller (MVC)* bawaan *framework Laravel* guna menjamin keterpisahan logika bisnis, pengelolaan data, dan visualisasi antarmuka pengguna.

Kebutuhan fungsional utama yang berhasil diidentifikasi mencakup: (1) manajemen *master data* atlet dan pelatih terpusat; (2) modul penjadwalan dan penugasan program latihan; (3) formulir input sesi latihan multi-kategori (*Silhouette* dan *Benchrest*); (4) modul verifikasi dan validasi skor oleh pelatih; (5) modul visualisasi analitik tren performa longitudinal (grafik skor, rata-rata akurasi, catatan evaluasi *grouping*); serta (6) pencatatan kondisi lingkungan psikologis dan cuaca.

B. Perancangan Antarmuka Low-Burden Interface

Sebagai implementasi dari teori *Invisible Monitoring* dalam rekayasa perangkat lunak olahraga, antarmuka input skor latihan dirancang khusus untuk meminimalkan beban kognitif atlet. Dalam olahraga presisi seperti menembak, lonjakan detak jantung atau terpecahnya fokus visual akibat interaksi gawai yang rumit dapat merusak konsistensi ritme tembakan pada seri berikutnya. Oleh karena itu, struktur formulir input disesuaikan secara dinamis dan efisien berdasarkan kelas spesialisasi menembak yang dipilih, dengan memastikan area sentuh pada layar ponsel cukup besar dan responsif:

Gambar. 4 Antarmuka *form input skor metallic silhouette*

(1) Modul Penilaian *Metallic Silhouette* (IMSSU): Modul ini menanggalkan model input teks konvensional dan beralih menggunakan komponen biner (*binary checkbox*). Komponen ini secara presisi memetakan sasaran siluet logam untuk 4 jenis target baku (Ayam, Babi, Kalkun, Domba) pada jarak progresif 18 m, 27 m, 33 m, dan 41 m. Atlet hanya perlu menyentuh kotak centang sesaat setelah target berhasil dijatuhkan, di mana sistem (*front-end*) secara otomatis mengonversinya menjadi nilai absolut (*Hit* = 10 poin, *Miss* = 0 poin). Pendekatan ini memangkas waktu interaksi layar (*screen time*) hingga ke tingkat minimal, sehingga durasi jeda antar-tembakan tetap ideal.

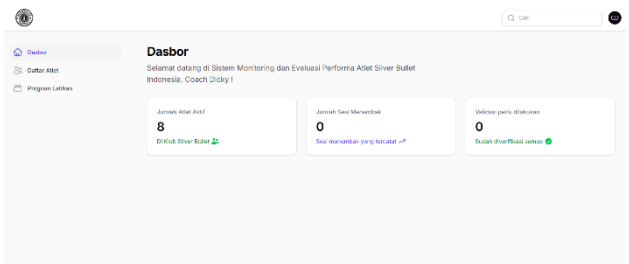
Gambar. 5 Antarmuka *form input skor benchrest*

(2) Modul Penilaian *Benchrest* (WRABF): Menghadapi kompleksitas penilaian WRABF, sistem menggunakan kisi sel numerik kontinu berurutan 1 hingga 25 yang mewakili 25 target sasaran di atas kertas. Guna mengurangi beban komputasi manual oleh atlet, sistem dilengkapi dengan skrip kalkulasi dinamis yang secara otomatis menjumlahkan nilai total skor secara *real-time* setiap kali atlet memasukkan angka. Fitur ini mencegah terjadinya *human error* dalam perekapan matematis di lapangan. (3) Perekaman Data Kontekstual: Mengacu pada prinsip *Coaching Science* yang memandang performa sebagai hasil

dari kesatuan fisik dan mental, aplikasi menyediakan kolom terpisah untuk evaluasi kualitatif cepat. Atlet dapat mencatatkan deskripsi kerapatan tembakan (*grouping*), kondisi stabilitas mental (seperti tingkat kecemasan atau kelelahan), serta catatan cuaca lapangan (arah angin dan pencahayaan). Variabel kualitatif ini menjadi parameter krusial bagi pelatih untuk memahami konteks di balik naikturunnya angka.

