JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 09, No. 3, *October* 2026, *pages*. 451~456
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, *accredited by Kemenristekdikti*, Sinta 4
DOI: 10.36085

Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Kegiatan UKM Olahraga Berbasis Web Menggunakan Metode *Scrum*

[1]Kartika Sari, [2]Ahmad Tri Hidayat
[1,2]Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia
[1]*kartikasarii034@gmail.com*; [2]*ahmad.tri.h@uty.ac.id*;

Article Info

Article history:

Received, 2026-10-20
Revised, 2026-10-27
Accepted, 2026-11-05

Kata Kunci:

absensi
inventaris
black_box
mvc
php_mysql

ABSTRAK

Pengelolaan kegiatan UKM Olahraga Universitas Teknologi Yogyakarta masih bergantung pada proses manual dan grup media sosial. Observasi awal menunjukkan adanya perubahan jadwal latihan dan kesulitan anggota memperoleh informasi kegiatan terbaru, sementara dokumentasi sulit ditelusuri. Penelitian ini mengembangkan SCUTY, sistem informasi manajemen kegiatan berbasis web menggunakan pendekatan *Agile* dengan kerangka kerja *Scrum*. Data dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan studi dokumentasi pada Februari hingga Maret 2026. Sistem dibangun menggunakan arsitektur Model-View-Controller dengan PHP 8, MySQL 8, HTML, CSS, dan *Bootstrap*. SCUTY menyediakan dua peran pengguna, yaitu admin dan anggota, serta fitur pengelolaan anggota, cabang olahraga, jadwal, absensi, inventaris dan peminjaman, keuangan, berita, dan dokumentasi. Hasil pengujian *black-box* pada 16 halaman dengan 62 skenario menunjukkan seluruh skenario berhasil, dengan tingkat keberhasilan pengujian fungsional 100%. Persentase tersebut menunjukkan kesesuaian fungsi terhadap skenario uji, bukan akurasi data atau efektivitas sistem. Evaluasi pengguna dan pengukuran dampak setelah penerapan belum dilakukan.

Keywords:

attendance
inventory
black_box
mvc
php_mysql

ABSTRACT

Activity management in the Sports Student Activity Unit of Universitas Teknologi Yogyakarta still relies on manual processes and social media groups. Initial observations identified changes in training schedules and difficulties in accessing the latest activity information, while activity documentation was difficult to retrieve. This study developed SCUTY, a web-based activity management information system using an Agile approach with the Scrum framework. Data were collected through interviews, observation, and document review from February to March 2026. The system was built using the Model-View-Controller architecture with PHP 8, MySQL 8, HTML, CSS, and Bootstrap. SCUTY provides two user roles, administrators and members, and features for managing members, sports branches, schedules, attendance, inventory and borrowing, finance, news, and activity documentation. Black-box testing covered 16 pages and 62 scenarios; all scenarios passed, resulting in a 100% functional testing pass rate. This percentage indicates conformance to the test scenarios, not data accuracy or overall system effectiveness. User evaluation and post-implementation impact measurement have not yet been conducted.

This is an open access article under the CC BY-SAlicense.

Penulis Korespondensi:

Kartika Sari,
Program Studi Informatika,
Universitas Teknologi Yogyakarta,
Email:*kartikasarii034@gmail.com*

1. PENDAHULUAN

UKM Olahraga Universitas Teknologi Yogyakarta (UTY) mengelola beberapa cabang olahraga dengan kegiatan latihan rutin, rapat pengurus, serta kegiatan internal dan eksternal kampus. Aktivitas tersebut memerlukan pengelolaan jadwal, kehadiran anggota, inventaris, keuangan, publikasi informasi, dan

dokumentasi secara berkelanjutan. Digitalisasi dalam bidang olahraga perlu memperhatikan kebutuhan beragam pemangku kepentingan, termasuk pengelola organisasi, atlet, dan pihak pendukung kegiatan [1].

