

RANCANG BANGUN APLIKASI PENDATAAN PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE *WATERFALL*

Khalimin¹⁾, Thomas Budiman²⁾, Anton Zulkarnain Sianipar³⁾

1 Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jayakarta Jakarta

2 Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jayakarta Jakarta

3 Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Jayakarta Jakarta

email: 25567001@stmik.jayakarta.ac.id, thomas@stmik.jayakarta.ac.id, antonz.jayakarta@gmail.com

Abstract

This study is motivated by the project data management practices at PT Reynolds Partnership, which are still conducted manually using Microsoft Excel. Such an approach creates risks of data duplication, recording errors, and limited data accessibility, ultimately hindering timely and accurate decision-making. This study aims to develop a web-based project data management system to improve data accuracy, accessibility, and operational efficiency. The system was evaluated using a black box testing approach involving five users. The results show a 100% functional success rate with no detected errors, system response times of less than two seconds, and a user satisfaction level of 93.33%. These findings indicate that the system performs reliably and meets user needs effectively. The novelty of this study lies in the integration of comprehensive features within a role-based system, including quantity surveyor selection, complete tender information management, end-to-end recording of contractor bid values, and project scheduling. Practically, the system enhances data management efficiency and supports faster, more accurate decision-making. Conceptually, this study highlights the effectiveness of black box testing in evaluating the functional quality and usability of web-based information systems in real-world implementation contexts.

Keywords: *Design and Development, Project Data Management, Construction, Web Application, Waterfall*

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pengelolaan data proyek di PT Reynolds Partnership yang masih dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel, sehingga berpotensi menimbulkan duplikasi data, kesalahan pencatatan, serta keterbatasan dalam pencarian dan akses informasi. Kondisi tersebut menghambat pengambilan keputusan yang cepat dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengelolaan data proyek berbasis web guna meningkatkan akurasi data, kemudahan akses, dan efisiensi operasional. Pengujian sistem dilakukan menggunakan pendekatan *black box testing* yang melibatkan lima pengguna. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100% tanpa kesalahan, kinerja sistem di bawah dua detik, serta tingkat kepuasan pengguna sebesar 93,33%. Temuan ini menegaskan bahwa sistem mampu mendukung pengelolaan data proyek secara efektif dan andal. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi fitur yang lebih komprehensif, mencakup pemilihan *quantity surveyor*, penyajian informasi tender secara menyeluruh, pencatatan nilai pengajuan kontraktor dari awal hingga akhir, serta penjadwalan agenda proyek dalam satu sistem berbasis peran. Secara praktis, sistem ini meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat. Secara konseptual, penelitian ini menegaskan bahwa pengujian *black box testing* efektif untuk mengevaluasi kualitas fungsional dan kegunaan sistem informasi berbasis web dalam konteks implementasi nyata.

Kata Kunci: Rancang Bangun, Pendataan Proyek, Konstruksi, Aplikasi Web, *Waterfall*

1. PENDAHULUAN

Pengelolaan data dalam proyek konstruksi merupakan salah satu aspek krusial yang menentukan keberhasilan proyek, khususnya dalam pengendalian waktu, biaya, dan kualitas. Dalam beberapa tahun terakhir, industri konstruksi mengalami perkembangan signifikan seiring dengan meningkatnya penerapan teknologi digital, seperti *Building Information Modeling* (BIM), sistem berbasis web, serta integrasi data secara *real-time*. Transformasi digital ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan proyek, memperkuat koordinasi antar pemangku kepentingan, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat [1], [2].

Penerapan sistem manajemen proyek berbasis teknologi juga memungkinkan peningkatan kinerja proyek melalui pemanfaatan indikator kinerja, pengelolaan risiko, serta integrasi informasi yang lebih sistematis. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sistem digital dalam proyek konstruksi dapat meningkatkan efektivitas koordinasi, mengurangi kesalahan data, serta mempercepat proses pengambilan keputusan [3], [4].

Namun demikian, implementasi sistem digital tersebut belum sepenuhnya diterapkan di seluruh perusahaan konstruksi. PT Reynolds Partnership masih menggunakan Microsoft Excel sebagai alat utama dalam pengelolaan data proyek. Penggunaan Excel dalam skala proyek yang kompleks memiliki berbagai keterbatasan, antara lain potensi duplikasi data, kesalahan pencatatan, keterbatasan akses simultan, serta kesulitan dalam pencarian dan integrasi data. Kondisi ini berdampak pada rendahnya efisiensi operasional dan menghambat pengambilan keputusan yang cepat dan akurat.

