

Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Web untuk Manajemen Proyek dan Pengelolaan Peserta Magang pada Laboratorium (Studi Kasus : Metaverse Research and Experience Center)

1st Muchamad Rizky Albani
School of Applied Science
Telkom University
Bandung, Indonesia

bunnyeee@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Amir Hasanudin Fauzi
School of Applied Science
Telkom University
Bandung, Indonesia

amirhf@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pengembangan teknologi Virtual Reality (VR) di Metaverse Research and Experience Center (MREC) menghadirkan berbagai tantangan, salah satunya adalah kurangnya sistem informasi terintegrasi untuk mendukung manajemen laboratorium, pengelolaan peserta magang, dan proyek penelitian. Hal ini menghambat efisiensi operasional dan visibilitas laboratorium. Untuk mengatasi permasalahan ini, dikembangkan sebuah aplikasi berbasis web yang bertujuan untuk menyajikan informasi laboratorium secara terstruktur, mengelola peserta magang, dan mendukung manajemen proyek penelitian. Aplikasi ini dilengkapi dengan fitur interaktif seperti virtual tour berbasis kamera 360 derajat, pengelolaan data peserta magang, serta dashboard manajemen proyek. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini berhasil memenuhi kebutuhan pengguna, dengan tingkat efektivitas sebesar 97%, kegunaan 91%, dan kepuasan 96% berdasarkan uji coba kepada 27 responden. Aplikasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional MREC tetapi juga memperluas daya tariknya bagi kolaborasi akademisi dan industri. Integrasi teknologi ini diharapkan dapat membuka peluang lebih besar bagi MREC untuk menjadi pusat penelitian unggulan dalam bidang Virtual Reality, sekaligus memperkuat reputasi Universitas Telkom sebagai institusi yang berfokus pada inovasi teknologi.

Kata kunci— sistem informasi, manajemen laboratorium, pengelolaan peserta magang, virtual tour

I. PENDAHULUAN

Metaverse Research and Experience Center (MREC) merupakan laboratorium penelitian di bawah naungan Universitas Telkom Bandung, salah satu institusi pendidikan terkemuka di Indonesia. MREC berfokus pada pengembangan solusi inovatif berbasis teknologi, termasuk pengelolaan proyek penelitian dan peserta magang yang mendukung berbagai kegiatan laboratorium. Seiring dengan

bertambahnya jumlah proyek penelitian dan peserta magang, kebutuhan akan sistem pengelolaan yang terintegrasi menjadi semakin penting.

Saat ini, proses pengelolaan data di MREC masih dilakukan secara manual menggunakan alat seperti Google Sheets. Pendekatan ini memiliki sejumlah keterbatasan, termasuk kesulitan dalam melacak perkembangan proyek, pengelolaan jadwal peserta magang, dan koordinasi antar anggota tim. Penelitian menunjukkan bahwa sistem informasi pengelolaan magang berbasis web dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam presensi serta pelaporan kegiatan magang [1].

Masalah lain yang dihadapi MREC adalah keterbatasan dalam menyampaikan informasi kepada publik dan pemangku kepentingan. Saat ini, lab belum memiliki sistem informasi yang terstruktur untuk menyajikan portofolio proyek, artikel penelitian, atau informasi terkait kegiatan laboratorium lainnya. Hal ini membatasi jangkauan kolaborasi dengan akademisi maupun industri, serta mengurangi visibilitas MREC sebagai pusat penelitian yang berpotensi untuk menjalin kerja sama strategis. Penelitian lain menunjukkan bahwa sistem informasi magang berbasis web dapat memudahkan perusahaan atau instansi dalam melaksanakan kegiatan pendaftaran magang [2].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah Sistem Informasi Manajemen (SIM) berbasis web yang mampu mengintegrasikan berbagai kebutuhan pengelolaan di MREC. Sistem ini dirancang untuk memfasilitasi pencatatan, pemantauan, dan pelaporan proyek penelitian yang sedang berjalan. Selain itu, sistem ini akan memberikan kemudahan dalam mengelola data peserta magang, termasuk jadwal, tugas, dan penilaian. Penerapan

sistem informasi yang terstruktur dapat membantu meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko kesalahan dalam manajemen data organisasi [3].