Penelitian sistem informasi olahraga juga menunjukkan bahwa pencatatan data atlet dan aktivitas latihan dapat dibantu melalui sistem berbasis web [2], [3], [4]. Pada UKM Olahraga UTY, pengelolaan kegiatan masih mengandalkan pencatatan manual dan grup media sosial. Catatan observasi awal pada Februari 2026 mengindikasikan sekitar 60% jadwal latihan mengalami perubahan mendadak dan sekitar 40% anggota mengalami kesulitan memperoleh informasi kegiatan terbaru. Dokumentasi dan pelaporan kegiatan juga belum tersimpan dalam satu arsip terpusat sehingga penelusuran kembali dokumen membutuhkan pencarian manual. Persentase tersebut merupakan gambaran masalah awal berdasarkan observasi yang dilaporkan dalam penelitian ini, bukan hasil survei representatif terhadap seluruh anggota.

Sejumlah penelitian telah mengembangkan sistem informasi untuk mendukung pengelolaan olahraga dan organisasi mahasiswa. Hertikasari dkk. mengembangkan sistem informasi manajemen dan basis data atlet PBSI Kabupaten Kendal untuk mendukung pendataan atlet serta pencarian informasi [2]. Setyawan dkk. membangun sistem pengolahan data atlet berbasis web untuk Komite Olahraga Nasional Indonesia wilayah Papua Barat Daya [3], sedangkan Tarigan dkk. mengembangkan sistem berbasis web untuk pencatatan program latihan dan komposisi tubuh klien personal trainer [4]. Studi-studi tersebut berfokus pada data atlet atau layanan latihan. Pada organisasi mahasiswa, Hutauruk dan Pakpahan merancang sistem informasi organisasi kemahasiswaan berbasis web [5], Tam dkk. menganalisis kebutuhan sistem informasi kegiatan kemahasiswaan menggunakan Agile Requirements Engineering [6], dan Mokodompit dkk. mengembangkan sistem pengelolaan administrasi organisasi kemahasiswaan [7]. Hidayati dan Haryadi juga menerapkan pendekatan *User-Centered Design* untuk merancang sistem informasi organisasi mahasiswa [8]. Penelitian-penelitian organisasi mahasiswa tersebut berfokus pada administrasi dan penyebaran informasi, belum secara khusus mengintegrasikan kebutuhan operasional UKM olahraga seperti pengelolaan cabang olahraga, absensi per kegiatan, inventaris dan peminjaman perlengkapan, serta pencatatan keuangan.

Kebutuhan UKM olahraga di perguruan tinggi memiliki karakteristik lintas fungsi. Pengurus tidak hanya memerlukan data anggota dan jadwal, tetapi juga perlu mencatat kehadiran pada setiap kegiatan, memantau ketersediaan perlengkapan, mengelola peminjaman dan pengembalian barang, mencatat pemasukan serta pengeluaran kas, dan menyimpan berita maupun dokumentasi kegiatan. Kajian sistem informasi olahraga menyoroti pentingnya memperluas perhatian dari satu solusi digital dan satu kelompok pengguna menuju ekosistem pemangku kepentingan olahraga [1]. Pada sisi administrasi organisasi, penelitian sistem kemahasiswaan memperlihatkan kebutuhan akan pengelolaan data terpusat, pembagian hak akses, serta dokumentasi proses organisasi [5], [6], [7], [8]. Kebutuhan inventaris dan peminjaman juga memerlukan pencatatan status barang serta riwayat transaksi agar aset organisasi dapat ditelusuri [9]. Sementara itu, pencatatan keuangan berbasis sistem informasi dapat membantu menyusun transaksi dan laporan secara lebih terstruktur [10]. Sintesis tersebut menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengintegrasikan fungsi-fungsi tersebut dalam satu sistem yang disesuaikan dengan alur kerja UKM olahraga, bukan sekadar mengembangkan modul data atlet atau administrasi organisasi secara terpisah.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan SCUTY (Sport Center UKMOR UTY), yaitu sistem informasi manajemen kegiatan UKM Olahraga UTY berbasis web. Kontribusi penelitian terletak pada integrasi kebutuhan operasional UKM olahraga ke dalam satu sistem dengan dua peran pengguna, yaitu admin/pengurus dan anggota. Modul yang diintegrasikan meliputi pengelolaan akun dan anggota, cabang olahraga, jadwal kegiatan, absensi, inventaris dan peminjaman, keuangan, berita, serta dokumentasi. Pengembangan dilakukan dengan pendekatan Agile yang mengadopsi praktik kerangka kerja Scrum; literatur menunjukkan bahwa penerapan *Scrum* dapat disesuaikan dengan konteks proyek, sepanjang praktik yang digunakan dijelaskan secara transparan [11], [12], [13], [14]. Sistem diuji secara fungsional menggunakan black-box testing untuk memeriksa kesesuaian keluaran terhadap skenario yang ditentukan [15], [16]. Penelitian ini berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian fungsional sistem; evaluasi pengguna dan pengukuran dampak terhadap efisiensi pengelolaan belum menjadi bagian dari pengujian yang dilaporkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Agile dengan mengadopsi kerangka kerja Scrum. Pendekatan tersebut dipilih karena kebutuhan pengelolaan UKM olahraga perlu diterjemahkan ke dalam fitur sistem secara bertahap dan dapat diperiksa bersama pengurus. Penerapan Scrum dalam penelitian ini berfokus pada penyusunan product backlog, pemilihan kebutuhan untuk dikerjakan dalam sprint, implementasi fitur, serta pemeriksaan hasil pengembangan bersama pengurus.