Permasalahan tersebut sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa kompleksitas proyek konstruksi yang semakin tinggi memerlukan sistem pengelolaan data yang terintegrasi dan adaptif terhadap perubahan [5]. Selain itu, pengelolaan informasi yang tidak terstruktur dapat menurunkan kualitas data serta meningkatkan risiko kesalahan dalam pelaksanaan proyek [6]. Keterbatasan dalam pengelolaan pengetahuan dan informasi proyek juga berpotensi menghambat efektivitas manajemen proyek secara keseluruhan [7].

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji pengembangan sistem manajemen proyek berbasis teknologi. Penerapan *integrated project delivery* menunjukkan bahwa integrasi sistem dan kolaborasi antar pihak mampu meningkatkan

efisiensi proyek secara signifikan [8]. Selain itu, pendekatan berbasis *soft computing* mulai digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan dalam manajemen proyek konstruksi [9]. Penelitian lain juga menekankan pentingnya pengelolaan peluang (*opportunity management*) dalam meningkatkan keberhasilan proyek [10].

Meskipun demikian, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada pendekatan konseptual atau penggunaan teknologi tertentu, dan belum secara spesifik mengembangkan sistem yang terintegrasi, berbasis peran pengguna, serta diimplementasikan secara langsung dalam lingkungan nyata organisasi. Selain itu, masih terbatas penelitian yang mengevaluasi sistem secara langsung melalui pengujian fungsional dan tingkat kepuasan pengguna, sehingga efektivitas implementasi sistem dalam praktik belum sepenuhnya terukur.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini berangkat dari kebutuhan untuk mengatasi keterbatasan sistem manual yang digunakan dalam pengelolaan data proyek di PT Reynolds Partnership melalui pengembangan sistem berbasis web yang lebih terintegrasi dan adaptif. Permasalahan utama yang dikaji dalam penelitian ini, yaitu: (1) bagaimana merancang sistem pengelolaan data proyek berbasis web yang sesuai dengan kebutuhan pengguna di PT Reynolds Partnership, (2) sejauh mana sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan data proyek berkaitan dengan keterbatasan sistem berbasis Excel, kebutuhan, dan (3) bagaimana tingkat keberhasilan fungsional dan kepuasan pengguna terhadap sistem yang dikembangkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengelolaan data proyek berbasis web yang mampu meningkatkan akurasi data, efisiensi operasional, serta kemudahan akses informasi. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan berbagai fitur utama, seperti pemilihan *quantity surveyor*, penyajian informasi tender secara menyeluruh, pencatatan nilai pengajuan kontraktor dari awal hingga akhir, serta penjadwalan agenda proyek dalam satu sistem berbasis peran pengguna.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan sistem yang mengintegrasikan fitur manajemen proyek secara lebih komprehensif dalam satu platform berbasis peran pengguna, implementasi sistem secara langsung dalam lingkungan nyata perusahaan, serta evaluasi sistem menggunakan pendekatan *black box testing*

yang mengukur keberhasilan fungsional dan tingkat kepuasan pengguna.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan data proyek, serta kontribusi akademis dalam pengembangan sistem informasi manajemen proyek berbasis web yang aplikatif, terintegrasi, dan teruji dalam konteks implementasi nyata.

Tinjauan Pustaka

Transformasi digital dalam manajemen proyek konstruksi menjadi isu penting dalam beberapa tahun terakhir, terutama untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan data dan kualitas pengambilan keputusan. Digitalisasi pada siklus proyek konstruksi masih belum merata, karena beberapa fase proyek memiliki tingkat penerapan yang rendah sehingga menghambat integrasi data secara menyeluruh [11]. Selain itu, sistem digital berbasis data dinilai sangat penting untuk menangani kompleksitas proyek konstruksi, terutama dalam pengelolaan data secara *real-time* guna meminimalkan keterlambatan proyek [12]. Implementasi sistem informasi berbasis digital pada fase konstruksi juga masih menghadapi berbagai tantangan, khususnya dalam hal adopsi oleh pemilik proyek serta integrasi antar sistem yang belum optimal [13]. Di sisi lain, teknologi digital seperti *blockchain* berpotensi meningkatkan transparansi dan manajemen data proyek, meskipun penerapannya di lapangan masih memiliki keterbatasan praktis [14]. Metode tradisional dalam pengelolaan data proyek juga masih rentan terhadap kesalahan dan keterlambatan, sehingga diperlukan sistem otomatis berbasis teknologi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi [15].

a. Sintesis Kritis

Dari penelitian-penelitian tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa digitalisasi terbukti meningkatkan efisiensi dan akurasi data proyek, sistem berbasis teknologi mendukung pengelolaan data *real-time*. Namun, masih terdapat kendala pada implementasi nyata dan integrasi sistem, serta research gap (kesenjangan penelitian).

