

Rekayasa Kebutuhan Dan Implementasi Website Manajemen Esport Pubgm Mighty Organizer

Rhexy Pasha Dwi Olivia¹, I Made Suartana²

^{1,2} S1 Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya

¹rhexy.21034@mhs.unesa.ac.id

³madesuartana@unesa.ac.id

Abstrak— Perkembangan industri E-Sport, khususnya PUBG Mobile, mendorong meningkatnya kebutuhan akan sistem manajemen turnamen yang efektif dan terintegrasi. Mighty Organizer sebagai salah satu penyelenggara turnamen PUBG Mobile masih menghadapi berbagai kendala dalam pengelolaan turnamen, seperti kesalahan pencatatan data peserta, perhitungan poin yang belum terotomatisasi, serta pembagian grup pertandingan yang masih dilakukan secara manual. Permasalahan tersebut menyebabkan proses manajemen turnamen menjadi kurang efisien dan berpotensi menimbulkan kesalahan data. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rekayasa kebutuhan dan mengimplementasikan website manajemen esport PUBG Mobile pada Mighty Organizer sesuai dengan kebutuhan pengguna. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah requirement engineering yang meliputi tahapan elicitation, analysis, specification, verification, validation, serta requirement management. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan pihak Mighty Organizer dan penyebaran kuesioner kepada peserta turnamen untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem secara menyeluruh. Hasil dari proses rekayasa kebutuhan didokumentasikan dalam bentuk Software Requirement Specification (SRS) sebagai acuan dalam proses implementasi sistem. Hasil penelitian berupa implementasi website manajemen esport berbasis web yang memiliki fitur pengelolaan data peserta, manajemen turnamen, pembagian grup otomatis, perhitungan poin, tampilan leaderboard, serta pengelolaan sertifikat. Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan kesesuaian antara kebutuhan yang telah didefinisikan dengan sistem yang dibangun. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memenuhi kebutuhan pengguna serta meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan turnamen.

Kata Kunci—Rekayasa Kebutuhan, Website, Manajemen Esport, PUBG Mobile, Software Requirement Specification

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri Electronic Sport (E-Sport) dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan peningkatan yang sangat pesat, baik secara global maupun di Indonesia. E-Sport tidak lagi dipandang sebagai sekadar permainan hiburan, melainkan telah berkembang menjadi industri kompetitif yang profesional dan terorganisir. Berbagai jenis permainan seperti Battle Royale, Multiplayer Online Battle Arena (MOBA), hingga First Person Shooter (FPS) menjadi cabang yang dipertandingkan dalam berbagai turnamen berskala nasional maupun internasional [1].

Salah satu game yang memiliki popularitas tinggi di Indonesia adalah PUBG Mobile. Game ini termasuk dalam

kategori Battle Royale yang mempertemukan banyak pemain dalam satu arena untuk saling bertahan hingga menjadi pemenang. Popularitas PUBG Mobile mendorong terbentuknya berbagai komunitas serta penyelenggara turnamen (organizer) yang secara aktif mengadakan kompetisi secara rutin.

Mighty Organizer merupakan salah satu penyelenggara turnamen PUBG Mobile yang telah menyelenggarakan ratusan turnamen dan bekerja sama dengan berbagai komunitas E-Sport di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya jumlah peserta dan frekuensi turnamen, proses pengelolaan yang masih dilakukan secara manual menimbulkan berbagai kendala, seperti kesalahan pencatatan data peserta, perhitungan poin yang belum terotomatisasi, pembagian grup pertandingan yang dilakukan secara manual, serta potensi terjadinya human error akibat tingginya volume data yang harus dikelola. Permasalahan tersebut berdampak pada kurang optimalnya efisiensi dan akurasi dalam manajemen turnamen.

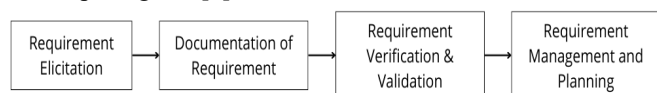
Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah sistem manajemen E-Sport berbasis website yang mampu mengintegrasikan seluruh proses pengelolaan turnamen secara terstruktur dan otomatis. Dalam pengembangan sistem perangkat lunak, proses rekayasa kebutuhan (requirement engineering) memegang peranan penting untuk memastikan bahwa sistem yang dibangun benar-benar sesuai dengan kebutuhan pengguna. Proses ini meliputi tahapan identifikasi kebutuhan (elicitation), analisis kebutuhan, spesifikasi kebutuhan, validasi, serta manajemen kebutuhan [2].