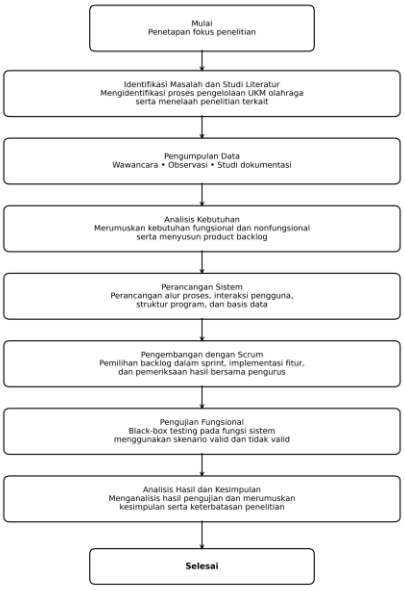
Praktik Scrum dapat disesuaikan dengan konteks proyek, sehingga tahapan yang dilaporkan dibatasi pada aktivitas yang dilaksanakan dalam pengembangan SCUTY [11], [12], [13], [14]. Secara keseluruhan, tahapan

penelitian meliputi pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian fungsional, dan evaluasi hasil pengujian.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terstruktur, observasi, dan studi dokumentasi. Data primer diperoleh melalui wawancara dengan ketua, sekretaris, dan koordinator setiap cabang olahraga untuk mengidentifikasi proses penjadwalan, penyebaran informasi, absensi, serta pengelolaan dokumentasi kegiatan. Observasi langsung dilakukan terhadap aktivitas UKM untuk memahami alur kegiatan dan kebutuhan pengelola maupun anggota.

Data sekunder berasal dari arsip jadwal latihan, catatan kehadiran, laporan kegiatan, dan literatur yang relevan. Wawancara dan observasi dilaksanakan pada minggu pertama dan kedua Februari 2026, sedangkan pengumpulan dokumen pendukung berlangsung secara paralel hingga Maret 2026.

Data yang terkumpul dianalisis untuk merumuskan kebutuhan fungsional dan nonfungsional. Kebutuhan fungsional mencakup pengelolaan akun dan anggota, cabang olahraga, jadwal kegiatan, absensi, inventaris dan peminjaman, keuangan, berita, serta dokumentasi. Kebutuhan tersebut disusun ke dalam product backlog, kemudian diprioritaskan dan dikerjakan secara bertahap melalui sprint. Perancangan sistem mencakup pemodelan alur proses, interaksi aktor, aktivitas, struktur kelas program, dan hubungan ant data dalam basis data. Tahapan penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 1.