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan, masih terdapat beberapa celah penelitian, yaitu:

1. Sebagian besar penelitian masih bersifat konseptual atau berbasis teknologi tertentu (BIM, *blockchain*), belum fokus pada sistem operasional sederhana berbasis web.

2. Minim penelitian yang mengimplementasikan sistem secara langsung di organisasi nyata.
3. Kurangnya kajian tentang pengujian sistem dari sisi pengguna (*user-based evaluation*).
4. Belum banyak sistem yang mengintegrasikan seluruh kebutuhan proyek dalam satu platform

Penelitian ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut melalui pengembangan sistem berbasis web yang diimplementasikan langsung untuk PT Reynolds Partnership, mengintegrasikan berbagai fitur dalam satu sistem, serta diuji menggunakan pendekatan *black box testing*.

b. Sistem Manajemen Data Proyek Konstruksi
Manajemen data proyek konstruksi merupakan elemen penting dalam keberhasilan proyek. Proyek konstruksi menghasilkan data dalam jumlah besar dan kompleks yang harus dikelola secara efektif. Metode tradisional dalam pengelolaan proyek masih bersifat manual, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan manusia [15].

Selain itu, penggunaan sistem digital memungkinkan pengelolaan data secara *real-time*, sehingga meningkatkan efisiensi dan ketepatan pengambilan keputusan [12]. Namun, implementasi sistem digital memerlukan integrasi data yang baik, kesesuaian dengan kebutuhan organisasi, dan dukungan pengguna.

c. Aplikasi Berbasis Web dalam Manajemen Proyek

Aplikasi berbasis web merupakan solusi yang fleksibel dalam pengelolaan proyek karena dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Sistem berbasis web mendukung pengelolaan informasi proyek secara terpusat, namun implementasinya masih menghadapi tantangan dalam hal adopsi dan integrasi sistem [13].

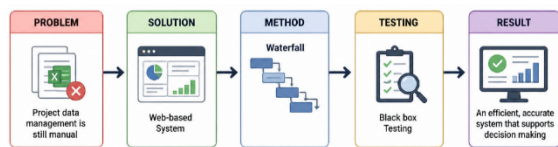
Selain itu, digitalisasi sistem proyek harus mencakup seluruh siklus proyek agar dapat memberikan manfaat maksimal [11]. Dengan demikian, aplikasi berbasis web harus dirancang sesuai kebutuhan pengguna, mudah digunakan, dan terintegrasi.

d. Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak
Pemilihan metode pengembangan perangkat lunak sangat penting dalam menentukan keberhasilan sistem. Secara umum terdapat tiga metode utama, yaitu *Agile*, *Prototype*, dan *Waterfall*. Analisis perbandingannya, metode *Agile* memberikan fleksibilitas tinggi, tetapi

memerlukan perubahan kebutuhan yang terus-menerus. Sementara itu, metode *Prototype* memungkinkan pengembangan cepat, tetapi kurang terstruktur. Sebaliknya, metode *Waterfall* menawarkan pendekatan sistematis dengan tahapan yang jelas.

Dalam penelitian ini, metode *Waterfall* dipilih karena kebutuhan sistem sudah jelas dari awal, lingkungan organisasi stabil, dibutuhkan dokumentasi yang terstruktur, serta fokus pada implementasi nyata, bukan eksplorasi iteratif. Pendekatan ini sejalan dengan karakteristik proyek yang membutuhkan kejelasan tahapan dan minim perubahan kebutuhan.

e. Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 1 Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian ini berawal dari permasalahan pengelolaan data proyek yang masih manual. Solusi yang diusulkan adalah pengembangan sistem berbasis web menggunakan metode *Waterfall*. Sistem kemudian diuji dengan black box testing untuk memastikan fungsionalitasnya. Hasil yang diharapkan adalah sistem yang efisien, akurat, dan mendukung pengambilan keputusan.