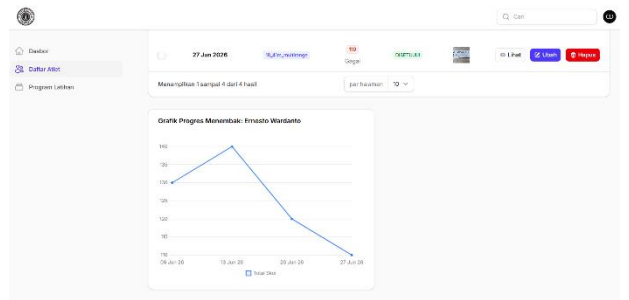
C. Implementasi Dasbor dan Analisis Tren Performa

Pada keseluruhan portal pengguna, sistem menyajikan dasbor administrasi yang terstruktur rapi. Arsitektur *backend* dirancang agar kapabilitas pengelolaan data dapat disajikan dengan antarmuka yang bersih dan berfokus pada fungsionalitas. Dasbor utama merangkum matriks informasi penting, meliputi jumlah atlet aktif, total kumulatif sesi latihan menembak yang telah dilakukan, serta aktivitas rekaman skor atlet yang masih berstatus tunda dan belum divalidasi.



Gambar. 6 Halaman utama dasbor

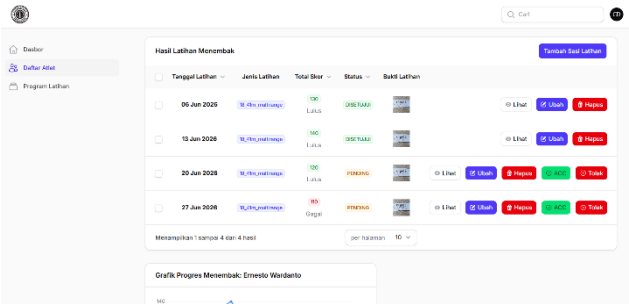
Seperti ditunjukkan pada Gambar 6, panel statistik interaktif di bagian atas memberikan indikator operasional yang cepat dan komprehensif bagi pelatih. Panel ini dirancang untuk mempermudah alur kerja manajerial harian. Indikator "Validasi Perlu Dilakukan" berfungsi sebagai sistem peringatan dini (*alert system*) yang mengingatkan pelatih untuk segera memeriksa, mengevaluasi, dan memberikan aprobas pada laporan skor latihan terbaru yang baru saja dikirimkan oleh atlet.



Gambar. 7 Grafik tren performa atlet

Dasbor analitik di halaman pelatih memuat grafik garis interaktif berbasis *JavaScript* yang merepresentasikan dinamika fluktuasi skor atlet antar-sesi latihan. Sistem menyediakan kapabilitas penyaringan (*filtering*) data tingkat lanjut, memungkinkan pelatih untuk mengisolasi data berdasarkan rentang waktu spesifik (mingguan/bulanan), nomor spesialisasi menembak, atau

memantau progres atlet secara individual. Kehadiran visualisasi data ini secara radikal mengeliminasi kendala *delayed feedback* yang selama ini menjadi kelemahan utama pada metode pencatatan manual berbasis kertas. Melalui pembacaan grafik longitudinal ini, pelatih dapat menerapkan pendekatan *evidence-based coaching* untuk mendeteksi gejala penurunan performa (*performance slump*), mengidentifikasi fase puncak (*peaking*), atau memitigasi lonjakan kelelahan (*overtraining*) secara dini sebelum jadwal kompetisi tiba.



Gambar. 8 Validasi hasil menembak

Gambar 8 mendemonstrasikan tabel rekaman riwayat latihan komprehensif yang memuat detail metrik per sesi, termasuk status validasi sistemik dalam tiga *state* utama: *Pending* (Menunggu), *Disetujui*, dan *Ditolak*. Modul ini merupakan lapisan keamanan data (*data integrity*) untuk memastikan reliabilitas evaluasi. Pelatih diwajibkan meninjau ulang foto bukti kertas sasaran aktual (jika dilampirkan oleh atlet) melalui fungsi *preview* dokumen sebelum memberikan persetujuan. Skor yang telah divalidasi pelatih kemudian dikunci oleh sistem (*read-only*) dan diarsipkan sebagai data historis latihan yang sah dan tidak dapat dimanipulasi secara sepihak.