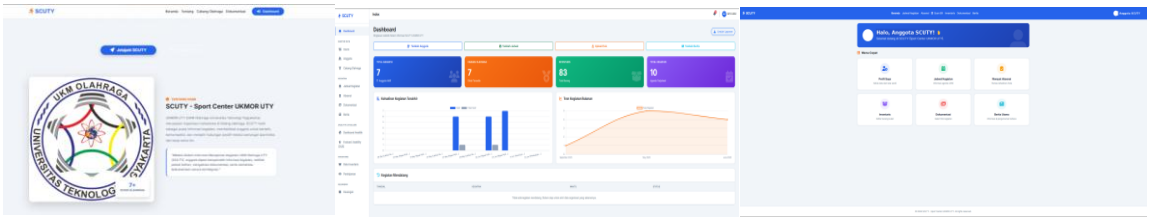
Gambar 1. Alur penelitian pengembangan sistem SCUTY

SCUTY dikembangkan menggunakan arsitektur Model-View-Controller (MVC). Komponen model mengelola data dan komunikasi dengan basis data MySQL 8, controller menerima serta memvalidasi masukan dan mengatur alur proses, sedangkan view menyajikan antarmuka kepada pengguna menggunakan HTML, CSS, dan Bootstrap. Logika aplikasi dikembangkan dengan PHP 8. Proses pengembangan dan pengujian dilakukan pada lingkungan server lokal Laragon yang menyediakan Apache, PHP, dan MySQL, dengan Visual Studio Code sebagai editor. Sistem diakses melalui peramban web sehingga pengguna tidak perlu memasang aplikasi khusus pada perangkatnya.

Pengujian sistem dilakukan secara fungsional menggunakan metode black-box testing. Pengujian ini memeriksa kesesuaian keluaran sistem terhadap masukan dan hasil yang diharapkan tanpa meninjau struktur internal kode program. Skenario pengujian disusun berdasarkan fungsi pada setiap halaman, mencakup kondisi masukan valid dan tidak valid. Pengujian masukan tidak valid antara lain meliputi kolom wajib yang dikosongkan, kredensial login yang salah, serta format berkas yang tidak sesuai. Setiap skenario dinyatakan berhasil apabila sistem memberikan respons yang sesuai dengan hasil yang diharapkan; apabila respons berbeda, skenario dicatat sebagai gagal. Hasil pengujian digunakan untuk menilai keterpenuhan fungsi yang diuji, bukan untuk menyimpulkan kemudahan penggunaan, kepuasan pengguna, atau kinerja sistem pada akses serentak.

3. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian menghasilkan SCUTY, aplikasi web untuk mendukung pengelolaan kegiatan UKM Olahraga UTY. Prototipe antarmuka utama ditampilkan pada Gambar 2, yang masing-masing memperlihatkan halaman publik, dashboard admin, dan dashboard anggota. Halaman publik menyajikan identitas organisasi, informasi cabang olahraga, dokumentasi, dan navigasi menuju halaman sistem. Dashboard admin menyediakan ringkasan data anggota, cabang olahraga, inventaris, dan kegiatan, disertai visualisasi kehadiran serta kegiatan bulanan. Dashboard anggota menyediakan akses cepat ke profil, jadwal kegiatan, riwayat absensi, inventaris, dokumentasi, dan berita. Ketiga prototipe tersebut memperlihatkan pemisahan antarmuka berdasarkan kebutuhan akses pengguna.