Dengan menerapkan pendekatan rekayasa kebutuhan dalam pengembangan website manajemen E-Sport, sistem yang dihasilkan diharapkan mampu memfasilitasi pengelolaan data peserta, pembagian grup otomatis, perhitungan poin, penyajian leaderboard, serta dokumentasi hasil turnamen secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada rekayasa kebutuhan dan implementasi website manajemen E-Sport PUBG Mobile pada Mighty Organizer guna meningkatkan kualitas pengelolaan turnamen secara digital dan terintegrasi.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang dilakukan pada penelitian requirement engineering merupakan proses yang berfokus pada

pengumpulan dan pengelolaan kebutuhan system dan pembuatan website manajemen esport Mighty Organizer dapat dilihat pada gbr 1 [3].



Gbr.1 Rangkaian Metodologi Penelitian

Setelah melakukan serangkaian tahapan requirement engineering selanjutnya adalah tahapan testing menggunakan fungsional testing untuk kebutuhan fungsional dan kebutuhan non-fungsional menggunakan lighthouse dan locust.

A. Requirement Elicitation

Tahapan elisitasi ini adalah pengumpulan data kebutuhan pengguna dari sisi admin dan peserta [3]. Untuk admin menggunakan teknik wawancara dan peserta menggunakan kuisioner google form yang data nya akan diolah dengan purposive sampling, yaitu pengambilan sampel responden yang sesuai kriteria inklusi saja [4]. Dari pengumpulan data ini didapatkan tabel hasil elisitasi yang ditunjukkan pada tabel 1.

TABEL I
TABEL HASIL ELISITASI

No	Narsum	Permasalahan	Solusi
1	Owner	Pendaftaran ratusan peserta via WhatsApp tidak efisien dan sering terblokir.	Fitur pendaftaran online dengan validasi otomatis dan manajemen data peserta.
2	Owner	Pembagian dan pemberian link whatsapp grub masih manual	Fitur pembagian grub otomatis.
3	Staff 1	Perhitungan poin dengan website lain sering mengalami bug	Fitur perhitungan poin.
4	Staff 2	Staff kurang familiar dengan teknologi.	UI/UX sederhana dan user friendly.
5	Peserta	Pendaftaran turnamen dengan pesan pribadi ke admin seringkali tidak dibalas/terlewat.	Fitur pendaftaran turnamen secara mandiri oleh peserta.

Dari hasil elisitasi ini dapat digunakan sebagai acuan untuk membentuk kebutuhan fungsional yang dibutuhkan untuk website manajemen turnamen ini [5]. Kebutuhan fungsional akan dibedakan menjadi 2 role yaitu admin dan peserta. Tabel 2. Dan tabel 3. Akan menunjukkan kebutuhan fungsional tersebut.

TABEL II
TABEL KEBUTUHAN FUNGSIONAL ADMIN

No	Kebutuhan Fungsional
1	Sistem menyediakan fitur login khusus admin.
2	Sistem menyediakan fitur pengelolaan data turnamen (CRUD).
3	Sistem menyediakan fitur pengaturan dan pembagian peserta ke dalam grup sesuai stage turnamen.
4	Sistem menyediakan fitur perhitungan poin berdasarkan stage, termasuk penyesuaian jumlah match dan penyimpanan data otomatis.
5	Sistem menyediakan fitur generate poster leaderboard berdasarkan data peserta pada stage tertentu.
6	Sistem menyediakan fitur unggah sertifikat pemenang dengan pembatasan format file (JPG/JPEG/PNG).
7	Sistem menyediakan fitur unggah template poster leaderboard dengan pembatasan format file (JPG/JPEG/PNG).