Dengan adanya sistem ini, diharapkan MREC dapat meningkatkan efisiensi internal laboratorium, mengurangi risiko kesalahan data, serta meningkatkan visibilitas dan daya tariknya sebagai pusat penelitian. Sistem ini juga diharapkan mampu memberikan kontribusi positif dalam mendukung visi Universitas Telkom sebagai institusi pendidikan yang unggul dalam pengembangan teknologi dan inovasi.

II. KAJIAN TEORI

[1] Metaverse Research and Experience Center (MREC)

Metaverse Research and Experience Center (MREC) merupakan sebuah laboratorium inovasi yang fokus pada pengembangan dan penerapan teknologi virtual reality (VR). Sebagai bagian dari ekosistem Universitas Telkom, MREC berperan sebagai pusat penelitian yang menggabungkan aspek akademik dan industri. Dalam inovasi terbuka, MREC tidak hanya menjadi tempat eksperimen teknologi VR, tetapi juga sebagai wadah kolaborasi antar peneliti, industri, dan masyarakat. Dengan demikian, MREC dapat dianggap sebagai sebuah ekosistem inovasi yang dinamis, di mana ide-ide baru terus berkembang dan diimplementasikan. MREC berperan penting dalam menggabungkan aspek akademik dan industri. Laboratorium ini mendukung inovasi terbuka, tidak hanya sebagai tempat eksperimen teknologi VR tetapi juga sebagai wadah kolaborasi antara peneliti, mahasiswa, industri, dan masyarakat.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Ketua/Pendiri Laboratorium MREC, diketahui bahwa saat ini laboratorium belum memiliki aplikasi berbasis web untuk mendukung pengelolaan informasi. Pengelolaan data masih dilakukan secara manual melalui folder di komputer atau Google Sheet, yang menyulitkan akses informasi karena data harus dibuka satu per satu. Selain itu, MREC juga menghadapi kendala dalam mengelola peserta magang, terutama terkait keaktifan peserta yang datanya sulit dilacak dan diketahui secara menyeluruh. Dalam pengelolaan kegiatan sehari-hari, MREC mengadakan pertemuan wajib seminggu sekali sebagai upaya untuk melakukan koordinasi dan evaluasi. Namun, tanpa sistem informasi yang terintegrasi, pengelolaan kegiatan ini masih memiliki keterbatasan dalam hal dokumentasi dan pemantauan aktivitas.

Dengan berbagai tantangan tersebut, terlihat jelas bahwa MREC memerlukan solusi berupa sistem informasi berbasis web yang dapat membantu mengelola data laboratorium secara efektif, memudahkan akses informasi, serta memfasilitasi pengelolaan peserta magang dan kegiatan laboratorium secara lebih sistematis. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan transparansi dalam pengelolaan laboratorium sehingga MREC dapat lebih fokus

pada pengembangan teknologi Virtual Reality yang menjadi utamanya

[2] Sistem Informasi Manajemen

Sistem Informasi Manajemen (SIM) adalah sistem yang bertujuan untuk mengelola informasi secara efektif guna mendukung proses pengambilan keputusan dalam organisasi. MSI berperan penting dalam mendukung kelancaran operasional serta memberikan informasi yang relevan bagi manajemen. Manajemen sistem informasi mengintegrasikan penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk menyusun, mengolah, dan menganalisis data, sehingga menghasilkan informasi yang dapat dimanfaatkan oleh manajemen organisasi [4].