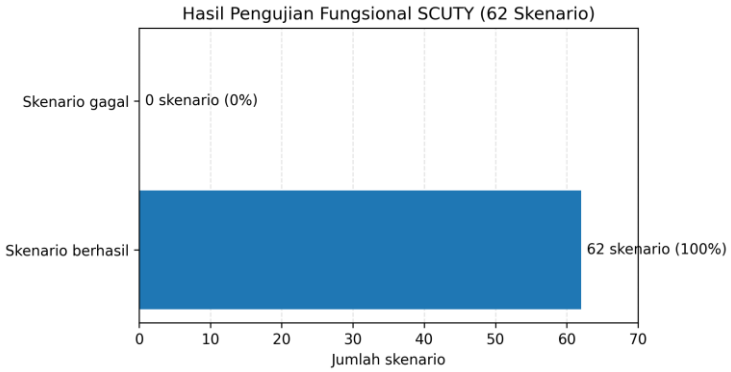
Gambar 2. Prototipe SCUTY

Dashboard admin menyajikan ringkasan jumlah anggota, cabang olahraga, inventaris, dan kegiatan serta grafik kehadiran dan kegiatan bulanan. Modul keuangan mencatat pemasukan dan pengeluaran, menghitung total pemasukan, total pengeluaran, dan saldo kas, serta menyediakan ekspor laporan. Modul inventaris menyimpan jumlah total, jumlah tersedia, dan kondisi barang, sedangkan modul peminjaman mencatat anggota peminjam, jumlah barang, tanggal pinjam, tanggal kembali, dan status transaksi. Fitur-fitur tersebut menunjukkan implementasi kebutuhan administrasi yang telah diidentifikasi pada tahap analisis.

Pengujian fungsional dilakukan menggunakan *black-box testing* pada 16 halaman dengan total 62 skenario. Seluruh skenario menghasilkan keluaran sesuai dengan hasil yang diharapkan. Dua belas skenario secara khusus menguji masukan tidak valid, meliputi kredensial login yang salah atau kosong, kolom wajib yang tidak diisi, format berkas dokumentasi yang tidak sesuai, serta kata sandi lama yang salah pada halaman profil. Hasil pengujian ini digunakan untuk menghitung tingkat keberhasilan fungsi yang diuji.

Tingkat keberhasilan pengujian fungsional dihitung dengan membandingkan jumlah skenario yang berhasil dengan seluruh skenario yang dijalankan. Berdasarkan hasil pengujian, sebanyak 62 skenario berhasil dari 62 skenario yang dijalankan. Dengan demikian, perhitungannya adalah (62/62) × 100% = 100%. Sebagai contoh perhitungan pada halaman login, lima skenario berhasil dari lima skenario yang diuji, sehingga persentase keberhasilan fungsi login adalah (5/5) × 100% = 100%. Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa seluruh fungsi yang tercakup dalam skenario pengujian memberikan respons sesuai hasil yang diharapkan.

Nilai 100% tersebut harus diinterpretasikan sebagai tingkat keberhasilan skenario pengujian fungsional (*functional test pass rate*), bukan sebagai akurasi keseluruhan sistem. Black-box testing memeriksa kesesuaian keluaran terhadap masukan dan kriteria yang telah ditentukan, tetapi tidak secara langsung mengukur ketepatan data sistem terhadap keadaan sebenarnya, keakuratan informasi, kinerja pada akses serentak, atau kepuasan pengguna. Oleh karena itu, istilah akurasi tidak digunakan untuk menyebut hasil 62 dari 62 skenario tersebut.



Gambar 3. Grafik hasil pengujian fungsional SCUTY

Hasil implementasi dapat dikaitkan dengan tiga masalah yang diidentifikasi pada Pendahuluan. Pertama, jadwal disimpan pada satu tabel (jadwal_kegiatan) yang dikelola admin dan ditampilkan pada halaman anggota. Struktur ini memusatkan sumber informasi jadwal sehingga perubahan yang disimpan admin dapat ditampilkan kepada anggota melalui sistem. Kedua, fitur berita dan dashboard anggota menyediakan kanal informasi kegiatan di dalam aplikasi. Ketiga, dokumentasi dihubungkan dengan kegiatan melalui id_jadwal

agar foto dan laporan dapat ditelusuri berdasarkan kegiatan. Namun, pengujian yang dilakukan belum membuktikan bahwa frekuensi perubahan jadwal atau kesulitan memperoleh informasi telah menurun setelah sistem digunakan.