TABEL III
TABEL KEBUTUHAN FUNGSIONAL PESERTA

No	Kebutuhan Fungsional
1	Fitur login dan register untuk menyimpan data nama tim dan nomor perwakilan beserta email perwakilan
2	Fitur pendaftaran turnamen yang hanya melakukan klik registrasi untuk mendaftar tanpa melakukan pengisian formulir registrasi lagi
3	Fitur melihat detail turnamen agar peserta dapat melihat tanggal berapa turnamen dimulai. Mulai dari kualifikasi, semifinal, dan grandfinal. Peserta juga dapat melihat prizepool turnamen, total peserta yang mengikuti.
4	Fitur untuk mengubah nama tim

5	Fitur download sertifikat bagi yang memenangkan turnamen
6	Fitur live leaderboard

Kebutuhan non-fungsional tidak akan dibedakan dari sisi admin dan peserta, karena kebutuhan non-fungsional berkaitan dengan performa website secara keseluruhan, oleh karena itu kebutuhan non-fungsional yang diperoleh dalam tahapan elisitasi ini dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV
TABEL KEBUTUHAN FUNGSIONAL PESERTA

No	Kebutuhan Non-Fungsional
1	Sistem harus mencapai skor Lighthouse Performance ≥ 85 pada halaman utama, dashboard admin, dan detail turnamen.
2	Sistem harus memiliki skor Accessibility ≥ 85 dan SEO ≥ 90 berdasarkan pengujian Lighthouse.
3	Nilai LCP $< 2,5$ detik, FID < 100 ms, dan CLS $< 0,10$ pada jaringan normal (4G).
4	Sistem mampu menangani minimal 150 pengguna aktif bersamaan saat pendaftaran.
5	Rata-rata response time server < 900 ms dan P95 < 1500 ms pada beban 150 pengguna.
6	Sistem mempertahankan throughput minimal 30 request per second (RPS) pada 150 pengguna.
7	Tingkat error request penting (login, pendaftaran) $< 2\%$ saat pengujian beban.
8	Server tetap stabil tanpa downtime selama 5 menit stress test (150 pengguna).
9	Sistem mampu menangani lonjakan pengguna dari 0 ke 100 dalam 5 detik tanpa crash.

B. Documentation of Requirement

Setelah proses elicitation, kebutuhan yang diperoleh didokumentasikan dalam bentuk Software Requirements Specification (SRS) [6]. Tahapan dokumentasi mencakup requirement identification dan requirement specification.

Pada tahap requirement identification, setiap kebutuhan diberi kode unik untuk memudahkan pelacakan dan pengelolaan. Selanjutnya pada tahap requirement specification, kebutuhan dijabarkan secara rinci, terstruktur, dan tidak ambigu agar dapat dipahami oleh pengembang maupun stakeholder.

Pada tahap requirement identification, setiap kebutuhan diberi kode unik untuk memudahkan pelacakan dan pengelolaan. Selanjutnya pada tahap requirement specification, kebutuhan dijabarkan secara rinci, terstruktur, dan tidak

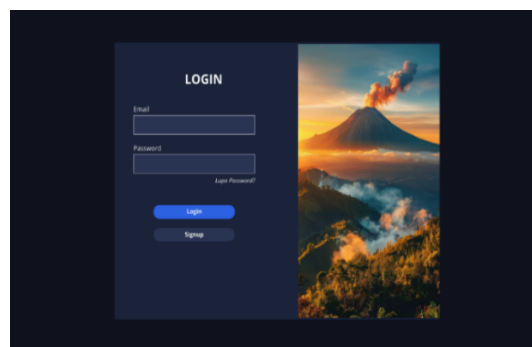
ambigu agar dapat dipahami oleh pengembang maupun stakeholder.

Dokumen SRS akan mencakup deskripsi umum system, spesifikasi kebutuhan fungsional dan non-fungsional, dan diagram UML (use case diagram dan class diagram) [7]. Dokumen ini nantinya akan menjadi acuan utama dalam proses desain dan implementasi system agar sesuai dengan kebutuhan pengguna.

C. Requirement Verification & Validation

Tahap verification dan validation dilakukan untuk memastikan bahwa kebutuhan yang telah didokumentasikan sesuai dengan harapan pengguna dan dapat diimplementasikan secara teknis. Verification dilakukan dengan meninjau kembali dokumen SRS berdasarkan standar IEEE 830 untuk memastikan bahwa requirement bersifat jelas (clear), tidak ambigu, konsisten, dapat diuji (testable), dapat diimplementasikan [8]. Verifikasi ini juga dimasukkan kedalam dokumen Requirement Validation Technique.

Validation dilakukan melalui pendekatan prototyping . Prototype antarmuka dirancang menggunakan Canva untuk memvisualisasikan sistem sebelum tahap implementasi. Prototype tersebut kemudian divalidasi oleh pihak Mighty Organizer untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan operasional mereka. Gbr 2. Merupakan contoh prototype untuk halaman login.