2. METODE PENELITIAN

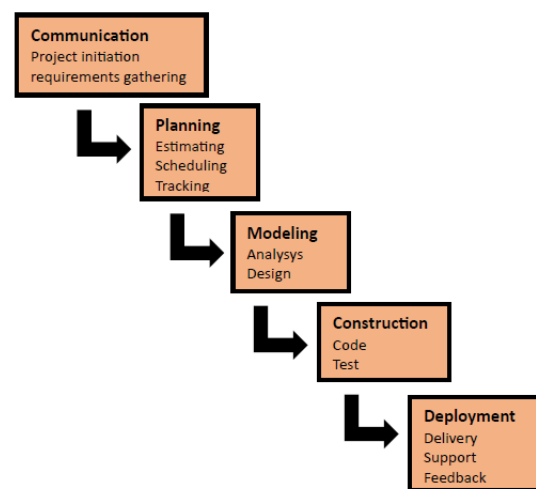
Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa perangkat lunak dengan fokus pada pengembangan sistem informasi, sehingga tidak menggunakan pendekatan kualitatif sebagai metode utama. Pendekatan kualitatif hanya digunakan secara terbatas pada tahap pengumpulan kebutuhan pengguna.

Metode pengembangan sistem yang digunakan adalah model *Waterfall*. Pemilihan metode ini didasarkan pada kondisi kebutuhan sistem yang telah terdefinisi dengan jelas sejak awal, lingkungan organisasi yang relatif stabil, serta kebutuhan dokumentasi yang terstruktur. Dibandingkan metode *Agile* atau *Scrum* yang bersifat iteratif, *Waterfall* dinilai lebih sesuai untuk penelitian ini yang berfokus pada implementasi sistem secara nyata dengan perubahan kebutuhan yang minimal.

Objek penelitian adalah sistem pengelolaan data proyek konstruksi di PT Reynolds Partnership, sedangkan subjek penelitian adalah pengguna

sistem yang terdiri dari lima jenis peran, yaitu admin, *associate*, *team leader*, *quantity surveyor*, dan *project administrator*. Setiap peran diwakili oleh satu pengguna sehingga total terdapat lima partisipan yang dilibatkan dalam proses pengujian sistem.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur. Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi proses bisnis yang berjalan, wawancara digunakan untuk menggali kebutuhan sistem dari pengguna, sedangkan studi literatur digunakan sebagai dasar teoritis penelitian. Hasil pengumpulan data kemudian dianalisis untuk menghasilkan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.



Gambar 2 Tahapan Metode Waterfall

Pengembangan sistem dilakukan mengikuti tahapan *Waterfall*, yaitu: (1) *communication* untuk analisis kebutuhan melalui observasi dan wawancara, (2) *planning* untuk perencanaan sumber daya, jadwal, dan risiko, (3) *modeling* untuk perancangan sistem meliputi arsitektur, basis data, dan antarmuka menggunakan UML, (4) *construction* untuk implementasi sistem menggunakan PHP dan MySQL serta pengujian awal, dan (5) *deployment* untuk implementasi sistem dan evaluasi berdasarkan umpan balik pengguna.

Meskipun metode *Waterfall* memiliki keterbatasan dalam fleksibilitas terhadap perubahan kebutuhan, pendekatan ini tetap relevan dalam penelitian ini karena kebutuhan sistem telah terdefinisi dengan baik sejak awal.

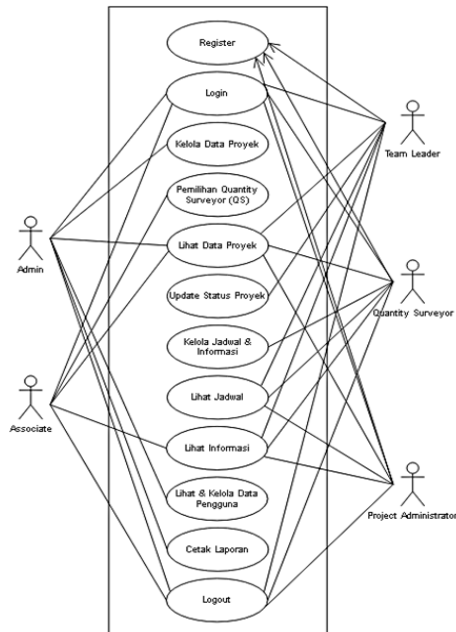
Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* yang berfokus pada pengujian fungsionalitas sistem. Proses pengujian dilakukan oleh lima partisipan sesuai dengan peran masing-masing berdasarkan skenario uji yang telah ditentukan. Validasi sistem dilakukan melalui dua

aspek, yaitu kesesuaian fungsi sistem terhadap kebutuhan dan tingkat penerimaan pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Use Case Diagram

Rancangan *use case diagram* aplikasi pendataan proyek konstruksi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3 *Use Case Diagram*

Use case diagram ialah gambaran visual yang menunjukkan fungsi suatu sistem serta interaksi antara pengguna (aktor) dengan fitur-fitur yang dapat diakses dalam sistem tersebut [16]. *Use case diagram* juga dapat diartikan sebagai diagram yang menggambarkan fungsi sistem serta interaksi antara pengguna atau aktor dengan fitur-fitur sistem berdasarkan kebutuhan pengguna.