Dibandingkan sistem manajemen atlet dan pencatatan aktivitas personal trainer [2], [3], SCUTY memiliki cakupan administratif organisasi yang meliputi pengelolaan cabang olahraga, absensi per kegiatan, inventaris, peminjaman, keuangan, berita, dan dokumentasi. Penelitian tentang sistem organisasi kemahasiswaan [5], [6], [7], [8] memberikan konteks pengelolaan informasi organisasi, sedangkan SCUTY mengintegrasikan kebutuhan tersebut dengan aktivitas operasional UKM olahraga. Perbandingan ini menunjukkan perbedaan cakupan fitur, bukan bukti keunggulan efektivitas, karena belum dilakukan evaluasi pengguna maupun pengukuran efisiensi sebelum dan sesudah penerapan.

Hasil penelitian memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian dilakukan pada lingkungan pengembangan lokal dan belum mengukur kinerja saat banyak anggota mengakses sistem secara bersamaan. Pengujian *black-box* hanya menilai fungsi berdasarkan skenario yang disusun, sehingga tingkat keberhasilan 100% tidak dapat ditafsirkan sebagai akurasi data atau akurasi keseluruhan sistem. Pengukuran akurasi data memerlukan data acuan yang telah diverifikasi, kemudian hasil pencatatan sistem dibandingkan dengan data acuan tersebut. Evaluasi pengguna dan pengukuran ulang terhadap indikator awal 60% dan 40% belum dilakukan. Sistem juga belum memiliki notifikasi otomatis.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan SCUTY, sistem informasi manajemen kegiatan UKM Olahraga Universitas Teknologi Yogyakarta berbasis web yang dikembangkan menggunakan pendekatan *Agile* dengan kerangka kerja *Scrum*, arsitektur *Model-View-Controller*, serta teknologi PHP 8, MySQL 8, HTML, CSS, dan Bootstrap. Sistem menyediakan dua peran pengguna, yaitu admin dan anggota, dengan fungsi pengelolaan anggota, cabang olahraga, jadwal, absensi, inventaris dan peminjaman, keuangan, berita, serta dokumentasi kegiatan. Pengujian black-box pada 16 halaman mencakup 62 skenario dan seluruhnya berhasil, sehingga tingkat keberhasilan pengujian fungsional mencapai 100% (62/62). Nilai tersebut menunjukkan kesesuaian fungsi terhadap skenario uji, bukan akurasi data atau efektivitas sistem secara keseluruhan. Karena evaluasi pengguna dan pengukuran ulang terhadap permasalahan awal belum dilakukan, dampak SCUTY terhadap perubahan jadwal dan kemudahan akses informasi belum dapat disimpulkan. Penelitian selanjutnya perlu melakukan evaluasi penerimaan dan usability oleh pengguna, validasi kesesuaian data dengan kondisi aktual, serta pengujian kinerja pada penggunaan serentak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini, khususnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan selama proses penyusunan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pengurus dan anggota UKM Olahraga UTY yang telah bersedia menjadi narasumber dalam wawancara serta memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengamati kegiatan yang dilaksanakan. Selain itu, penulis menyampaikan apresiasi kepada Universitas Teknologi Yogyakarta atas fasilitas dan kesempatan yang diberikan, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses pengumpulan data, pengujian sistem, dan pengembangan aplikasi SCUTY (*Smart Campus Organization Information System*) sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

[1] L. Haffner, I. Oshri, and J. Kotlarsky, “Directions for future IS research on sports digitalisation: A stakeholder perspective,” *J. Strateg. Inf. Syst.*, vol. 34, no. 2, p. 101905, 2025, doi: 10.1016/j.jsis.2025.101905.

[2] D. M. Hertikasari, Sugiharto, and D. W. Y. Kusuma, “Development of management information system and PBSI athlete database for Kendal Regency,” *JUARA J. Olahraga*, vol. 7, no. 2, pp. 277–288, 2022, doi: 10.33222/juara.v7i2.1723.

