

Pengembangan Sistem Informasi Kalibrasi *Pressure Gauge* Berbasis ISO/IEC 17025

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/jutisi.v15i4.3721>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Liestiani Hasan^{1*}, Annah Juliana², Ayu Ernawati³, Syifaurachman⁴
 Information Systems, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia
 *e-mail *Corresponding Author*: dosen02978@unpam.ac.id

Abstract

Calibration laboratories have managerial and technical obligations to ensure traceability and data security in accordance with the ISO/IEC 17025:2017 accreditation standard. PT Heksa Instrumen Sinergi currently relies on a manual, spreadsheet-based method for processing pressure gauge calibration data, which is highly susceptible to human error, document duplication, and delays in issuing physical certificates. This research aims to design and implement a web-based calibration information system to digitalize the workflow and enhance the laboratory's compliance with quality standards. The software development utilized the Waterfall method, encompassing requirements analysis for four access privilege levels (Admin, Technician, Analyst, and Issuer), system design utilizing the Unified Modeling Language (UML), and implementation using PHP programming and a MySQL database. The functional testing results, conducted via the Black Box method, demonstrated that the system operates with 100% validity and no errors. The implementation of this system has proven successful in automating the calculation of uncertainty values, issuing standardized digital calibration certificates in real-time, ensuring the integrity of calibration records, and increasing data processing time efficiency by up to 50%.

Keywords: *Information System; Data Traceability; Data Security; ISO/IEC 17025:2017; Pressure Gauge.*

Abstract

Laboratorium kalibrasi memiliki kewajiban manajerial dan teknis untuk memastikan ketertelusuran dan keamanan data sesuai dengan standar akreditasi ISO/IEC 17025:2017. PT Heksa Instrumen Sinergi saat ini masih mengandalkan metode manual berbasis *spreadsheet* untuk memproses data kalibrasi pengukur tekanan, yang sangat rentan terhadap kesalahan manusia, duplikasi dokumen, dan keterlambatan dalam penerbitan sertifikat fisik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem informasi kalibrasi berbasis web untuk mendigitalisasi alur kerja dan meningkatkan kepatuhan laboratorium terhadap standar mutu. Pengembangan perangkat lunak menggunakan metode *Waterfall*, yang mencakup analisis persyaratan untuk empat tingkat hak akses (Admin, Teknisi, Analis, dan Penerbit), desain sistem menggunakan *Unified Modeling Language* (UML), dan implementasi menggunakan pemrograman PHP dan basis data MySQL. Hasil pengujian fungsional, yang dilakukan melalui metode *Black Box*, menunjukkan bahwa sistem beroperasi dengan validitas 100% dan tanpa kesalahan. Implementasi sistem ini telah terbukti berhasil dalam mengotomatiskan perhitungan nilai ketidakpastian, menerbitkan sertifikat kalibrasi digital standar secara *real-time*, memastikan integritas catatan kalibrasi, dan meningkatkan efisiensi waktu pemrosesan data hingga 50%.

Kata kunci: *Sistem Informasi; Ketertelusuran Data; Keamanan Data; ISO/IEC 17025:2017; Pengukur Tekanan.*

1. Pendahuluan

Pemanfaatan sistem informasi terintegrasi telah menjadi kebutuhan krusial bagi organisasi modern, termasuk laboratorium kalibrasi, untuk memfasilitasi manajemen data yang

efektif, transparan, dan akuntabel [1]. Sebagai bagian integral dari infrastruktur mutu nasional, laboratorium kalibrasi memiliki tanggung jawab teknis yang besar untuk menjamin keakuratan, validitas, dan keterlacakan alat ukur [2]. Oleh karena itu, standar internasional SNI ISO/IEC 17025:2017 secara eksplisit mengamankan pentingnya pengendalian dokumen serta jaminan mutu hasil pengujian agar rekam medis laboratorium terhindar dari risiko manipulasi akibat sistem penyimpanan yang buruk [2], [3]. Validitas kalkulasi ini sangat esensial, mengingat kesalahan sekecil apa pun dalam analisis ketidakpastian pengukuran dapat memicu ketidakakuratan fatal pada implementasi fisik alat ukur di lapangan [4].

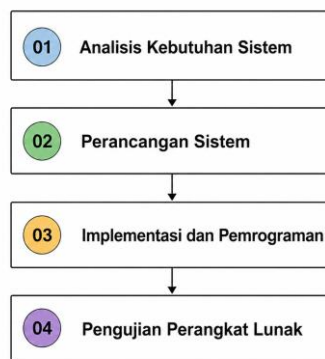
Meskipun regulasi menuntut tingkat kepatuhan yang ketat, kondisi di lapangan sering kali menunjukkan adanya kesenjangan antara tuntutan standar dan kapabilitas teknis operasional. PT Heksa Instrumen Sinergi, sebagai laboratorium kalibrasi yang melayani pengujian instrumen pressure gauge berkapasitas hingga 700 bar, menghadapi tantangan sistemik dalam manajemen datanya. Seluruh proses pengolahan data hasil kalibrasi saat ini masih mengandalkan aplikasi *spreadsheet* secara manual. Pendekatan ini memiliki keterbatasan laten berupa tingginya risiko kesalahan masukan data, lambatnya pencarian dokumen arsip, duplikasi berkas, serta rawan terjadinya inkonsistensi data antara lembar kerja kalibrasi dan dokumen sertifikat akhir yang masih dicetak secara terpisah.

Dalam upaya memperkuat kepatuhan terhadap standar tersebut, beberapa penelitian terdahulu berfokus pada pendekatan keamanan berlapis [5], pemanfaatan kontrol akses berbasis peran (RBAC) [6], serta implementasi kerangka kerja Sertifikat Kalibrasi Digital (DCC) untuk mereduksi kesalahan dokumentasi secara masif [7]. Sistem Informasi Laboratorium menggunakan PHP dan MySQL juga terbukti efisien dalam mengatasi keterbatasan operasional manual [8], [9], khususnya jika didukung oleh normalisasi tabel basis data [10] dan fitur pengingat otomatis [11]. Untuk menghindari kesalahan arsitektur, kombinasi metode perancangan Unified Modeling Language (UML) terbukti andal dalam mendesain aplikasi yang informatif dan bebas dari kesalahan logika [12], [13], [14]. Namun, dari berbagai literatur tersebut, belum ada yang secara spesifik merancang sistem yang mampu mengintegrasikan pengkondisian riwayat penyimpangan alat dan otomatisasi perhitungan ketidakpastian pengukuran secara real-time ke dalam satu arsitektur terpadu untuk kalibrasi *pressure gauge*.