Laboratorium penelitian seperti MREC, sistem informasi yang terintegrasi dapat membantu mengelola data peserta magang, proyek penelitian yang sedang berlangsung, serta dokumentasi hasil penelitian. Penggunaan MSI juga memungkinkan manajemen lab untuk melakukan pemantauan yang lebih efektif, mempercepat proses pelaporan, dan mempermudah akses informasi bagi stakeholder, baik internal maupun eksternal.

[3] Aplikasi Website

Aplikasi web adalah perangkat lunak yang dapat diakses melalui browser web dan tidak memerlukan instalasi pada perangkat pengguna. Aplikasi web umumnya dijalankan di sisi server, sementara interaksinya dengan pengguna dilakukan di sisi klien melalui browser. Aplikasi web memanfaatkan protokol HTTP/HTTPS untuk mengirim dan menerima data, serta dapat diakses kapan saja dan dari mana saja selama terdapat koneksi internet [4].

Aplikasi web memiliki beberapa keunggulan dibandingkan aplikasi desktop, seperti kemudahan akses, fleksibilitas dalam pemeliharaan, dan kemampuan untuk mendukung berbagai jenis perangkat tanpa harus mengembangkan versi aplikasi yang berbeda. Dalam laboratorium seperti Metaverse Research and Experience Center (MREC), aplikasi web menjadi solusi yang ideal untuk menyediakan informasi secara terintegrasi, memungkinkan pengelolaan data laboratorium, manajemen proyek, serta penyediaan fitur-fitur interaktif seperti virtual tour dan portofolio lab yang mudah diakses oleh pengguna.

[4] Bahasa Pemrograman

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pengembangan aplikasi web sangat beragam. Beberapa bahasa utama yang sering digunakan adalah.

1. PHP: Bahasa server-side scripting yang populer untuk membangun aplikasi web dinamis. Laravel, framework yang digunakan dalam proyek ini, adalah salah satu framework PHP yang terkenal [5].
2. JavaScript: Bahasa pemrograman yang berjalan di sisi klien untuk menciptakan pengalaman pengguna yang interaktif. Library atau framework seperti Vue.js atau React.js sering digunakan untuk mendukung pengembangan frontend.
3. HTML dan CSS: HTML digunakan untuk struktur konten aplikasi, sedangkan CSS digunakan untuk pengaturan tata letak dan desain visual.

[5] Laravel

Laravel adalah salah satu framework PHP yang paling populer digunakan dalam pengembangan aplikasi web. Dengan arsitektur MVC (Model-View-Controller), Laravel memisahkan logika bisnis dari tampilan pengguna, sehingga memudahkan pengembangan dan perawatan aplikasi web.

1. Model dalam Laravel bertanggung jawab untuk menangani pengolahan data. Dengan menggunakan Eloquent ORM (Object Relationship Mapper), pengembang dapat dengan mudah mengolah data tanpa perlu menulis query SQL secara manual. Eloquent memungkinkan interaksi dengan berbagai jenis database, seperti MySQL dan PostgreSQL, sehingga memudahkan pengembangan aplikasi yang skalabel.
2. View dalam Laravel bertanggung jawab untuk menangani tampilan interface ke pengguna. Dengan menggunakan Blade Template Engine, pengembang dapat membuat desain layout yang elegan dan terstruktur. Blade memungkinkan pengembang untuk membuat template yang dapat digunakan kembali, sehingga memudahkan perawatan dan pembaruan aplikasi.
3. Controller dalam Laravel bertanggung jawab untuk menghubungkan Model dan View. Controller memproses permintaan dari pengguna dan mengirimkan respons yang tepat. Dengan menggunakan Route, pengembang dapat memetakan rute semua request, sehingga memudahkan pengembangan aplikasi yang kompleks [9].
4. Laravel menyediakan fitur route management yang fleksibel, memungkinkan pengembang untuk mengatur rute-rute aplikasi dengan mudah. Fitur ini memungkinkan pengembang untuk membuat routes static dan dynamic, serta menggunakannya untuk mengarahkan permintaan HTTP ke controller yang sesuai [7].