Hasil Implementasi Sistem

Sistem pengelolaan data proyek berbasis web yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan. Sistem ini dirancang untuk menggantikan proses manual berbasis Microsoft Excel yang sebelumnya digunakan, dengan tujuan meningkatkan efisiensi, akurasi, serta kemudahan akses data proyek.

Berdasarkan implementasi yang dilakukan, sistem memiliki lima peran pengguna utama, yaitu admin, *associate*, *team leader*, *quantity surveyor*, dan *project administrator*. Setiap peran memiliki hak akses yang berbeda sesuai dengan kebutuhan operasional proyek. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah menerapkan konsep *role-based access control* (RBAC) yang

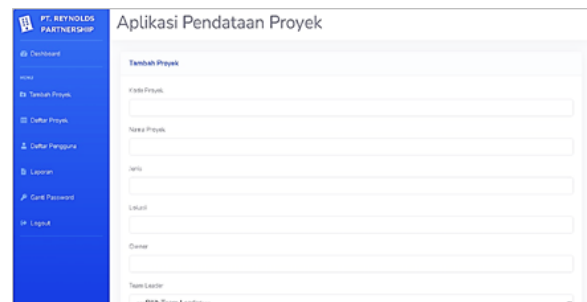
penting dalam pengelolaan sistem informasi modern.

Selain itu, sistem telah mengintegrasikan beberapa fitur utama, antara lain:

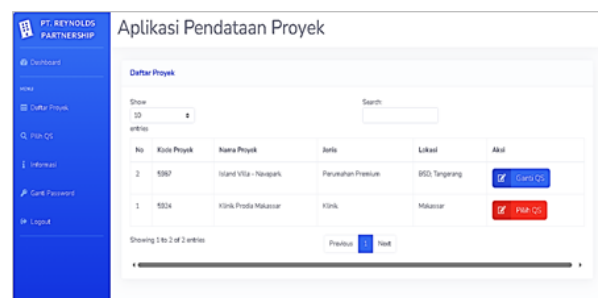
1. Pengelolaan data proyek secara terpusat
 2. Pencatatan nilai pengajuan kontraktor
 3. Manajemen data tender proyek
 4. Penjadwalan agenda proyek
 5. Pemilihan dan pengelolaan *quantity surveyor*
- Integrasi fitur tersebut menunjukkan bahwa sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pencatatan, tetapi juga sebagai alat pendukung pengambilan keputusan (*decision support system*) dalam manajemen proyek konstruksi.



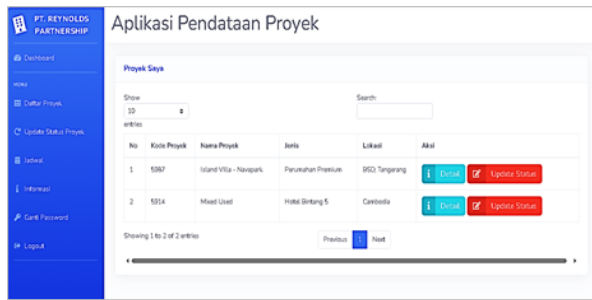
Gambar 4 Halaman Login



Gambar 5 Halaman Tambah Proyek



Gambar 6 Halaman Pilih *Quantity Surveyor* (QS)



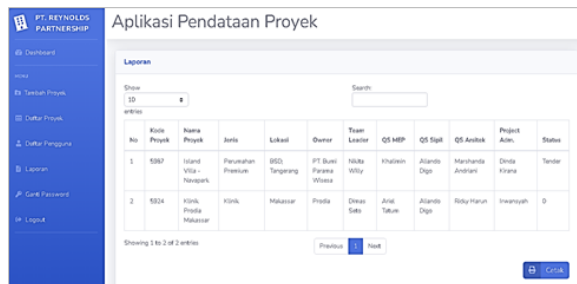
Gambar 7 Halaman Update Status Proyek



Gambar 8 Halaman Tambah Jadwal



Gambar 9 Halaman Tambah Informasi



Gambar 10 Halaman Laporan

Evaluasi Kinerja Sistem

Berbeda dengan versi sebelumnya yang hanya deskriptif, pada penelitian ini dilakukan evaluasi kinerja sistem secara kuantitatif menggunakan beberapa indikator utama.