Penelitian ini mengusulkan perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Kalibrasi Pressure Gauge berbasis web. Pemilihan solusi ini didukung oleh temuan riset sebelumnya yang membuktikan bahwa digitalisasi melalui Sistem Informasi Laboratorium berbasis web sangat efektif dalam mengeliminasi keterbatasan operasional manual, mencegah anomali duplikasi data, serta menekan risiko human error secara signifikan [8], [9]. Di samping itu, infrastruktur web memiliki keunggulan dalam pemrosesan real-time secara fleksibel tanpa memerlukan proses instalasi tambahan di sisi klien [15]. Karakteristik otomasi terpusat ini dipandang sebagai solusi yang paling rasional untuk menjawab kesenjangan (gap) operasional di laboratorium saat ini dan menjamin keamanan rekam mutu sesuai standar ISO/IEC 17025 [2]. Oleh karena itu, seluruh tahapan pengembangan sistem informasi dijalankan dengan menerjemahkan kebutuhan operasional secara akurat ke dalam spesifikasi teknis perangkat lunak [16]. Penelitian ini memberikan solusi otomatisasi terpusat yang menyatukan seluruh alur kerja operasional yang dimulai dari proses administrasi, perhitungan deviasi matematis secara mandiri, hingga pencetakan sertifikat digital. Melalui penguatan dokumentasi digital dan pembatasan hak akses, sistem ini diharapkan dapat memastikan kepatuhan akreditasi laboratorium, mencegah kesalahan manusia, dan meningkatkan efisiensi waktu pemrosesan data hingga 50%.

2. Metodologi

Penelitian ini menerapkan model pengembangan perangkat lunak sekuensial linier atau yang secara luas dikenal sebagai metode *Waterfall*. Pendekatan ini dipilih karena karakteristiknya yang sistematis dan berurutan dalam memfasilitasi pembangunan sistem informasi berbasis web dari tahap inisiasi hingga operasional penuh [17]. Lebih lanjut, pendekatan Waterfall dinilai sangat relevan dan selaras dengan prinsip manajemen mutu yang diamanatkan dalam standar akreditasi ISO/IEC 17025:2017 [18]. Standar tersebut mengharuskan setiap tahapan desain dan modifikasi sistem operasional laboratorium didokumentasikan secara ketat, dapat ditelusuri (traceable), dan divalidasi secara komprehensif pada setiap fasenya sebelum diimplementasikan secara massal [19]. Alur metode pengembangan sistem sebagaimana dijelaskan pada Gambar 1.

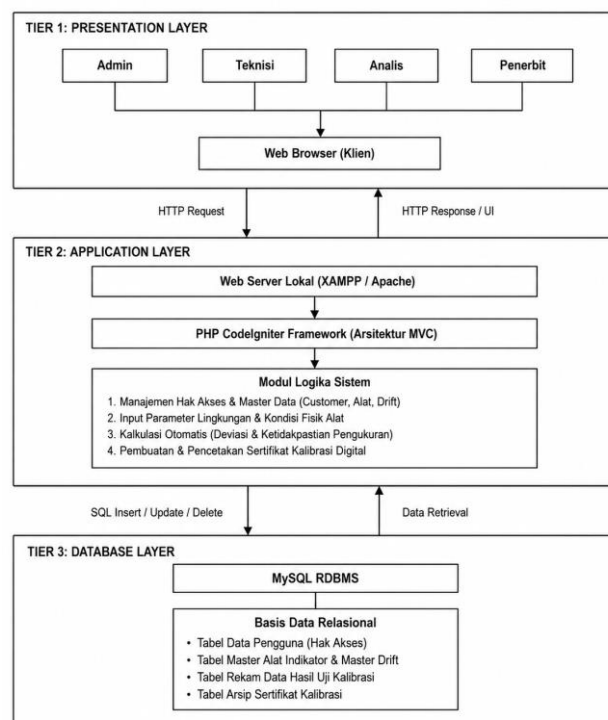


Gambar 1. Alur Pengembangan Sistem

Pelaksanaan penelitian ini dibagi ke dalam empat tahapan utama yang berjalan secara hierarkis, di mana luaran dari satu tahap akan menjadi masukan mutlak bagi tahap berikutnya. Adapun rincian metodologi yang dijalankan sebagaimana Gambar 1. adalah sebagai berikut:

2.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Perancangan arsitektur perangkat lunak dalam penelitian ini mengadopsi model Arsitektur Tiga Lapis (*3-Tier Architecture*) yang diintegrasikan dengan pola desain *Model-View-Controller (MVC)*. Pendekatan ini dipilih untuk menjamin adanya pemisahan fungsionalitas (*separation of concerns*) yang jelas antara antarmuka pengguna, logika pemrosesan data, dan manajemen penyimpanan. Pemisahan ini sangat krusial dalam memfasilitasi skalabilitas sistem serta memastikan keamanan rekam mutu laboratorium sesuai dengan amanat klausul ISO/IEC 17025:2017. Struktur arsitektur sistem yang diusulkan secara komprehensif disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perancangan Kebutuhan Fungsional Sistem Kalibrasi Pressure Gauge

Berdasarkan Gambar 2, perancangan arsitektur sistem informasi yang dibangun ini dijelaskan pada masing-masing tingkatannya (*Tier*) sebagai berikut:

Tier-1: Lapisan Presentasi (*Presentation Layer*) Lapisan ini berfungsi sebagai subsistem hulu yang berinteraksi langsung dengan pengguna (*end-user*). Implementasi pada

lapisan ini membagi hak akses ke dalam empat entitas spesifik, yaitu Admin, Teknisi, Analis, dan Penerbit. Seluruh interaksi pengguna dijemput oleh Web Browser di sisi klien (client-side). Keunggulan dari mekanisme ini adalah fleksibilitas akses di mana personel laboratorium dapat mengoperasikan aplikasi tanpa memerlukan instalasi perangkat lunak tambahan, sehingga meminimalkan beban komputasi pada komputer kerja klien.