Gbr 2. Prototype Halaman Login

Selain itu, dilakukan pengujian berbasis skenario (test case) untuk memverifikasi bahwa setiap requirement fungsional telah berjalan sesuai spesifikasi. Untuk kebutuhan non-fungsional, dilakukan pengujian performa menggunakan Lighthouse dan pengujian beban (load testing) menggunakan Locust. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dokumen SRS yang telah dibuat memenuhi konsep IEE 830 dan dinyatakan valid atau sesuai dengan kebutuhan pengguna.

D. Requirement Management and Planning

Tahapan ini bertujuan untuk mengelola, memprioritaskan, serta merencanakan kebutuhan yang telah diperoleh agar dapat diterjemahkan secara efektif ke dalam tahap perancangan sistem (*design phase*). Pada tahap ini, setiap kebutuhan pengguna yang telah divalidasi disusun ke dalam dokumen *Software Requirement Specification (SRS)* sebagai acuan utama dalam proses desain dan pengembangan sistem.

Tahap ini juga menjadi penghubung antara hasil identifikasi kebutuhan. Pada tahap desain inilah struktur sistem, alur proses, serta rancangan antarmuka pengguna mulai diimplementasikan berdasarkan hasil perencanaan yang dihasilkan dari *requirement management*. Dengan demikian, proses perancangan website manajemen turnamen berbasis Flask ini tidak hanya didasarkan pada kebutuhan pengguna yang telah diidentifikasi, tetapi juga mengikuti perencanaan yang terstruktur agar pengembangan sistem berjalan efisien dan terarah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Kebutuhan Fungsional

Pengujian kebutuhan fungsional dilakukan dengan memetakan scenario test case yang kemudian pengujian akan dikelompokkan menjadi tabel test suite yaitu kumpulan dari test case [9]. Setiap scenario test case mendapatkan kode yang berhubungan dengan kode kebutuhan yang telah ditetapkan pada tahap Documentation of Requirement pada tahap Requirement Engineering. Tabel 5. Akan menunjukkan hasil dari pengujian test case untuk kebutuhan fungsional dari sisi admin.

TABEL V
TABEL HASIL PENGUJIAN FUNGSIONAL ADMIN

No	Fitur	TC ID	Hasil
1	Login	TCA-LOG1-5	✓
2	Tambah turnamen	TCA-TT1-2	✓
3	Hapus turnamen	TCA-HT1	✓
4	Atur peserta	TCA-ST1	✓
5	Hapus peserta	TCA-HP1	✓
6	Hitung point	TCA-PTS1-4	✓
7	Generate leaderboard	TCA-LB1	✓
8	Unggah sertifikat	TCA-CTF1-2	✓
9	Unggah template leaderboard	TCA-ULB1-2	✓

Tabel 6. Akan menunjukkan hasil dari pengujian test case untuk kebutuhan fungsional dari sisi peserta.

TABEL VI
TABEL HASIL PENGUJIAN FUNGSIONAL ADMIN

No	Fitur	TC ID	Hasil
1	Login	TCP-LOG1-5	✓
2	Daftar akun	TCP-R1-4	✓
3	Ubah password	TCP-FP1-2	✓
4	Daftar turnamen	TCP-DT1-2	✓
5	Unduh sertifikat	TCP-DCTF1	✓

Berdasarkan hasil test case diatas menunjukkan bahwa semua fitur kebutuhan yang diuji lolos uji atau semua fitur bekerja sesuai dengan deskripsi pekerjaan mereka masing – masing.

B. Pengujian Kebutuhan Non-Fungsional

Pengujian kebutuhan non-fungsional dibedakan menjadi yaitu untuk *performance*, *accessibility*, dan SEO menggunakan *lighthouse* [10]. Untuk kemampuan website dalam menangani lonjakan pengguna yaitu pengujian stress test dan spike test menggunakan locust dengan scenario 150 user dengan 10 user per detik selama 5 menit yang akan diulang sebanyak 3x untuk stress test. Spike test dilakukan dengan scenario 0 ke 100 user dalam 5 detik tanpa error fatal pada website [11]. Tabel 7. Akan menunjukkan hasil dari non-fungsional testing.