D. Hasil Pengujian Fungsional (Black Box Testing)

Pengujian fungsionalitas sistem dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing* untuk menguji seluruh modul aplikasi tanpa melihat struktur internal kode program. Pengujian melibatkan delapan skenario uji utama sebagaimana dirangkum pada Tabel I.

TABEL I
HASIL PENGUJIAN *BLACK BOX TESTING*

No	Fitur yang diuji	Skenario pengujian	Kesimpulan
1	Autentikasi Akun (<i>Login</i> Atlet & Pelatih)	Sistem harus memverifikasi kredensial dan mengarahkan pengguna ke portal yang sesuai dengan hak akses (RBAC).	Valid
2	Input Skor <i>Metallic</i>	Data biner <i>checkbox</i>	Valid

No	Fitur yang diuji	Skenario pengujian	Kesimpulan
	<i>Silhouette</i>	tersimpan dan nilai total skor terhitung otomatis per siluet.	
3	Input Skor <i>Benchrest</i> (WRABF)	25 sel sasaran menerima input nilai (0-10), menghitung akumulasi skor dan poin <i>inner bull</i> (X).	Valid
4	Validasi Sesi Latihan oleh Pelatih	Pelatih dapat menyetujui (<i>approve</i>) atau menolak sesi, status berubah menjadi "DISETUIJUI".	Valid
5	Visualisasi Grafik Performa Atlet	Grafik tren garis <i>ter-generate</i> secara dinamis berdasarkan riwayat skor sesi yang telah validasi.	Valid
6	Manajemen Program Latihan	Pelatih dapat membuat, mengubah, dan menetapkan program latihan kepada atlet spesifik.	Valid
7	Pencatatan Evaluasi Mental & Cuaca	<i>Field</i> catatan kualitatif tersimpan aman dalam <i>database</i> relasional.	Valid
8	Validasi Formulir & Penanganan <i>Error</i>	Sistem menampilkan notifikasi peringatan jika ada <i>field</i> yang kosong atau format tidak sesuai.	Valid

Hasil pengujian pada Tabel I membuktikan bahwa seluruh fungsionalitas sistem berjalan 100% valid sesuai spesifikasi kebutuhan yang didefinisikan pada tahap perancangan tanpa ditemukannya galat (*bug/error*) kritis. Mekanisme pengujian kotak hitam (*Black Box Testing*) dilakukan menggunakan metode *Equivalence Partitioning* dan *Boundary Value Analysis* guna memvalidasi batasan

input operasional. Pada skenario pengujian nomor 3 (*Input Skor Benchrest*), sistem diuji dengan memberikan nilai di luar parameter valid, seperti huruf alfabet atau angka melebihi batas maksimal (misal: 11). Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma pada *Controller* merespons secara persis dengan memunculkan validasi *error message* bawaan *Laravel*, mencegah *database* menerima data yang terkorupsi (*corrupted data*).

Pada skenario modul validasi sesi latihan (skenario 4), pengujian menitikberatkan pada perubahan mutasi status atau *state mutation*. Saat seorang atlet mensubmit sesi latihan, status basis data secara asinkron (*default*) diatur pada indeks '*PENDING*'. Otoritas pelatih terbukti secara eksklusif dapat mengubah indeks tersebut menjadi '*DISETUIJUI*' atau '*DITOLAK*', yang memicu fungsi *trigger* untuk meregenerasi grafik performa atlet secara otomatis pada halaman dasbor *front-end*. Hal ini mengonfirmasi integritas relasional *database* berjalan dengan baik dan logika otorisasi terlindungi penuh.

E. Hasil Evaluasi Usabilitas (*System Usability Scale*)

Pengujian penerimaan sistem oleh pengguna akhir atau *User Acceptance Test* (UAT) dilakukan terhadap 9 responden meliputi pelatih dan atlet aktif dari tiap kelas menembak pada klub Silver Bullet yang sudah ditentukan di awal dengan menggunakan instrumen baku 10 butir pertanyaan standar *System Usability Scale* (SUS). Rincian distribusi perolehan skor SUS individual dari masing-masing responden disajikan secara informatif pada Tabel II berikut.