Tier-2: Lapisan Aplikasi (*Application Layer*) Lapisan ini bertindak sebagai pusat pemrosesan data (backend engine) yang menjembatani lapisan presentasi dan lapisan basis data. Berjalan di atas ekosistem Web Server lokal (XAMPP/Apache), logika bisnis aplikasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan framework CodeIgniter yang menerapkan arsitektur MVC. Lapisan ini mengoordinasikan empat modul logika utama: (1) manajemen hak akses dan data master, (2) enkapsulasi parameter lingkungan dan kondisi fisik, (3) otomatisasi kalkulasi regresi deviasi matematis dan estimasi nilai ketidakpastian (Calibration Uncertainty), serta (4) kompilasi dan penerbitan Sertifikat Kalibrasi Digital. Proses komputasi terotomatisasi pada lapisan inilah yang secara signifikan mereduksi risiko human error dan meningkatkan efisiensi waktu pemrosesan data laboratorium.

Tier-3: Lapisan Basis Data (*Database Layer*) Lapisan hilir ini bertanggung jawab penuh terhadap manajemen penyimpanan, persistensi data, dan integritas rekam medis kalibrasi. Menggunakan MySQL Relational Database Management System (RDBMS), data disimpan secara terstruktur ke dalam skema basis data relasional yang terdiri dari Tabel Data Pengguna, Tabel Master Alat Indikator & Master Drift, Tabel Rekam Data Hasil Uji Kalibrasi, dan Tabel Arsip Sertifikat Kalibrasi. Arsitektur basis data relasional ini memastikan seluruh data historis (terutama nilai penyimpangan alat terdahulu pada master drift) dapat dipanggil kembali secara cepat dan konsisten guna menjamin aspek keterlacakan metrologi (metrological traceability).

Selain itu, identifikasi spesifikasi kebutuhan fungsionalitas untuk memetakan alur kerja manual pengolahan data hasil kalibrasi instrumen *pressure gauge*. Dari analisis yang diperoleh dari hasil observasi langsung dan wawancara dilakukan di PT Heksa Instrumen Sinergi, diidentifikasi kebutuhan sistem yang harus mengakomodasi empat aktor pengguna dengan hak akses dan tugas yang spesifik guna menjaga integritas data. Berikut adalah detail penjabaran kebutuhan fungsional sistem berdasarkan peran pengguna yang disajikan pada Tabel 1.

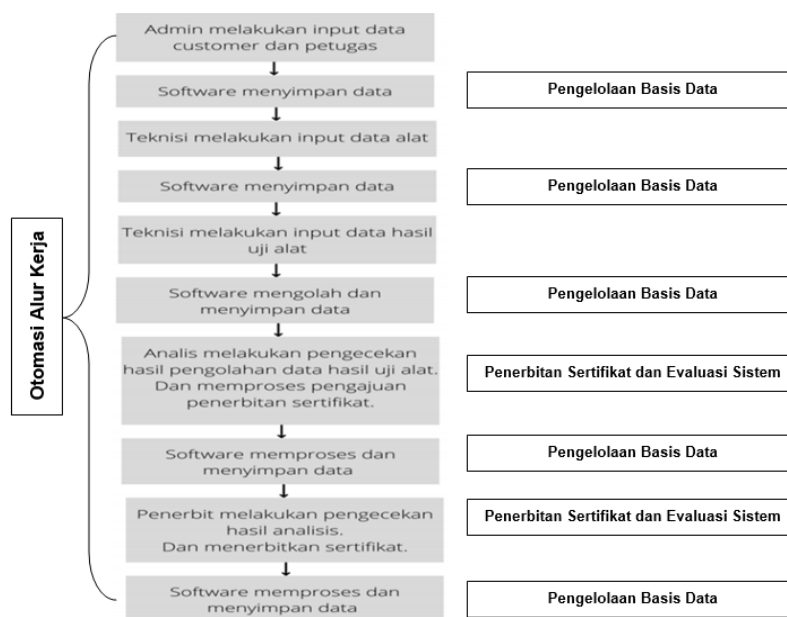
Tabel 1. Perancangan Fungsional Kebutuhan Sistem Berdasarkan Aktor

Aktor	Fungsional Kebutuhan Sistem
Teknisi	- Bertugas mengelola dan menginput data spesifikasi alat yang akan diuji, termasuk Master Alat Indikator dan Master Drift. - Memasukkan data parameter kondisi ruang (suhu dan kelembapan awal/akhir) serta merekam hasil pemeriksaan kondisi fisik dan fungsi komponen alat sebelum pengujian teknis. - Merekam hasil pengujian kalibrasi fisik dengan memasukkan data titik uji dari proses penunjukan tekanan naik (Up) dan turun (Down) ke dalam formulir digital.
Analis	- Menerima dan meninjau data mentah yang telah dikalkulasi secara otomatis oleh sistem melalui formulir pengolahan data analisis. - Melakukan pengecekan silang (<i>cross-check</i>), verifikasi, dan analisis terhadap akurasi data uji. - Memvalidasi kalkulasi deviasi serta nilai ketidakpastian yang dihasilkan dari input teknisi. - Memvalidasi status kelayakan dokumen sebelum diajukan ke tahap akhir penerbitan sertifikat.
Penerbit	- Memiliki otoritas final untuk meninjau status kelayakan dokumen berdasarkan tinjauan akhir hasil analisis. - Mengeksekusi perintah untuk secara otomatis menerbitkan dan mencetak Sertifikat Kalibrasi digital apabila data telah dinyatakan valid.
Admin	- Bertanggung jawab dalam pengelolaan data master pelanggan (<i>customer</i>) - Melakukan input pendataan pelanggan pada fase awal administrasi

Aktor	Fungsional Kebutuhan Sistem
	setelah tercapainya kesepakatan layanan kalibrasi. • Mengelola manajemen hak akses akun pengguna secara hierarkis di dalam sistem.

2.2 Perancangan Sistem

Setelah kebutuhan fungsional didefinisikan, tahap perancangan sistem dilakukan dengan menyusun alur otomatisasi alur kerja, rancangan penyimpanan data. Pada tahap ini seperti dijelaskan pada Gambar. 3, arsitektur pemrosesan untuk kalibrasi tekanan dirancang agar sistem mampu menghitung nilai koreksi dan *Calibration Uncertainty* berdasarkan nilai referensi standar ukur secara mandiri, sehingga meminimalisasi potensi *human error* yang kerap terjadi pada *spreadsheet* manual.