[6] Database MySQL

MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional yang digunakan untuk menyimpan data aplikasi secara terstruktur. MySQL dipilih karena keandalannya, kemampuannya menangani data dalam jumlah besar, dan kompatibilitasnya dengan berbagai platform. MySQL merupakan database engine yang mendukung bahasa SQL sebagai bahasa interaktif dalam mengelola data [6].

[7] Api dan Sistem Notifikasi

Aplikasi ini menggunakan RESTful API untuk memungkinkan komunikasi antara frontend dan backend. Implementasi RESTful API memudahkan integrasi dan pengembangan fitur dalam aplikasi. Selain itu, sistem notifikasi berbasis SweetAlert digunakan untuk memberikan umpan balik langsung kepada pengguna mengenai tindakan yang berhasil atau gagal. Penggunaan push notifikasi dalam sistem informasi telah terbukti meningkatkan interaksi dan keterlibatan pengguna [8].

[8] Virtual Tour

Fitur virtual tour berbasis kamera 360 derajat memungkinkan pengguna mengeksplorasi laboratorium secara virtual. Teknologi ini didukung oleh Pannellum, library JavaScript open-source untuk rendering konten panorama interaktif berbasis web. Pannellum memungkinkan integrasi yang mudah tanpa memerlukan plugin tambahan pada browser, serta mendukung berbagai fitur seperti navigasi hotspot dan kontrol pengguna yang interaktif. Penggunaan teknologi virtual tour dapat meningkatkan pengalaman pengguna dalam mengakses informasi secara interaktif, terutama untuk eksplorasi ruang virtual [10].

III. METODE

[1] Analisis Kebutuhan Pengguna

Informasi kebutuhan pengguna dan karakteristiknya digali dengan metode wawancara. Wawancara dilaksanakan pada 28 Oktober 2024 bertempat di Laboratorium MREC, Bandung. Wawancara dilakukan terhadap 2 orang mahasiswa yang merupakan peserta magang MREC dan juga kepada dosen yang merupakan ketua pengurus Laboratorium MREC. Berdasarkan informasi kebutuhan yang telah digali, fitur aplikasi yang perlu dibangun sesuai kebutuhan pengguna dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Fitur Profile Laboratorium

Fitur ini menjadi pusat informasi bagi pengguna untuk mengetahui profil dan kegiatan utama laboratorium MREC. Melalui fitur ini, pengguna dapat memahami fokus riset dan aktivitas yang dijalankan di laboratorium.

2. Dashboard Pengelolaan Informasi Laboratorium

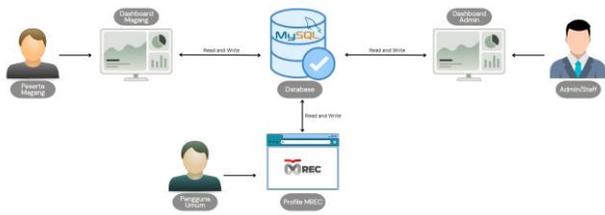
Dashboard ini berfungsi sebagai pusat kontrol bagi pengurus lab untuk mengelola informasi penting laboratorium, seperti jadwal kegiatan, sumber daya yang tersedia, serta agenda riset. Dashboard ini memberikan kemudahan bagi pengurus dalam mencatat, memperbarui, dan memantau data-data terkait operasional laboratorium.

3. Dashboard Pengelolaan Peserta Magang

Fitur ini dirancang untuk membantu pengurus laboratorium dalam mengelola data peserta magang. Melalui dashboard ini, pengurus dapat mencatat dan memonitor data peserta magang, termasuk jadwal kegiatan, evaluasi kinerja, serta pencatatan laporan progres. Fitur ini memungkinkan manajemen magang yang lebih terstruktur dan efisien, sehingga informasi mengenai peserta magang dapat diakses dengan mudah oleh pengurus.