1. Pengujian Fungsional (*Black Box Testing*)

Tabel 1. Hasil Pengujian Dengan *Black Box Testing*

Pengujian	Test Case	Yang Diharapkan	Hasil Pengujian
Register Akun	Membuka halaman register dan	Jika berhasil akan diarahkan ke	Sesuai

	mengisi semua <i>field</i> , lalu klik "Register".	halaman <i>login</i> dan jika gagal tetap di halaman <i>register</i> .	
<i>Login</i>	Membuka halaman <i>login</i> , lalu mengisi <i>username</i> dan <i>password</i> , selanjutnya klik "Login".	Jika berhasil akan diarahkan ke halaman <i>dashboard</i> dan jika gagal tetap di halaman <i>login</i> .	Sesuai
Tambah Proyek	Membuka halaman tambah proyek dan mengisi semua <i>field</i> , lalu klik "Simpan".	Jika berhasil data proyek tersebut akan ditambahkan.	Sesuai
Pemilihan <i>Quantity Surveyor</i> (QS)	Setelah mengklik menu Pilih QS, selanjutnya lakukan pemilihan atau penggantian QS.	QS yang dipilih akan tampil pada data.	Sesuai
<i>Update Status</i> Proyek	Setelah mengklik menu Update Status, lakukan pemilihan status proyek terbaru.	Status proyek akan berubah.	Sesuai
Tambah Jadwal	Setelah memilih menu Penjadwalan, klik "Tambah Jadwal" dan isi semua <i>field</i> , lalu klik "Simpan".	Jadwal berhasil ditambahkan.	Sesuai
Tambah Informasi	Setelah memilih menu Informasi, klik "Tambah Informasi" dan isi semua <i>field</i> , lalu klik "Simpan".	Informasi berhasil ditambahkan.	Sesuai
Laporan	Pilih menu Laporan untuk melihat data laporan. Selanjutnya lakukan pencetakan.	Data laporan akan tercetak.	Sesuai
<i>Logout</i>	Klik menu Logout.	Keluar dari aplikasi atau sistem.	Sesuai

Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100%, yang berarti seluruh fitur sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. Namun demikian, nilai 100% ini tidak serta-merta menunjukkan

sistem tanpa kekurangan. Pengujian *black box* hanya mengevaluasi kesesuaian fungsi, bukan performa atau pengalaman pengguna secara menyeluruh.

2. Evaluasi Kepuasan Pengguna

Tabel 2. Evaluasi Kepuasan Pengguna

Kategori	Jumlah (Orang)	Nilai	Total Nilai	Presentase
Sangat Puas	4	3	12	85,71%
Puas	1	2	2	14,29%
Tidak Puas	0	1	0	0%
Total	5		14	100%

Berdasarkan hasil pengujian terhadap lima pengguna, hasil perhitungan menunjukkan bahwa mayoritas pengguna berada pada kategori sangat puas dengan persentase sebesar 85,71%. Sementara itu, kategori puas memperoleh persentase 14,29%, dan tidak ada responden yang menyatakan tidak puas terhadap sistem. Tingkat kepuasan pengguna selanjutnya dihitung menggunakan rumus berikut.

Diketahui:

a. Jumlah responden = 5

b. Nilai tertinggi = 3

c. Total nilai diperoleh = 14

maka, nilai maksimumnya adalah $5 \times 3 = 15$

Perhitungan tingkat kepuasan:

$$\frac{14}{15} \times 100\% = 93,33\%$$

Dengan demikian, diperoleh tingkat kepuasan pengguna sebesar 93,33%. Hal ini menunjukkan bahwa pengguna menilai sistem yang dikembangkan memiliki tingkat kemudahan penggunaan (*user-friendly*), antarmuka yang intuitif, serta fitur yang sesuai dengan kebutuhan operasional. Meskipun demikian, jumlah responden yang masih terbatas menjadi salah satu keterbatasan penelitian ini, sehingga hasil evaluasi belum dapat digeneralisasi secara luas.

3. Kinerja Sistem

Tabel 3. Evaluasi Kinerja Sistem

Indikator Kinerja	Hasil Pengujian	Interpretasi
Waktu Respon Sistem	<2 detik	Sangat cepat (efisien)
Tingkat Error	0%	Sangat andal
Stabilitas Sistem	Stabil (<i>multi-user</i> terbatas)	Baik

Jenis Pengujian	Black box (awal)	Belum mencakup <i>load testing</i>
-----------------	------------------	------------------------------------

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa sistem memiliki waktu respons kurang dari dua detik untuk operasi standar, yang mengindikasikan performa yang cukup cepat dalam mendukung aktivitas pengguna. Selain itu, tidak ditemukan kesalahan (*error*) selama proses pengujian, sehingga sistem dapat dikategorikan memiliki tingkat keandalan yang tinggi. Dari sisi stabilitas, sistem mampu berjalan dengan baik pada penggunaan multi-user dalam skala terbatas. Namun demikian, hasil pengujian ini masih bersifat awal karena belum mencakup pengujian beban (*load testing*) maupun pengujian skala besar. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi lanjutan untuk memastikan performa sistem tetap optimal pada kondisi penggunaan yang lebih kompleks dan intensif.