Gambar 3. Alur Perancangan Sistem

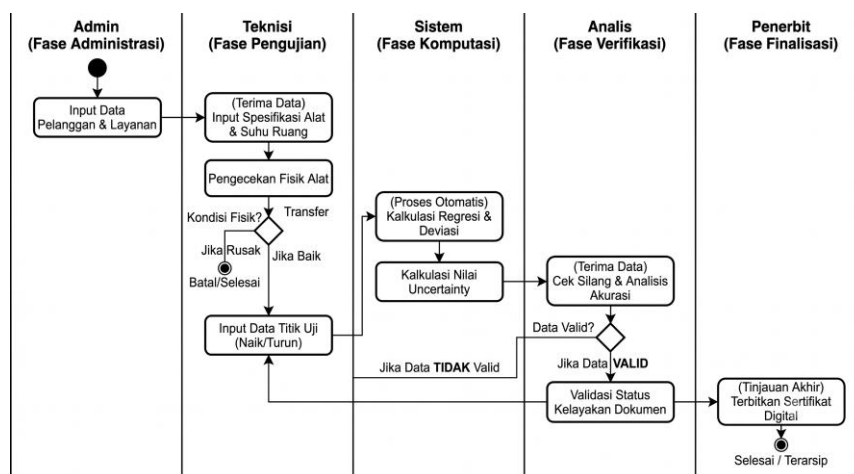
Selain itu disusun model perancangan menggunakan pendekatan desain *use case diagram*, *activity diagram*, dan *class diagram* guna mencapai kebutuhan dalam pengembangan sistem informasi kalibrasi *Pressure Gauge* Berbasis ISO/IEC 17025 ini.

- a. **Use Case Diagram:** Menggambarkan interaksi antara aktor (Admin, Teknisi, Analis, dan Penerbit) dengan sistem. Admin mengelola data pelanggan dan hak akses, Teknisi menginput spesifikasi alat dan data uji (yang memicu sistem untuk menghitung deviasi secara otomatis), Analis memvalidasi akurasi data dan kelayakan dokumen, serta Penerbit meninjau hasil akhir untuk mengeksekusi penerbitan sertifikat digital, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Use Case Diagram Perancangan Sistem

- b. **Activity Diagram** menjelaskan alur kerja sekuensial operasional kalibrasi yang terintegrasi, adapun diilustrasikan pada Gambar 5. Alur diinisiasi pada fase administrasi oleh Admin melalui perekaman data kesepakatan pelanggan, yang kemudian dilanjutkan ke fase pengujian fisik oleh Teknisi untuk menginput spesifikasi instrumen, parameter kondisi lingkungan, serta data titik uji kalibrasi. Berdasarkan masukan tersebut, sistem (lapisan aplikasi) secara otomatis mengambil alih fase komputasi untuk mengeksekusi perhitungan regresi, deviasi matematis, dan nilai ketidakpastian pengukuran guna mereduksi human error. Hasil komputasi ini selanjutnya diteruskan ke fase verifikasi di mana Analis melakukan pengecekan silang dan memvalidasi status kelayakan dokumen. Siklus ini diakhiri pada fase finalisasi oleh Penerbit yang bertugas meninjau ulang hasil analisis akhir sekaligus mengeksekusi penerbitan Sertifikat Kalibrasi digital yang langsung tersimpan ke dalam basis data guna menjamin keamanan dan keterlacakan metrologi.

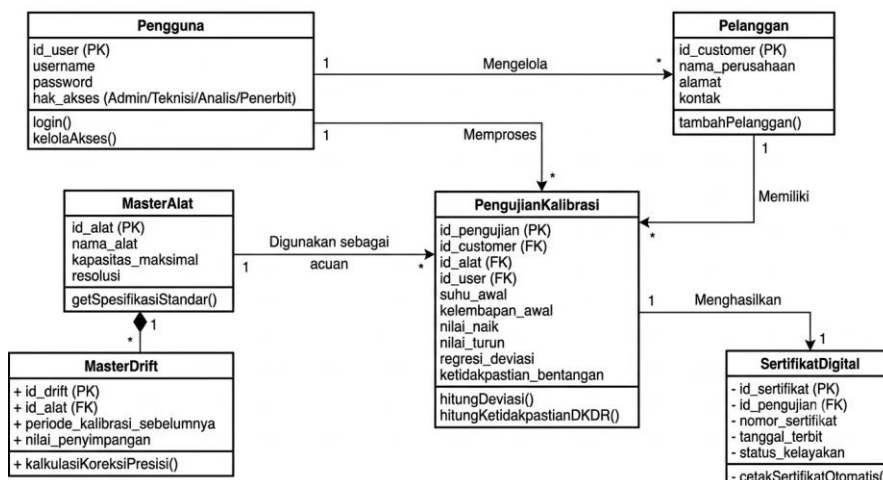


Gambar 5. Perancangan Activity Diagram Berdasarkan Aktor Pada Sistem

- c. **Class Diagram** sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 6., menjelaskan hubungan struktural antara kelas aktor, Admin yang mengontrol otentikasi serta hak akses berjenjang terhadap kelas *Pelanggan* dan kelas *PengujianKalibrasi* berdasarkan kewenangan operasional kerja personel di laboratorium. Kelas *Pelanggan* memiliki relasi asosiasi terhadap kelas *PengujianKalibrasi* untuk merepresentasikan seluruh rekam dokumen pengujian instrumen milik mitra industri. Di sisi lain, kelas *PengujianKalibrasi* bertindak sebagai pusat pemrosesan data utama yang mengagregasikan spesifikasi teknis dari kelas *MasterAlat* yang secara dependen memiliki histori akumulasi nilai penyimpangan pada kelas *MasterDrift* untuk dieksekusi melalui metode perhitungan regresi otomatis hingga

menghasilkan luaran final berupa entitas tunggal pada kelas *SertifikatDigital* demi menjamin aspek keamanan, validitas perhitungan, serta keterlacakan secara terstruktur.

d.



Gambar 6. Class Diagram untuk Sistem Informasi Kalibrasi Pressure Gauge

2.3 Implementasi dan Pemrograman (*Implementation*)

Tahap implementasi merupakan proses penerjemahan rancangan arsitektur dan antarmuka ke dalam baris kode pemrograman (coding). Pembangunan sistem kalibrasi digital ini menggunakan arsitektur Model-View-Controller (MVC) yang diimplementasikan melalui pemanfaatan kerangka kerja (framework) PHP CodeIgniter [20]. Pemilihan CodeIgniter didasarkan pada kemampuannya dalam mempercepat proses pengembangan aplikasi inventori dan pengolahan data secara stabil dan terstruktur [20].