[3] A. S. A. Setyawan, I. A. Ramadhani, Firman, and Sahidi, “Web-based athlete data processing information system at Indonesian National Sports Committee (INSC) Southwest Papua,” *J. Ilmu Keolahragaan*, vol. 8, no. 2, 2025, doi: 10.26418/jilo.v8i2.100185.

[4] A. P. Tarigan, I. Akhmad, and A. Tantri, “Development of web-based information system to support personal trainers’ performance in Medan,” *Act. J. Phys. Educ. Sport. Heal. Recreat.*, vol. 14, no. 3, pp. 944–949, 2025, doi: 10.15294/active.v14i3.35662.

[5] A. C. Hutauruk and A. F. Pakpahan, “Perancangan sistem informasi organisasi kemahasiswaan

berbasis web pada Universitas Advent Indonesia menggunakan metode Agile Development," *CogITo Smart J.*, vol. 7, no. 2, pp. 315–328, 2021, doi: 10.31154/cogito.v7i2.328.315-328.

[6] N. R. A. Tam, K. W. Prasetyo, and B. K. Kristanto, "Analisis kebutuhan sistem informasi manajemen kegiatan kemahasiswaan STIKI Malang menggunakan Agile Requirements Engineering," *J-INTECH*, vol. 10, no. 1, pp. 21–29, 2022, doi: 10.32664/j-intech.v10i1.675.

[7] N. S. Mokodompit, L. N. Amali, and A. Dwinanto, "Sistem informasi pengelolaan administrasi organisasi kemahasiswaan berbasis web di Universitas Negeri Gorontalo," *Diffus. J. Syst. Inf. Technol.*, vol. 4, no. 2, 2024, doi: 10.37031/diffusion.v4i2.26069.

[8] N. A. Hidayati and D. Haryadi, "User Centered Design Method for Designing a Student Organization Information System at the University of Al Azhar Indonesia," *EXSACT-A*, vol. 2, no. 1, 2024, doi: 10.36722/exc.v2i1.3326.

[9] K. Paredes-Rivera and A. Tite-Haro, "Enhancing inventory and loan management systems for higher education institutions," *J. Emerg. Sustain. Smart Eng.*, vol. 1, no. 1, 2025, doi: 10.31243/jesse.uta.v1i1.2987.2025.

[10] A. Thahir and Lisnawanty, "Sistem informasi pengelolaan laporan keuangan berbasis web pada CV. Damar Abadi," *J. Sist. Inf. Akunt.*, vol. 5, no. 1, pp. 67–78, 2024, doi: 10.31294/justian.v5i1.5057.

[11] L. A. Garcia, E. Oliveira Jr., and M. Morandini, "Tailoring the Scrum framework for software development: Literature mapping and feature-based support," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 146, p. 106814, 2022, doi: 10.1016/j.infsof.2021.106814.

[12] M. Hron and N. Obwegeser, "Why and how is Scrum being adapted in practice: A systematic review," *J. Syst. Softw.*, vol. 183, p. 111110, 2022, doi: 10.1016/j.jss.2021.111110.

[13] A. C. Sassa, I. A. de Almeida, and T. N. F. Pereira, "Scrum: A systematic literature review," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 14, no. 4, 2023, doi: 10.14569/IJACSA.2023.0140420.

[14] C. Verwijs and D. Russo, "A theory of Scrum team effectiveness," *ACM Trans. Softw. Eng. Methodol.*, vol. 32, no. 3, pp. 1–51, 2023, doi: 10.1145/3571849.

[15] S. Nidhra and J. Dondeti, "Black box and white box testing techniques—A literature review," *Int. J. Embed. Syst. Appl.*, vol. 2, no. 2, pp. 29–50, 2012, doi: 10.5121/ijesa.2012.2204.

[16] M. Morandini, T. A. Coleti, and E. Oliveira Jr., "Considerations about the efficiency and sufficiency of the utilization of the Scrum methodology: A survey for analyzing results for development teams," *Comput. Sci. Rev.*, vol. 39, p. 100314, 2021, doi: 10.1016/j.cosrev.2020.100314.