TABEL III
PEROLEHAN SKOR SUS

No	Nama Responden	Peran / Kategori Kelas	Skor Konversi (0-40)	Skor Akhir SUS (0-100)
1	Ernesto Wardanto	Atlet (PCP <i>Multirange</i>)	40,0	100,00
2	Asya Febria	Atlet (PCP <i>Silhouette</i>)	36,0	90,00
3	Louis Wang	Atlet (PCP <i>Benchrest</i>)	33,0	82,50
4	Jadug Bijak Pandhega	Atlet (PCP <i>Multirange</i>)	31,0	77,50
5	Bilqis Fatwa Auli Sifa'a	Atlet (Pompa 3 Posisi)	30,0	75,00
6	Dicky Septiar Wisnu Pradana	Pelatih Utama (<i>Coach</i>)	29,0	72,50
7	Nadiva Putri Cinby Dealova	Atlet (Pompa 3 Posisi)	25,0	62,50

No	Nama Responden	Peran / Kategori Kelas	Skor Konversi (0-40)	Skor Akhir SUS (0-100)
8	Gabriel Febri Kristianto	Atlet (PCP <i>Silhouette</i>)	24,0	60,00
9	Abiem Budiarga	Atlet (PCP <i>Benchrest</i>)	22,0	55,00
TOTAL SKOR			270,0	675,00
RATA-RATA SKOR SUS			30,0	75,00

Berdasarkan data Tabel II, total perolehan skor SUS dari 9 responden adalah 675,00 sehingga menghasilkan nilai rata-rata usabilitas sebesar 75,00. Mengacu pada kerangka acuan interpretasi skor SUS baku menurut Brooke [13] dan Bangor et al. [15]: (1) Rentang Penerimaan (*Acceptability Ranges*): Skor 75,00 berada jauh di atas ambang batas standar kelayakan (*threshold* = 68,00 atau batas atas acceptable 70,00), sehingga dikategorikan sebagai *Acceptable* (Dapat Diterima). (2) Skala Nilai (*Grade Scale*): Berada pada rentang 72,6–78,8 yang setara dengan predikat *Grade B*. (3) Peringkat Kata Sifat (*Adjective Ratings*): Terletak pada *interval Good* menuju *Excellent*.

F. Pembahasan Komprehensif

Temuan penelitian ini membuktikan bahwa transformasi dari pencatatan berbasis kertas fisik menjadi sistem monitoring berbasis *web* memberikan dampak ganda: efisiensi administratif dan peningkatan mutu pembinaan kepelatihan. Secara administratif, sistem menghilangkan risiko kehilangan data *scoresheet* fisik yang selama ini dialami oleh Silver Bullet Indonesia. Dengan tersimpannya seluruh sesi tembakan dalam basis data terpusat, riwayat performa atlet dapat ditelusuri kembali kapan pun diperlukan tanpa memakan waktu lama [16].

Dari perspektif *Coaching Science*, ketersediaan grafik tren performa secara *real-time* merevolusi interaksi antara pelatih dan atlet. Pelatih kini dapat mengidentifikasi pola konsistensi atlet secara objektif (*evidence-based coaching*). Sebagai contoh, pelatih dapat mendeteksi apakah atlet mengalami fluktuasi skor akibat faktor kelelahan fisik pada seri tembakan terakhir atau akibat faktor mental ketika bertanding dalam simulasi kompetisi. Hal ini sangat mendukung program periodisasi latihan yang terpersonalisasi untuk setiap individu atlet [17].

Interpretasi mendalam terhadap hasil *System Usability Scale* (Tabel II) menunjukkan adanya disparitas persepsi usabilitas yang berkorelasi dengan jenis spesialisasi menembak responden. Responden dari spesialisasi PCP *Multirange* dan PCP *Silhouette*, seperti Ernesto Wardanto (Skor 100,00) dan Asya Febria (Skor 90,00), memberikan tingkat kepuasan yang tergolong *Excellent*. Hal ini dapat diatribusikan pada perancangan instrumen input siluet berbasis *binary checkbox* yang menuntut interaksi fisik (ketukan layar) sangat minim. Atlet hanya perlu

memberikan ketukan layar singkat untuk mencatat target yang jatuh.

Sebaliknya, atlet dengan spesialisasi *Benchrest* (WRABF), seperti Abiem Budiarga, memberikan skor SUS yang lebih rendah, yaitu 55,00. Analisis kualitatif terhadap antarmuka *Benchrest* (mengacu pada Gambar 5) mengungkap bahwa input nilai numerik berkelanjutan sebanyak 25 target secara sekuensial (dengan rentang skor 0-10) masih menimbulkan sedikit beban kognitif di sela-sela ritme latihan. Meskipun antarmuka telah dikonfigurasi untuk perhitungan dinamis, perpindahan kursor antar-sel untuk 25 sasaran dinilai memerlukan perbaikan navigasi (seperti *auto-next focus* pada sasaran berikutnya) di pembaruan sistem masa mendatang.