Pengembangan sistem dilakukan pada environment web server lokal (localhost) menggunakan paket perangkat lunak XAMPP, sementara penulisan skrip kode dieksekusi menggunakan code editor Sublime Text yang ringan dan efisien [21]. Untuk menunjang kebutuhan pelacakan rekam medis data uji, arsitektur basis data relasional dibangun menggunakan MySQL. MySQL dipilih karena kapabilitasnya yang sangat mumpuni dalam menangani kueri penyimpanan, pengurutan, dan pengamanan data bervolume besar secara dinamis pada aplikasi berbasis web [22].

2.4 Pengujian Perangkat Lunak (*System Testing*)

Untuk memastikan bahwa seluruh komponen sistem beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan dan mematuhi regulasi manajemen mutu ISO/IEC 17025:2017, dilakukan evaluasi fungsional menyeluruh menggunakan metode pengujian Black Box. Pengujian ini bertujuan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem secara langsung dari sudut pandang interaksi antarmuka pengguna (*user interface*), tanpa perlu meninjau struktur internal kode pemrograman itu sendiri [19].

Skenario pengujian Black Box dirancang secara spesifik untuk memvalidasi respons sistem pada keempat level pengguna (Admin, Teknisi, Analis, Penerbit). Fokus utama pengujian mencakup penanganan galat (error handling) saat pengguna memasukkan data yang tidak lengkap (seperti uji validasi form kosong yang memicu peringatan "please fill out this field"), pengujian keamanan logika hak akses, serta akurasi komputasi matematis sistem saat menghasilkan tabel nilai koreksi pada dokumen sertifikat digital.

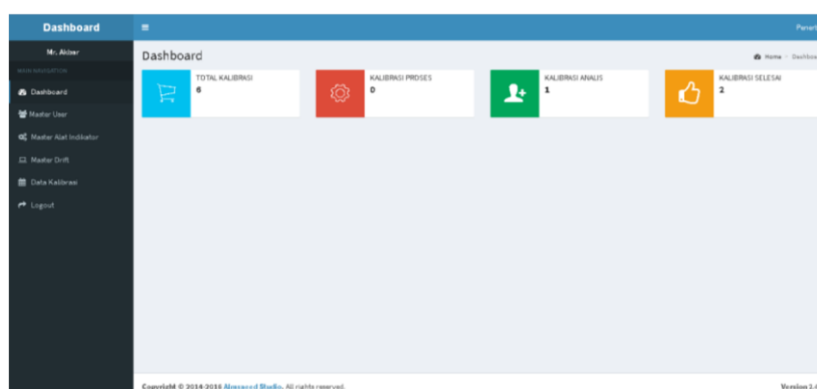
3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis kebutuhan dan perancangan yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil mengembangkan sistem informasi pengolahan data kalibrasi *pressure gauge* berbasis web. Sistem ini secara khusus dirancang untuk mendigitalisasi alur kerja di PT Heksa Instrumen Sinergi guna mendukung pemenuhan standar mutu ISO/IEC 17025:2017. Pembahasan hasil implementasi ini dibagi ke dalam empat aspek utama: pengelolaan basis data, otomatisasi alur kerja, penerbitan sertifikat, dan evaluasi sistem.

3.1 Implementasi Antarmuka dan Pengelolaan Basis Data

Sistem manajemen basis data dirancang dengan antarmuka yang interaktif untuk memudahkan pemantauan tahapan pekerjaan kalibrasi. Setelah pengguna berhasil melakukan proses autentikasi (login), sistem akan mengarahkan pengguna ke halaman Dashboard utama. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi real-time yang menampilkan ringkasan perkembangan status kalibrasi, meliputi indikator metrik: Total Kalibrasi, Kalibrasi Proses, Kalibrasi Analis, dan Kalibrasi Selesai.

Untuk menjaga integritas referensi standar ukur, sistem dilengkapi dengan modul Master Alat Indikator yang menyimpan basis data alat standar (seperti Digital Pressure Indicator) yang telah dikalibrasi dan memiliki ketertelusuran yang sah. Lebih lanjut, akurasi perhitungan matematis diperkuat dengan adanya fitur Master Drift. Fitur ini mengakumulasi riwayat penyimpangan alat dari periode kalibrasi sebelumnya (sebagai contoh, data tahun 2017 dan 2019) untuk mengekstraksi nilai koreksi yang presisi, sehingga nilai penunjukan pada standar ukur dapat terkoreksi secara otomatis. Keamanan basis data secara hierarkis diatur melalui Master User, di mana penambahan, pengubahan, maupun penghapusan akun dibatasi ketat otoritasnya hanya untuk level Admin dan Penerbit. Gambar 7. menjelaskan ringkasan dari setiap data baik itu total data kalibrasi, dengan tahapan kalibrasi proses, tahapan kalibrasi analis, dan tahapan kalibrasi yang telah selesai diukur.



Gambar 7. Tampilan Antar Muka dan Pengelolaan Basis Data

3.2 Otomatisasi Alur Kerja dan Perhitungan Kalibrasi

Alur operasional kalibrasi diintegrasikan ke dalam ekosistem digital dengan membagi beban kerja secara spesifik kepada empat peran pengguna:

- 1) **Fase Administrasi (Admin):** Proses diawali oleh Admin yang bertugas melakukan input pendataan pelanggan (*customer*) setelah tercapainya kesepakatan layanan kalibrasi. Gambar 8. ini merupakan master data perhitungan kalibrasi yang dilakukan oleh Admin

No	No Order	No Sertifikat	Peralkit	Status	Aksi
1	HS-0202021-008	S-2102-008	PT. GARUDA INTI KARYA	Proses Penerbit	[Edit] [Hapus] [Reset]
2	HS-2702021-007	S-2127-007	PT. SOLUSINDO	Proses Telusur	[Edit] [Hapus] [Reset]
3	HS-2202021-006	S-2122-006	PT. MEKANIKA INDONESIA	Selesai	[Edit] [Hapus] [Reset]
4	HS-1402021-005	S-2114-005	PT. SURYA INDAH	Proses Telusur	[Edit] [Hapus] [Reset]
5	HS-1102021-004	S-2111-004	PT. BINTANG MEGA CEMERLANG	Selesai	[Edit] [Hapus] [Reset]
6	HS-1002021-001	S-2110-001	PT. CALINDO SEJAHTERA	Proses Analis	[Edit] [Hapus] [Reset]
No	No Order	No Sertifikat	Peralkit	Status	Aksi

Gambar 8. Tampilan Antara Muka Data Master Perhitungan Kalibrasi oleh Admin

- 2) **Fase Pengujian Fisik (Teknisi):** Teknisi bertugas mengelola spesifikasi alat yang akan diuji. Sebelum pengujian teknis, teknisi wajib memasukkan data parameter kondisi ruang (suhu dan kelembapan awal/akhir) serta hasil pemeriksaan kondisi fisik dan fungsi komponen alat. Jika kondisi fisik alat buruk, kalibrasi tidak dapat dilanjutkan. Selanjutnya, teknisi memasukkan data titik uji dari proses penunjukan naik (*Up*) dan turun (*Down*). Sistem secara otomatis mengeksekusi perhitungan regresi dan mendistribusikan hasil kalkulasi deviasi. Seperti disampaikan pada Gambar 9. mengenai form pengolahan data kalibrasi yang dilakukan oleh teknisi.