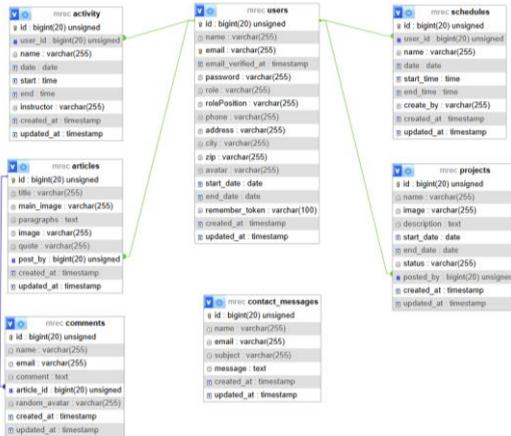
[2] Perancangan Aplikasi

Aplikasi Website yang dirancang diberi nama MREC dan akan memiliki tiga pengguna, yaitu untuk pengguna umum, peserta magang dan admin/staff laboratorium MREC, seperti terlihat pada Gambar 1 (Arsitektur Aplikasi). Aplikasi MREC akan terhubung oleh satu database yaitu MySQL di mana seluruh data akan disimpan, seperti data informasi laboratorium, data peserta magang dan data aktivitas laboratorium.



GAMBAR 1
(Arsitektur Aplikasi)

Untuk mendukung jalannya aplikasi, akan digunakan Database MySQL dengan struktur data yang tampak seperti pada Gambar 2(Struktur Data MySQL).



GAMBAR 2
(Struktur Data MySQL)

Pada struktur database yang digunakan dalam aplikasi MREC. Database ini terdiri dari beberapa tabel utama, yaitu users, activity, schedules, projects, articles, comments, dan contact_messages. Tabel users menyimpan data pengguna, termasuk nama, email, peran, nomor telepon, dan alamat. Tabel activity merekam informasi kegiatan yang diadakan, seperti nama aktivitas, instruktur, tanggal, waktu mulai, dan waktu selesai, dan memiliki relasi satu-ke-banyak dengan tabel users melalui kolom user_id. Tabel schedules mencatat jadwal dengan atribut nama jadwal, tanggal, waktu mulai dan selesai, serta pengguna yang membuat jadwal (terhubung ke users melalui user_id). Tabel projects berfungsi untuk menyimpan data proyek MREC, termasuk nama proyek, deskripsi, gambar, tanggal mulai dan selesai, status, dan pengguna yang mengunggah proyek, yang terhubung ke users melalui kolom posted_by. Tabel articles menyimpan artikel yang dibuat, dengan atribut seperti judul, gambar utama, isi, gambar tambahan, kutipan, dan pengguna yang mengunggah artikel (terhubung ke users melalui kolom post_by).

Komentar pada artikel disimpan di tabel comments, yang berelasi dengan tabel articles melalui kolom article_id. Terakhir, tabel contact_messages berfungsi untuk mencatat pesan kontak dari pengguna, dengan atribut nama pengirim, email, subjek, dan isi pesan. Struktur ini dirancang untuk mendukung fungsionalitas utama aplikasi, dengan hubungan antar tabel yang memungkinkan manajemen data pengguna, jadwal, proyek, artikel, dan komentar.

[3] Kebutuhan Pengembangan Aplikasi

Untuk mengimplementasikan aplikasi sesuai rancangan yang telah dibuat, dibutuhkan perangkat keras dan perangkat lunak berikut pada Table 1(Kebutuhan Hardware dan Software).