Analisis dan Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini sejalan dengan berbagai studi internasional yang menyatakan bahwa digitalisasi dalam proyek konstruksi mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi data. Sebagai contoh, penelitian Begić et al. (2022) menunjukkan bahwa digitalisasi meningkatkan integrasi data proyek. Penelitian Radman et al. (2022) menekankan pentingnya sistem *real-time* dalam mengelola kompleksitas proyek. Wei et al. (2022) menyatakan bahwa sistem manual rentan terhadap kesalahan dan keterlambatan.

1. Kesamaan hasil:

- Peningkatan efisiensi
- Pengurangan kesalahan data dukungan terhadap pengambilan keputusan

2. Perbedaan utama penelitian ini:

- Sistem diimplementasikan langsung pada lingkungan nyata (bukan hanya *prototype*)
- Menggunakan pendekatan berbasis peran pengguna
- Menyediakan evaluasi berbasis pengguna (*user satisfaction*)

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi yang lebih aplikatif dibandingkan studi sebelumnya yang cenderung konseptual.

Analisis Kritis Sistem

Meskipun hasil menunjukkan kinerja yang baik, terdapat beberapa aspek yang perlu dianalisis secara kritis:

1. Kelebihan Sistem
 - a. Integrasi data dalam satu platform
 - b. Akses *real-time* dan terpusat
 - c. Mengurangi kesalahan manusia (*human error*)
 - d. Mendukung pengambilan keputusan
2. Keterbatasan Sistem
 - a. Belum dilakukan *load testing* atau *stress testing*
 - b. Jumlah responden *usability* masih terbatas
 - c. Belum terintegrasi dengan sistem eksternal (misalnya ERP/BIM)
 - d. Belum tersedia versi mobile
3. Potensi Risiko
 - a. Ketergantungan pada koneksi internet
 - b. Risiko keamanan data jika tidak dikembangkan lebih lanjut
 - c. Adaptasi pengguna terhadap sistem baru

Implikasi Terhadap Manajemen Proyek Konstruksi

Implementasi sistem ini memberikan beberapa implikasi penting:

1. Implikasi Praktis
 - a. Mempercepat proses administrasi proyek
 - b. Meningkatkan transparansi data
 - c. Mempermudah koordinasi antar tim
2. Implikasi Manajerial
 - a. Mendukung pengambilan keputusan berbasis data
 - b. Mengurangi ketergantungan pada dokumen manual
 - c. Meningkatkan kontrol terhadap proyek
3. Implikasi Teoritis

Hasil penelitian ini memperkuat teori bahwa:

 - a. Sistem informasi berbasis web meningkatkan efisiensi organisasi
 - b. Digitalisasi berperan penting dalam manajemen proyek modern
 - c. Evaluasi berbasis pengguna penting dalam pengembangan sistem

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, sistem pengelolaan data proyek berbasis web yang dikembangkan terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi pengelolaan data dibandingkan metode manual. Sistem berhasil mengurangi duplikasi dan kesalahan pencatatan, serta mempermudah

akses informasi bagi pengguna. Pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan fungsional sebesar 100%, waktu respon sistem kurang dari dua detik, serta tingkat kepuasan pengguna sebesar 93,33%, yang menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan baik dan dapat diterima oleh pengguna. Penelitian ini memberikan kontribusi praktis berupa solusi aplikatif untuk meningkatkan efektivitas manajemen proyek konstruksi. Secara teoretis, hasil penelitian memperkuat pentingnya pendekatan berbasis kebutuhan pengguna dan integrasi fitur dalam satu sistem untuk menghasilkan sistem yang relevan dan mudah digunakan. Namun, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain jumlah responden yang terbatas, belum adanya pengujian beban (*load testing*), serta belum dikajinya aspek keamanan, skalabilitas, dan integrasi dengan sistem lain. Selain itu, tantangan adopsi pengguna juga belum dianalisis secara mendalam.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan pengujian dalam skala yang lebih besar, pengembangan aspek keamanan dan performa sistem, serta integrasi dengan teknologi lain seperti ERP atau BIM. Pengembangan fitur mobile dan monitoring *real-time* juga menjadi peluang untuk meningkatkan kualitas sistem di masa mendatang.