Gambar 9. Tampilan Antara Muka Pengolahan Data Kalibrasi oleh Teknisi

- 3) **Fase Verifikasi (Analisis):** Data mentah yang telah dikalkulasi oleh sistem diteruskan ke *Form Pengolahan Data Kalibrasi Analisis*. Analisis bertugas mengecek, menganalisis akurasi data uji, dan memvalidasi status dokumen sebelum diajukan ke tahap penerbitan sertifikat akhir. Seperti disampaikan pada Gambar 10. mengenai form pengolahan data kalibrasi yang dilakukan oleh analisis.

Gambar 10. Tampilan Antar Muka Pengolahan Data Kalibrasi oleh Analisis

3.3 Penerbitan Sertifikat Digital Terstandarisasi

Tahap finalisasi dilakukan oleh pengguna dengan hak akses Penerbit, yang bertugas melakukan tinjauan akhir terhadap hasil analisis kelayakan. Jika data dinyatakan valid, Penerbit dapat mengeksekusi perintah untuk menerbitkan Sertifikat Kalibrasi secara digital sebagaimana dijelaskan pada Gambar 11. Sertifikat yang dihasilkan oleh sistem secara otomatis merangkum data identitas alat, detail pemilik, kondisi lingkungan kalibrasi, tabel pembacaan alat, serta nilai

ketidakpastian kalibrasi (*Calibration Uncertainty*). Nilai ketidakpastian bentangan yang dicetak pada sertifikat dikalkulasi berdasarkan sumber-sumber kesalahan tipe A dan tipe B yang merujuk secara ketat pada metode standar internasional DKD-R: 6-1: 2014 dan panduan JCGM 100: 2008 (*Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*). Sistem juga secara otomatis menyatakan nilai tersebut pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$. Setiap dokumen sertifikat digital yang diterbitkan langsung tersimpan dalam *database*, sehingga menghilangkan risiko duplikasi atau kehilangan fisik dokumen di kemudian hari.

SERTIFIKAT KALIBRASI
Calibration Certificate

Nama Alat : PRESSURE GAUGE SERI AB No Sertifikat : S-2102-008
 Merk : SIKKA Tanggal Kalibrasi : 2021-02-02
 Tipe : 1-10 BAR Subu : 20.2 ± 20.3
 Nomor Seri : 915368 Ketebalan : 56 ± 57 % RH
 Rentang Ukur : 0-10 Bar bar
 Resolusi : 0.02 bar
 Tempat Kalibrasi : PT. Heksa Instrumen Sinergi
 Pemilik : PT. GARUDA INTI KARYA
 Alamat : Jl. Kemerdekaan No.57 Jakarta Selatan

Alat tersebut di atas dikalibrasi terhadap standar PT. Heksa Instrumen Sinergi yang terakreditasi ke SI. Pengukuran dilakukan berdasarkan metode yang mengacu ke DKD – R : 6-1 : 2014 dan prosedur internal dengan nomor referensi IK-HIS-PR03. Hasil kalibrasi diperoleh dari rata - rata setiap pengukuran dan nilai ketidakpastian kalibrasi termuat di halaman-halaman lampiran berikutnya pada sertifikat kalibrasi ini. Ketidakpastian kalibrasi ini merupakan ketidakpastian bentangan yang diperoleh dari sumber - sumber kesalahan tipe A dan tipe B sesuai dengan JCGM 100 : 2008 "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" yang dinyatakan pada tingkat kepercayaan 95 % dengan faktor cakupan $k = 2$.

Instrument stated above has been calibrated against standard of PT. Heksa Instrumen Sinergi traceable to SI. Measurement was carried out based on DKD – R : 6-1 : 2014 and Internal procedure IK-HIS-PR03. The calibration result is obtained from average for each measurement and the calibration uncertainty value are seen on the following page(s) in this calibration certificate. The calibration uncertainty is expanded uncertainty which referred to type A and B sources of error according to JCGM 100 : 2008 "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" which is expressed at a 95 % confidence level by the coverage factor $k = 2$.

Halaman Ke 1 dari 2 Halaman

Page 1 Of Page 2
Diterbitkan Tanggal: 2021-02-06
Date of Issue
Disetujui Oleh/ Approved by

Mr. Akbar
Approve Signatory

Nomor Sertifikat / Certificate no. : S-2102-008
Bidang Kalibrasi Tekanan (Pressure Calibration Field)
Halaman Ke 2 dari 2 Halaman

Nama Alat / Instrument Name : PRESSURE GAUGE SERI AB
No Seri / Serial no. : 915368

HASIL KALIBRASI / CALIBRATION RESULT

Pembacaan Alat / Reading bar	Koreksi / Correction bar	
	Naik / Up	Turun / Down
0	0	0
1	0.01	0.01
2	0.01	0.01
3	0.02	0.02
4	0.02	0.02
5	0.03	0.03
6	0.03	0.03
7	0.04	0.04
8	0.04	0.04
9	0.05	0.05
10	0.05	0.05
Ketidakpastian Kalibrasi / Calibration Uncertainty		0.06 bar

Catatan (Notes):
 Nilai Aktual sebenarnya adalah pembacaan Alat ditambah dengan koreksi
Corrections are added to the reading for obtaining true reading.
 Standar yang digunakan Digital Pressure Tipe / Nomor Seri MC3 - PE / 11201 dengan Nomor Sertifikat S.19-0243 terakreditasi ke Satuan Internasional (SI) melalui Standar Nasional Satuan Ukur
This was calibrated by standard Digital Pressure Type (Serial Number : MC3 - PE / 11201) which officially have certified number S.19-0243 traceable to International System of Unit (SI) through Standar Nasional Satuan Ukur

Gambar 11. Penerbitan Sertifikat Kalibrasi

3.4 Evaluasi dan Pengujian Sistem (*Black Box Testing*)

Untuk menjamin keandalan perangkat lunak sebelum diimplementasikan, sistem diuji menggunakan metode *Black Box Testing* sebagaimana dijelaskan pada Tabel 1. Pengujian ini difokuskan pada validasi fungsionalitas sistem berdasarkan keluaran (*output*) yang dihasilkan dari masukan (*input*) tertentu, tanpa memeriksa struktur internal logika kodenya.