Dari perspektif manajerial kepelatihan, perolehan skor 72,50 dari Pelatih Utama mengindikasikan bahwa fitur dasbor komprehensif berhasil memfasilitasi kebutuhan *monitoring*. Kendati demikian, kompleksitas dalam memvalidasi belasan sesi latihan individu secara serentak (apabila banyak atlet berlatih bersamaan) merupakan faktor penahan yang membuat skor belum mencapai titik maksimal. Pelatih menyatakan bahwa transisi dari menganalisis selebaran kertas besar ke peninjauan digital per-halaman (*pagination*) memerlukan proses adaptasi kognitif yang baru. Namun, kapabilitas sistem dalam menyediakan grafik rekam jejak performa terbukti berhasil menghilangkan hambatan *delayed feedback*, sehingga mitigasi terhadap penurunan akurasi bidikan dapat segera didiskusikan dengan atlet sebelum sesi latihan berikutnya dimulai.

Selain itu, perolehan skor SUS sebesar 75,00 memvalidasi efektivitas penerapan konsep *Invisible Monitoring* melalui *Low-Burden Interface*. Salah satu kekhawatiran terbesar dalam digitalisasi olahraga menembak adalah terganggunya konsentrasi dan ritme tembakan atlet jika instrumen input terlalu kompleks. Antarmuka berbasis centang biner pada *Metallic Silhouette* dan sel numerik cepat pada *Benchrest* terbukti mampu meminimalkan interaksi atlet dengan gawai (*minimal screen time*), sehingga fokus dan stabilitas psikologis atlet selama sesi menembak tetap terjaga secara prima [10], [18].

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini telah berhasil merancang dan membangun sistem informasi *monitoring* dan evaluasi performa atlet menembak senapan angin berbasis *website* pada Silver Bullet Indonesia menggunakan *framework Laravel* dan *database MySQL*. Metodologi *Waterfall* yang diterapkan berhasil merealisasikan seluruh kebutuhan fungsional sistem, termasuk modul penilaian multi-kategori untuk *Metallic Silhouette* (IMSSU) dan *Benchrest* (WRABF). Hasil pengujian *Black Box* membuktikan seluruh komponen fungsional bekerja secara valid 100%. Pengujian usabilitas menggunakan *System Usability Scale* (SUS) menghasilkan skor rata-rata 75,00 yang

menempatkan sistem pada kategori *Acceptable* (Grade B, predikat *Good* menuju *Excellent*). Sistem ini terbukti efektif mendukung penerapan *Coaching Science* berbasis data (*evidence-based coaching*) tanpa memberikan beban kognitif tambahan yang dapat mengganggu atlet selama latihan berlangsung.

B. Saran

Untuk pengembangan sistem di masa mendatang, disarankan beberapa hal: (1) penambahan fitur integrasi sensor *computer vision* berbasis kecerdasan buatan untuk mendeteksi perkenaan peluru pada kertas sasaran secara otomatis; (2) pengembangan modul analisis kondisi fisiologis (seperti *heart rate variability*) guna memperkaya analisis kesiapan mental atlet menembak; serta (3) penerapan arsitektur *Progressive Web Apps* (PWA) agar aplikasi dapat diakses secara luring (*offline-first*) ketika atlet berlatih di lapangan terbuka yang memiliki keterbatasan sinyal internet.