TABEL VII
TABEL HASIL PENGUJIAN NON-FUNGSIONAL

No	Pengujian	TC ID	Hasil
1	Sistem harus mampu menangani minimal 150 pengguna aktif bersamaan pada saat proses pendaftaran turnamen.	NF7	✓
2	Waktu respon rata-rata server harus < 900 ms selama pengujian 150 pengguna bersamaan.	NF98	✓
3	Nilai P95 Response Time harus berada < 1500 ms ketika diuji dengan 150 pengguna.	NF9	✓
4	Sistem harus mempertahankan throughput minimal 30 request per second (RPS) saat kondisi beban 150 pengguna.	NF10	✓
5	Tingkat error pada request penting (login, daftar turnamen) harus < 2% selama pengujian beban 150 pengguna.	NF11	✓
6	Server harus tetap stabil tanpa downtime selama 5 menit stress test dengan beban 150 pengguna.	NF12	✓
7	Sistem harus mampu menangani lonjakan (spike test) dari 0 → 100 users dalam 5 detik tanpa crash atau error fatal.	NF13	✓

C. Pengujian Dokumen Spesifikasi Kebutuhan

Pengujian dokumen spesifikasi kebutuhan yaitu SRS diuji menggunakan dokumen *Requirement Verification Technique* (RVT) yang akan melakukan pengujian pada SRS agar sesuai dengan standar IEEE 830 dimana dokumen SRS harus disusun secara terstruktur, terperinci, dan tidak ambigu [11].

Proses RVT dilakukan melalui pemetaan langsung antara requirement pada SRS (fungsional Admin, fungsional Peserta, dan Non-fungsional) dengan test case atau alat uji yang relevan. Setiap requirement diuji menggunakan skenario terstruktur, lalu hasil aktual dibandingkan dengan expected result untuk menentukan status validasi. Dari hasil pengujian, seluruh requirement fungsional (Admin dan Peserta) dinyatakan valid karena semua skenario test-case berhasil dijalankan tanpa adanya perbedaan antara hasil aktual dan hasil yang diharapkan. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan fungsional yang ditulis pada SRS telah terdefinisi dengan baik dan mencerminkan perilaku sistem secara akurat.

Pada kebutuhan non-fungsional, proses validasi dilakukan menggunakan Lighthouse untuk menguji performance (LCP, CLS & FID), accessibility, dan SEO dan Locust untuk menguji ketahanan sistem (response time, throughput, concurrent users, stability, error rate). Seluruh metrik non-fungsional berhasil melampaui batas kriteria validasi, seperti rata-rata response time 782,6 ms (< 900 ms), throughput 99,4 RPS (≥ 30 RPS), dan error rate 0% (< 2%). Hasil ini menegaskan bahwa kebutuhan non-fungsional dalam SRS tidak hanya realistis dan terukur, tetapi juga benar-benar tercapai dalam implementasi sistem.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa proses Requirement Engineering yang diterapkan pada pengembangan website manajemen turnamen PUBG Mobile di Mighty Organizer berhasil menghasilkan dokumen kebutuhan yang terstruktur, jelas, dan terverifikasi. Tahapan elicitation melalui wawancara dan kuesioner mampu mengidentifikasi permasalahan utama dalam pengelolaan turnamen, yang kemudian diterjemahkan ke dalam kebutuhan fungsional dan non-fungsional secara sistematis dalam dokumen Software Requirements Specification (SRS).

Hasil pengujian fungsional menunjukkan bahwa seluruh fitur untuk role Admin dan Peserta berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, dengan tingkat keberhasilan 100% pada seluruh skenario test case. Sementara itu, pengujian non-fungsional menggunakan Lighthouse dan Locust membuktikan bahwa sistem memenuhi standar performa modern, mampu menangani minimal 150 pengguna aktif secara bersamaan, memiliki rata-rata response time di bawah 900 ms, throughput di atas 30 RPS, serta tingkat error di bawah 2%.

Pengujian dokumen menggunakan Requirement Verification Technique (RVT) juga menunjukkan bahwa SRS telah memenuhi kriteria standar IEEE 830, yaitu lengkap, konsisten, tidak ambigu, dan dapat diuji. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan tidak hanya sesuai dengan kebutuhan pengguna, tetapi juga memiliki performa yang

stabil dan layak digunakan untuk mendukung pengelolaan turnamen E-Sport secara digital, terintegrasi, dan efisien.