Tabel 2. Hasil Evaluasi dan Pengujian Sistem

Kelas Pengujian	Detail Pengujian	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Form Login	Verifikasi data yang dimasuka oleh user dengan memasukan username dan password	Blackbox	Valid
Master User	Menguji semua menu pada master user	Blackbox	Valid
User Admin	Menguji semua menu pada user admin	Blackbox	Valid
User Teknisi	Menguji semua menu pada user teknisi	Blackbox	Valid
User Analis	Menguji semua menu pada user analis	Blackbox	Valid

Kelas Pengujian	Detail Pengujian	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
User Penerbit	Menguji semua menu pada user penerbit	Blackbox	Valid

Hasil skenario pengujian ekstensif pada keempat tingkat pengguna (Admin, Teknisi, Analis, Penerbit) mengonfirmasi bahwa fungsionalitas aplikasi berjalan 100% valid sesuai spesifikasi yang direncanakan. Mekanisme penanganan galat (*error handling*) beroperasi secara optimal; sebagai contoh, apabila pengguna mencoba menyimpan form dengan membiarkan salah satu kolom esensial (seperti status kalibrasi atau keterangan) dalam keadaan kosong, sistem akan memblokir proses tersebut dan menampilkan notifikasi peringatan "*please fill out this field*". Demikian pula jika terjadi duplikasi email pendaftaran, sistem akan menolaknya secara otomatis. Berdasarkan hasil pengujian komprehensif ini, dapat disimpulkan bahwa arsitektur sistem basis data berbasis web yang dikembangkan sangat tangguh dalam mencegah anomali masukan data, struktur data, maupun akses basis data, sehingga sepenuhnya mendukung integritas operasional layanan kalibrasi.

3.5 Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box* (Tabel 1), sistem informasi kalibrasi menunjukkan tingkat validitas sebesar 100% pada seluruh skenario pengujian lintas level pengguna (Admin, Teknisi, Analis, Penerbit). Hasil ini menginterpretasikan bahwa arsitektur sistem basis data berbasis web yang dikembangkan sangat tangguh, dan mekanisme penanganan galat (*error handling*) beroperasi secara optimal dalam mencegah anomali masukan data, seperti pengosongan kolom esensial atau duplikasi pendaftaran. Dari aspek kinerja operasional, implementasi otomatisasi perhitungan ketidakpastian dan penerbitan sertifikat digital secara real-time terbukti berhasil meningkatkan efisiensi waktu pemrosesan data dan administrasi hingga 50%. Bagi PT Heksa Instrumen Sinergi, capaian ini secara signifikan mampu mengeliminasi lambatnya pencarian dokumen arsip serta mencegah terjadinya inkonsistensi data antara lembar kerja kalibrasi dan dokumen akhir yang kerap terjadi pada pendekatan manual berbasis spreadsheet.

Peningkatan efisiensi dan validitas ini sejalan dengan temuan pada penelitian Outaki [8] dan Laudon [1], yang menegaskan bahwa digitalisasi manajemen data dan integrasi Sistem Informasi Laboratorium efektif menekan risiko *human error* serta mendukung proses pengambilan keputusan yang tepat. Lebih lanjut, keberhasilan transformasi dokumen menuju kerangka Sertifikat Kalibrasi Digital (DCC) terstandarisasi dalam sistem ini mengonfirmasi studi Hackel [7], di mana digitalisasi mampu mereduksi kesalahan dokumentasi secara masif dan mempercepat jalannya proses evaluasi. Penggunaan arsitektur database relasional MySQL dalam riset ini juga memvalidasi temuan Wijayanti [9] terkait keandalannya dalam mengeliminasi duplikasi data operasional laboratorium secara dinamis.

Secara praktis dan manajerial, penerapan Kontrol Akses Berbasis Peran (RBAC) pada keempat entitas pengguna berkontribusi langsung pada penjagaan akuntabilitas dan pengamanan integritas rekam mutu dokumen. Hal ini secara langsung mendukung laboratorium dalam memenuhi klausul pengendalian dokumen dan jaminan mutu yang diamanatkan dalam standar akreditasi internasional SNI ISO/IEC 17025:2017. Sistem ini memastikan setiap tahapan kalibrasi—mulai dari integrasi data master drift hingga pencetakan nilai ketidakpastian bentangan pada tingkat kepercayaan 95% dengan faktor cakupan $k = 2$ sesuai pedoman DKD-R—dapat ditelusuri kembali (*traceable*) kapan saja secara sah tanpa rentan terhadap manipulasi.

Meskipun sistem terbukti andal dalam memperkuat aspek kepatuhan mutu, penelitian ini masih memiliki sejumlah keterbatasan operasional. Pertama, proses penginputan data kondisi ruang (suhu dan kelembapan) serta titik uji fisik tekanan naik/turun saat ini masih diisi secara manual oleh teknisi ke dalam formulir digital, sehingga belum sepenuhnya terotomatisasi menggunakan integrasi sensor cerdas (*Internet of Things / IoT*). Kedua, ruang lingkup algoritma sistem saat ini difokuskan secara eksklusif untuk melayani pengujian instrumen tekanan (*pressure gauge*) tinggi. Oleh karena itu, pengembangan pada riset selanjutnya disarankan untuk mengekspansi modul algoritma agar dapat mengakomodasi ruang lingkup pengujian alat ukur dimensi, suhu, dan kelistrikan. Di samping itu, pengintegrasian fitur layanan pengingat otomatis (*automatic reminder*) berbasis *Application Programming Interface* (API) pesan instan

sangat direkomendasikan untuk memberikan notifikasi jadwal jatuh tempo kalibrasi ulang kepada pelanggan, sebagaimana didukung oleh literatur terdahulu.