REFERENSI

- [1] A. Dharma and R. Hartono, "Sistem penghitung skor otomatis pada olahraga menembak menggunakan metode analisis blob berbasis Matlab," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika (JITEKI)*, vol. 7, no. 1, pp. 12–21, 2021, doi: 10.26555/jiteki.v7i1.20311.
- [2] S. Saraswara, Nurlali, and Z. Arifin, "Sistem pembinaan prestasi atlet cabang olahraga menembak PERBAKIN di Provinsi Riau," *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, vol. 7, no. 1, pp. 1–13, 2020, doi: 10.31258/jomfkip.v7i1.27891.
- [3] P. F. Sidik and M. Atmang, "Literatur review: Penerapan rekayasa perangkat lunak dalam bidang teknologi informasi," *Jengjala: Jurnal Riset Pengembangan dan Pelayanan Kesehatan*, vol. 3, no. 1, pp. 29–37, 2024, doi: 10.55681/jengjala.v3i1.2188.
- [4] E. I. Prayoga and T. Kristiana, "Evaluasi usability pada aplikasi HRMWincorp menggunakan metode System Usability Scale (SUS)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 2, pp. 983–993, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4182.
- [5] F. Sinlae, E. Irwanda, Z. Maulana, and V. E. Syahputra, "Penggunaan framework Laravel dalam membangun aplikasi website berbasis PHP," *Jurnal Siber Multi Disiplin (JSMD)*, vol. 2, no. 2, pp. 119–132, 2024, doi: 10.38035/jsmd.v2i2.54.
- [6] M. N. I. Arsana and A. Ali, "Analisis User Experience (UX) pada website layanan Dkampus dengan metode Cognitive Walkthrough (CW)," *Jurnal Simbolika: Research and Learning in Communication Study*, vol. 10, no. 1, pp. 82–93, 2024, doi: 10.31289/simbolika.v10i1.11204.
- [7] C. Leduc and D. Weaving, "Invisible monitoring for athlete health and performance: A call for a better conceptualization and practical recommendations," *International Journal of Sports Physiology and Performance*, vol. 20, no. 6, pp. 880–884, 2025, doi: 10.1123/ijsp.2024-0312.
- [8] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2020, doi: 10.1007/978-3-030-46535-3.
- [9] J. Brooke, "SUS: A quick and dirty usability scale," in *Usability Evaluation in Industry*, P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, and I. L. McClelland, Eds. London, UK: Taylor & Francis, 1996, pp. 189–194, doi: 10.1201/9781498710411-35.
- [10] J. Sauro and J. R. Lewis, *Quantifying the User Experience: Practical Statistics for User Research*, 2nd ed. Cambridge, MA, USA: Morgan Kaufmann, 2016, doi: 10.1016/C2014-0-03215-6.
- [11] A. Bangor, P. T. Kortum, and J. T. Miller, "An empirical evaluation of the System Usability Scale," *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 24, no. 6, pp. 574–594, 2008, doi: 10.1080/10447310802205776.
- [12] M. Welda, D. M. D. U. Putra, and I. M. A. Pradnyana, "Usability testing menggunakan System Usability Scale (SUS) pada website Badan Kepegawaian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kota Denpasar," *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, vol. 9, no. 1, pp. 86–95, 2020, doi: 10.23887/janapati.v9i1.23358.
- [13] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston, MA, USA: Pearson Education, 2016, doi: 10.1145/3011077.3011095.
- [14] K. Mon-López, F. Zakythinaki, and S. Cordente, "Relationship between training load, heart rate variability, and shooting performance in elite air pistol shooters," *Frontiers in Physiology*, vol. 13, art. no. 864532, pp. 1–11, 2022, doi: 10.3389/fphys.2022.864532.
- [15] G. Balagué, C. Torrents, R. Hristovski, and J. A. Kelso, "Sport science: A dynamic systems approach," *Sports Medicine*, vol. 47, no. 1, pp. 3–19, 2017, doi: 10.1007/s40279-016-0592-9.
- [16] D. J. Cunningham, D. A. Shearer, S. Drawer, C. Eaves, S. M. Cooke, and L. P. Kilduff, "Movement demands and physiological responses to training in elite athletes: The role of tracking technology," *Journal of Sports Sciences*, vol. 36, no. 18, pp. 2073–2081, 2018, doi: 10.1080/02640414.2018.1434448.
- [17] H. T. A. Tanjung, R. Rahim, and S. Syafruddin, "Perancangan sistem informasi monitoring latihan atlet berbasis web," *Jurnal Komtika (Komputasi dan Informatika)*, vol. 5, no. 2, pp. 110–118, 2021, doi: 10.31603/komtika.v5i2.5892.
- [18] M. W. Williams and S. L. Kendall, "Low-burden digital monitoring tools in elite youth sport," *Journal of Applied Sport Psychology*, vol. 35, no. 3, pp. 412–430, 2023, doi: 10.1080/10413200.2022.208754.