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi sistem yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut, yaitu :

- Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan notifikasi otomatis melalui email atau WhatsApp untuk mengirimkan informasi terkait konfirmasi pendaftaran, jadwal pertandingan, perubahan bracket, hingga pengumuman hasil turnamen. Fitur ini akan meningkatkan efektivitas komunikasi antara penyelenggara dan peserta serta mengurangi risiko keterlambatan informasi.
- Untuk turnamen berbayar, sistem dapat diintegrasikan dengan payment gateway agar proses pembayaran dan verifikasi peserta dilakukan secara otomatis. Dengan adanya integrasi ini, admin tidak perlu lagi melakukan pengecekan manual bukti transfer, sehingga proses administrasi menjadi lebih cepat, akurat, dan transparan.
- Sistem dapat dilengkapi dengan dashboard analitik yang menampilkan data statistik seperti jumlah peserta per turnamen, performa tim, distribusi poin, serta riwayat pertandingan. Fitur ini dapat membantu penyelenggara dalam melakukan evaluasi dan pengambilan keputusan strategis untuk penyelenggaraan turnamen berikutnya.
- Untuk menjaga keamanan data pengguna dan stabilitas sistem, perlu diterapkan mekanisme keamanan tambahan seperti enkripsi data sensitif, pembatasan hak akses berbasis role, proteksi terhadap serangan brute force dan SQL injection, serta penerapan HTTPS secara penuh. Hal ini penting terutama jika sistem digunakan dalam skala yang lebih besar.
- Sistem dapat dikembangkan dengan menerapkan deployment berbasis cloud agar lebih mudah diskalakan ketika jumlah pengguna meningkat secara signifikan. Dengan infrastruktur yang scalable, sistem akan tetap stabil saat terjadi lonjakan peserta pada masa pendaftaran atau saat turnamen berlangsung.

REFERENSI

- [1] M. A. Afriliawan, D. Surono, and D. Apriliani, "Sistem Informasi Esport Portal (Esportal) Berbasis Website Di Tegal," *Perpust. Univ. Harkat Negeri*, 2019.
- [2] R. Nugraha, "Implementasi Metode Organization Goal- Oriented Requirements Engineering (Ogore) Pada Perancangan Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan Framework Laravel (Studi Kasus : Perpustakaan Sma Muhammadiyah 25)," Jakarta, 2019.
- [3] A. C. Puspitaningrum and E. S. Sintiya, "Teknik Elisitasi Kebutuhan Perangkat Lunak: Literatur Review," *JUSIFO (Jurnal Sist. Informasi)*, vol. 8, no. 1, pp. 35–42, 2022, doi: 10.19109/jusifo.v8i1.11569.
- [4] I. Munawaroh, R. Rusmalinda, K. Mawardah, and S. Rejeki, "Pendampingan Teknik Purposive Sampling Pada Mata Pelajaran Biologi Di Madrasah Aliyah Darul Amal Metro Lampung," *J. Inov. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 3, pp. 11–21, 2023.
- [5] A. Audia Iskandar and C. Indah Ratnasari, "Analisis Kebutuhan Fungsional Sistem Informasi Manajemen Konfeksi Berbasis Web (Studi Kasus Shofa Collection Tasikmalaya)," pp. 41–49, 2020.
- [6] A. Prambayun, M. A. Triawan, and F. Humam, "ANALISIS Performa Website Karya Usaha Menggunakan Google Website Performance Analysis Of Karya Usaha Using Google Lighthouse And Gtmetrix," *JIK J. Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–6, 2025, doi: 10.47007/komp.v10i01.9668.
- [7] Siska Narulita, Ahmad Nugroho, and M. Zakki Abdillah, "Diagram Unified Modelling Language (UML) untuk Perancangan Sistem Informasi Manajemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (SIMLITABMAS)," *Bridg. J. Publ. Sist. Inf. dan Telekomun.*, vol. 2, no. 3, pp. 244–256, 2024, doi: 10.62951/bridge.v2i3.174.
- [8] A. K. Gupta, A. Deraman, and S. T. Siddiqui, "A SURVEY OF SOFTWARE REQUIREMENTS," vol. 14, no. 17, pp. 3046–3061, 2019.
- [9] A. N. Hasibuan and T. Dirgahayu, "Pengujian dengan Unit Testing dan Test case pada Proyek Pengembangan Modul Manajemen Pengguna," *Automata*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [10] "Load testing using LOCUST," *geeksforgeeks.org*. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/python/load-testing-using-locust>
- [11] S. B. Saqi and S. Ahmed, "Requirements Validation Techniques practiced in industry : Studies of six companies Saqib Bashir Saqi," *Blekinge Institute of Technology*, 2008.