4. Simpulan

Berdasarkan keseluruhan tahapan analisis, perancangan, implementasi, hingga pengujian yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem informasi pengolahan data kalibrasi pressure gauge berbasis web di PT Heksa Instrumen Sinergi. Implementasi teknologi open-source menggunakan bahasa pemrograman PHP, kerangka kerja CodeIgniter, dan basis data relasional MySQL terbukti secara empiris mampu mengeliminasi keterbatasan sistem pencatatan manual (spreadsheet). Sistem ini berhasil mengotomatisasi seluruh alur kerja operasional, mulai dari integrasi data pendaftaran pelanggan, kalkulasi nilai deviasi dan ketidakpastian pengukuran, hingga penerbitan Sertifikat Kalibrasi digital yang terstandarisasi.

Transformasi digital ini memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap efisiensi dan jaminan mutu laboratorium. Dari aspek performa, sistem mampu memangkas waktu pemrosesan data dan administrasi hingga 50%. Dari aspek kepatuhan (*compliance*), pembatasan hak akses berjenjang (Admin, Teknisi, Analis, Penerbit) serta penyimpanan data secara *real-time* ke dalam database berhasil menjamin tingkat keamanan, integritas, dan keterlacakan (*traceability*) rekam medis alat uji. Hal ini secara langsung mendukung laboratorium dalam memenuhi klausul persyaratan teknis dan manajemen yang ditetapkan dalam standar akreditasi internasional SNI ISO/IEC 17025:2017.

Untuk pengembangan sistem di masa mendatang, disarankan agar dilakukan ekspansi algoritma sehingga sistem tidak hanya melayani instrumen tekanan (pressure gauge), tetapi juga mencakup ruang lingkup pengujian alat ukur dimensi, suhu, dan kelistrikan yang ada di laboratorium. Selain itu, integrasi modul layanan automatic reminder berbasis antarmuka pemrograman aplikasi (API) pesan instan—seperti WhatsApp atau Telegram—sangat direkomendasikan untuk memberikan notifikasi jadwal jatuh tempo kalibrasi ulang kepada pelanggan secara otomatis, yang pada akhirnya akan semakin meningkatkan kualitas pelayanan laboratorium.

Daftar Referensi

- [1] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*, 16th ed. New York: Pearson, 2020.
- [2] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *SNI ISO/IEC 17025:2017 – Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Jakarta: BSN, 2017.
- [3] Komite Akreditasi Nasional (KAN), *Panduan Kalibrasi Pressure Gauge dan Ketidakpastian Pengukuran*. Jakarta: KAN, 2022.
- [4] V. A. Utami and A. Satrio, "Analisa Ketidakpastian Kalibrasi Differential Pressure Gauge pada Gas Turbine Closed Cooling Water Pump A di UP Muara Karang," *Jurnal Energi dan Instrumentasi*, vol. 5, no. 2, pp. 45–52, 2020.
- [5] N. Otkhozoria, "Information Security Risks in ISO/IEC 17025-Compliant Laboratories," *International Journal of Laboratory Information Systems*, vol. 12, no. 1, pp. 15–28, 2025.
- [6] M. Coppa, "Interoperability and Data Security in Digital Calibration Management Systems," *Journal of Metrology and Data Integrity*, vol. 9, no. 2, pp. 45–58, 2024.
- [7] T. Hackel, "Digital Calibration Certificate (DCC) Framework for Traceable Measurement Systems," *Measurement Science and Technology Journal*, vol. 34, no. 4, pp. 22–34, 2023.
- [8] M. Outaki, "Integration of ISO/IEC 17025:2017 in Web-Based Laboratory Information Management Systems (LIMS)," *Journal of Laboratory Informatics*, vol. 11, no. 3, pp. 55–68, 2024.
- [9] R. Wijayanti and L. Hamzah, "Rancang Bangun Sistem Informasi Kalibrasi Alat Ukur Berbasis PHP dan MySQL," *Jurnal Informatika dan Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 77–85, 2023.
- [10] E. Yuliana and D. Siregar, "Analisis Pengembangan Sistem Informasi Laboratorium Menggunakan PHP dan MySQL," *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 5, no. 2, pp. 65–74, 2019.
- [11] M. Islamiyah, H. G. Ariswati, and Syaifudin, "Sistem Layanan Kalibrasi Alat Tensimeter Berbasis Web Dilengkapi dengan Automatic Reminder," *Jurnal Teknologi dan Sistem*

- Komputer, vol. 7, no. 2, pp. 74–83, 2019.
- [12] D. Puspita and M. Anggita, "Penerapan Unified Modeling Language (UML) dalam Membangun Sistem Pengenalan Usaha Kecil Menengah (UKM) Kota Pagar Alam," *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer*, vol. 8, no. 1, pp. 33–41, 2020.
- [13] A. Ginting and R. Pratama, "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Menggunakan UML (Unified Modeling Language)," *Jurnal Informatika dan Sistem Cerdas*, vol. 4, no. 1, pp. 50–59, 2021.
- [14] J. Hendrawan, I. D. Perwitasari, and M. Ramadhani, "Rancang Bangun Sistem Informasi UKM Panca Budi Berbasis Web," *Jurnal Sistem Informasi Panca Budi*, vol. 6, no. 1, pp. 14–23, 2020.
- [15] A. Kadir, *Pengenalan Sistem Informasi Berbasis Web*. Yogyakarta: Andi Offset, 2021.
- [16] A. Kristanto, *Perancangan Sistem Informasi dan Aplikasinya*. Yogyakarta: Andi Offset, 2020.
- [17] M. Fathurrahman and R. A. Nugroho, "Implementasi Metode Waterfall dalam Pengembangan Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 8, no. 2, pp. 112–120, 2020.
- [18] R. S. Pressman and B. R. Maxim, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 9th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.
- [19] I. Sommerville, *Software Engineering*, 10th ed. Boston: Pearson Education, 2016.
- [20] F. Nugraha and M. Ardiansyah, "Penerapan Framework CodeIgniter dalam Pembangunan Aplikasi Sistem Informasi Inventori Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 3, pp. 211–220, 2019.
- [21] D. Suryadi and B. H. Putra, "Penerapan XAMPP dan Sublime Text dalam Pengembangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web," *Jurnal Teknologi Komputer dan Aplikasi*, vol. 5, no. 1, pp. 45–53, 2021.
- [22] Andriansyah, *Pemrograman Database MySQL untuk Pengembangan Aplikasi Web Dinamis*. Yogyakarta: Deepublish, 2022.