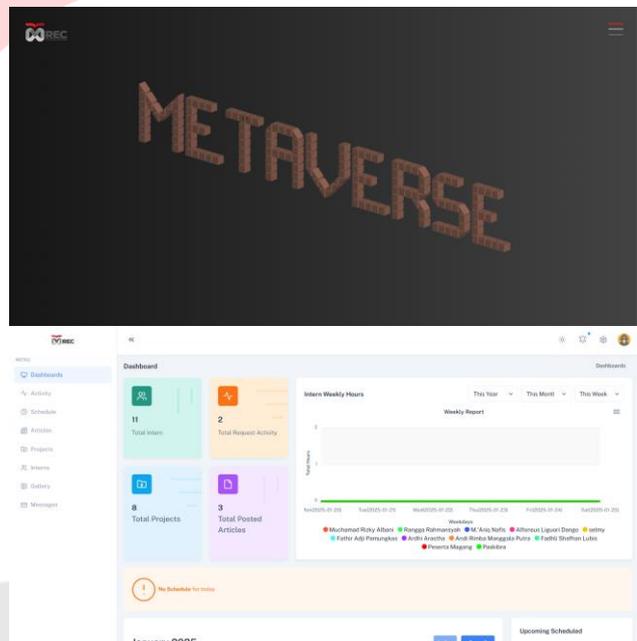
TABEL 1
(KEBUTUHAN HARDWARE DAN SOFTWARE)

Hardware	Software
Laptop Lenovo Idepad Slim 1: AMD Ryzen 3 7320u dan RAM 8GB	Visual Studio Code versi 1.94 Web Server MySQL Database Google Chrome Laravel 11 Canva

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Aplikasi

Aplikasi MREC terdiri dari 3 user, yaitu user(pengguna umum), staff/dosen dan peserta magang. Aplikasi ini diimplementasikan di Website. Tampilan website MREC tampak seperti pada Gambar 3(Aplikasi Hasil Impementasi).



GAMBAR 3
(Aplikasi Hasil Impementasi)

B. Pengujian Aplikasi

Untuk memastikan kualitasnya, aplikasi ini diuji dalam 3 tahapan, mulai dari kualitas kode, pengujian fungsionalitas hingga pengujian ke pengguna. Pengujian kualitas kode pada project dilakukan dengan menggunakan Laravel Pint sebagai tools untuk memastikan kode sesuai dengan standar PSR-12. Pada awal pengujian, terdapat berbagai style issues yang terdeteksi di 76 file dalam project, termasuk file pada direktori app/Http/Controllers/, app/Models/, database/migrations/, dan tests/. Laravel Pint berhasil memperbaiki 55 style issues secara otomatis, seperti masalah line ending, class attributes separation, no unused imports, dan ordered imports. Beberapa masalah lain, seperti spasi berlebih, pemformatan array, dan baris kosong yang tidak diperlukan, juga diperbaiki.

Pengujian fungsionalitas menggunakan teknik black box untuk mengetahui keberhasilan dari sistem yang telah dibuat

dan untuk mengetahui apakah seluruh fungsi berjalan dengan baik. Pengujian diawali dengan membuat skenario test untuk setiap fitur. Seluruh pengujian ini dilakukan menggunakan Laptop Lenovo Ideapad Slim 1 dengan spesifikasi CPU Ryzen 3 dan RAM 8GB.

Pengujian ke pengguna dilakukan dengan metode usability test. Proses pengujian diawali dengan membuat kuesioner di Google Form, lalu menyebarkan kuesioner tersebut ke responden. Sebelum mengisi kuesioner responden pengguna umum diharuskan mencoba aplikasi dan mengirimkan pesan melalui fitur contact us pada halaman contact.

Pengujian dilakukan dengan responden sebanyak 27 orang terdiri dari 66,7% pengguna umum, 22,2% peserta magang, dan 11,1% admin/staff. Setiap responden dipastikan telah mencoba aplikasi sebelum mengisi kuesioner. Berdasarkan hasil perhitungan, data menunjukkan bahwa mayoritas responden merasa positif tentang efektivitas aplikasi, dengan lebih dari 97% memilih "Sangat Setuju" atau "Setuju". Menandakan bahwa aplikasi tersebut diterima dengan baik dan dianggap efektif oleh pengguna