5. REFERENSI

- [1] J. E. Latupeirissa and H. Arrang, "Sustainability factors of building information modeling (BIM) for a successful construction project management life cycle in Indonesia," *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, vol. 9, no. 26, pp. 1–15, 2024, doi: 10.1007/s41024-023-00376-1.
- [2] F. Wang, M. Cheng, and X. Cheng, "Exploring the project-based collaborative networks between owners and contractors in the construction industry: Empirical study in China," *Buildings*, vol. 13, no. 3, pp. 1–25, 2023, doi: 10.3390/buildings13030732.
- [3] S. Yuslim, M. R. A. Simanjuntak, and F. Lianto, "Variables and indicators to measure the performance of sustainable construction project management of city park," *Planning Malaysia: Journal of the Malaysian Institute of Planners*, vol. 21, no. 1, pp. 329–345, 2023.
- [4] M. An, W. Xiao, H. An, and J. Huang, "Stakeholder behavior risk evaluation of hydropower projects based on social network analysis: A case study from a project," *Buildings*,

- vol. 12, no. 12, p. 2064, 2022, doi: 10.3390/buildings12122064.
- [5] M. Nikolić and A. Cerić, “Classification of key elements of construction project complexity from the contractor perspective,” *Buildings*, vol. 12, no. 5, p. 696, 2022, doi: 10.3390/buildings12050696.
- [6] J. Shin and B. Choi, “Design and implementation of quality information management system for modular construction factory,” *Buildings*, vol. 12, no. 5, p. 654, 2022, doi: 10.3390/buildings12050654.
- [7] N. Kokkaw, V. Peansupap, and N. Jokkaw, “An empirical examination of knowledge management and organizational learning as mediating variables between HRM and sustainable organizational performance,” *Sustainability*, vol. 14, no. 20, p. 13351, 2022, doi: 10.3390/su142013351.
- [8] T. Mei, S. Zhong, H. Lan, Z. Guo, and Y. Qin, “Configuration analysis of integrated project delivery principles’ obstacle to construction project level of collaboration,” *Sustainability*, vol. 15, no. 4, p. 3509, 2023, doi: 10.3390/su15043509.
- [9] S. Winarno and S. Kusumadewi, “Application of soft computing to address uncertainty in construction project management: A systematic literature review,” *Civil Engineering Journal*, vol. 10, no. 6, pp. 2040–2065, 2024, doi: 10.28991/CEJ-2024-010-06-020.
- [10] A. Marsov, O. Lædre, B. Andersen, and N. O. E. Olsson, “Opportunity management enablers in construction projects: A systematic literature review,” *Production Planning & Control*, vol. 36, no. 10, pp. 1380–1394, 2025, doi: 10.1080/09537287.2024.2362861.
- [11] H. Begić, M. Galić, and Z. Dolaček-Alduk, “Digitalization and automation in construction project’s life-cycle: A review,” *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 27, pp. 441–460, 2022, doi: 10.36680/j.itcon.2022.021.
- [12] K. Radman, M. B. Jelodar, R. Lovreglio, E. Ghazizadeh, and S. Wilkinson, “Digital technologies and data-driven delay management process for construction projects,” *Frontiers in Built Environment*, vol. 8, p. 1029586, 2022, doi: 10.3389/fbuil.2022.1029586.
- [13] Q. K. Jahanger, J. Louis, and D. Trejo, “Implementation framework to facilitate digitalization of construction-phase information management by project owners,” *Journal of Information Technology in Construction*, vol. 27, pp. 529–547, 2022, doi: 10.36680/j.itcon.2022.026.
- [14] D. Mahmudnia, M. Arashpour, and R. Yang, “Blockchain in construction management: Applications, advantages and limitations,” *Automation in Construction*, vol. 140, p. 104379, 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104379.
- [15] W. Wei, Y. Lu, T. Zhong, P. Li, and B. Liu, “Integrated vision-based automated progress monitoring of indoor construction using mask region-based convolutional neural networks and BIM,” *Automation in Construction*, vol. 140, p. 104327, 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104327.
- [16] I. G. S. Pranata and M. Z. Abdillah, “Analisis dan perancangan sistem informasi manajemen gereja menggunakan UML (Unified Modelling Language),” *JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan)*, vol. 12, no. 3, pp. 2634–2641, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4831.