V. KESIMPULAN

Aplikasi Sistem Informasi Laboratorium Metaverse Research and Experience Center (MREC) berhasil dirancang dan dikembangkan untuk menyajikan informasi laboratorium secara terstruktur dan mudah diakses. Aplikasi ini mengintegrasikan fitur interaktif seperti virtual tour berbasis kamera 360 derajat dan portofolio proyek penelitian, yang mampu meningkatkan visibilitas serta daya tarik MREC di kalangan akademisi dan industri. Selain itu, pengelolaan peserta magang menjadi lebih terstruktur dan efisien melalui fitur-fitur manajemen yang memudahkan pencatatan data dan pemantauan aktivitas. Dengan mendukung publikasi kegiatan penelitian dan kolaborasi, aplikasi ini memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan aksesibilitas informasi dan efisiensi operasional laboratorium. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi ini memenuhi aspek efektivitas, kegunaan, dan kepuasan pengguna, menjadikannya solusi yang berhasil menjawab kebutuhan laboratorium dalam pengelolaan informasi dan manajemen berbasis web.

Untuk pengembangan aplikasi lebih lanjut, meningkatkan resolusi visual dan interaktivitas pada fitur virtual tour agar pengguna mendapatkan pengalaman yang lebih imersif saat mengeksplorasi fasilitas laboratorium., membuat versi aplikasi berbasis mobile untuk meningkatkan aksesibilitas

dan kenyamanan pengguna yang lebih sering menggunakan perangkat seluler, menambahkan fitur untuk mengelola evaluasi peserta magang secara otomatis, seperti sistem penilaian berbasis KPI (Key Performance Indicator).

REFERENSI

- [1] A. Putra and B. Adi, "Sistem Informasi Pengelolaan Magang Berbasis Web," *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 12, no. 2, pp. 45–56, 2023.
- [2] M. Wahyudi, "Sistem Informasi Magang Berbasis Website pada Dinas Pendidikan," *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 33–40, 2019 .
- [3] S. Sari, H. Nugraha, and T. Lestari, "Sistem Informasi Manajemen Praktek Kerja Lapangan Berbasis Web," *Jurnal Aplikasi dan Manajemen Sistem Informasi*, vol. 9, no. 3, pp. 65–72, 2021.
- [4] A. Wijoyo, A. Bajuri, A. Gustiani, A. Safira Putri, and E. Wahyuningsih, "SISTEM INFORMASI MANAJEMEN PADA BISNIS," *JORAPI : Journal of Research and Publication Innovation*, vol. 1, no. 1, 2023.
- [5] A. Z. Muchtar dan S. Munir, "Penggunaan Framework Laravel dalam Membangun Aplikasi Website Berbasis PHP," *Jurnal Sistem Manajemen dan Digital*, vol. 1, no. 2, 2019.
- [6] N. Fitri, A. Rahman, dan R. Kurniawan, "Pengembangan Database Management System Menggunakan MySQL," *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 5, no. 2, hlm. 45–52, 2020.
- [7] K. Sidharta dan T. Wibowo, "Studi Efisiensi Sumber Daya terhadap Efektivitas Penggunaan Database: Studi Kasus SQL Server dan MySQL," *CBSSIT Journal*, vol. 4, no. 1, 2021.
- [8] R. H. Fadhil dan Sutarman, "Implementasi RESTful API dan Push Notifikasi pada Sistem Informasi Acara Kebudayaan di Indonesia Berbasis Android," *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 5, no. 1, hlm. 417–426, 2024.
- [9] Telkom University, "Laravel: Definisi, Cara Kerja, Keunggulan dan Kekurangan," Telkom University Jakarta, <https://jakarta.telkomuniversity.ac.id/laravel-definisi-cara-kerja-keunggulan-dan-kekurangan/>
- [10] J. Utomo dan A. Suryadi, "Pemanfaatan Pannellum untuk Pembuatan Virtual Tour Interaktif pada Website Pariwisata," *Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, vol. 7, no. 3, hlm. 125–134, 2023.