

PENERAPAN LEAN PROJECT MANAGEMENT DALAM PENGEMBANGAN SISTEM AUTOMASI RUMAH POMPA

Ageng Putra Pratama¹, Muhammad Andik Izzuddin²

^{1,2} Sistem Informasi, Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.

E-mail: agengputrapratama@gmail.com¹, andik@uinsby.ac.id²

Abstrak – Dalam menghadapi tantangan pengelolaan air perkotaan, penerapan sistem automasi berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi operasional rumah pompa. Penelitian ini mengusulkan penerapan metode Lean Project Management dalam pengembangan sistem automasi rumah pompa yang terintegrasi dengan aplikasi Floodviser, weather station, dan water level monitor. Metode ini bertujuan untuk mengurangi pemborosan sumber daya, meningkatkan efisiensi proses pengembangan, serta memastikan sistem bekerja secara optimal dalam memantau dan mengendalikan kondisi air.

Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah dan analisis kebutuhan melalui studi literatur serta observasi di lapangan. Selanjutnya, dilakukan perancangan sistem dengan mempertimbangkan aspek teknis dan manajemen proyek yang efektif. Implementasi sistem melibatkan pengembangan perangkat IoT untuk pemantauan level air secara real-time, pengumpulan data cuaca, serta integrasi dengan aplikasi Floodviser sebagai pusat kendali informasi. Evaluasi kinerja dilakukan melalui pengujian fungsional dan analisis data, diikuti dengan optimasi berdasarkan prinsip Lean Project Management guna meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu mempercepat siklus pengembangan proyek, mengurangi inefisiensi dalam penggunaan sumber daya, serta meningkatkan keandalan sistem automasi rumah pompa dalam mendukung pengelolaan air perkotaan. Dengan demikian, penerapan Lean Project Management dalam proyek teknologi berbasis IoT berpotensi menjadi model yang dapat diterapkan di berbagai sektor industri untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan infrastruktur.

Kata Kunci: Automasi; Lean Project Management; Rumah Pompa; Water Level; Weather Station.

Abstract – In addressing urban water management challenges, the implementation of automation systems based on the Internet of Things (IoT) presents an innovative solution to enhance the operational efficiency of pump houses. This research proposes the application of Lean Project Management in the development of an automated pump house system integrated with the Floodviser application, weather stations, and water level monitors. The objective of this method is to minimize resource waste, improve process efficiency, and ensure the system functions optimally in monitoring and controlling water conditions.

The research begins with problem identification and needs analysis through literature review and field observations. The next step involves designing the system while considering both technical and project management aspects. The system implementation includes the development of IoT devices for real-time water level monitoring, weather data collection, and integration with the Floodviser application as the central information hub. Performance evaluation is conducted through functional testing and data analysis, followed by optimization using Lean Project Management principles to enhance efficiency and effectiveness.

The results of this study indicate that this approach accelerates the project development cycle, reduces resource inefficiencies, and enhances the reliability of the automated pump house system in supporting urban water management. Thus, the application of Lean Project Management in IoT-based technology projects has the potential to serve as a model applicable across various industrial sectors to improve infrastructure management efficiency and effectiveness.

Keywords: Automation; Lean Project Management; Pump House; Water Level; Weather Station.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang semakin tidak menentu serta peningkatan intensitas curah hujan telah menyebabkan risiko banjir yang lebih tinggi di berbagai wilayah perkotaan. Kondisi ini menuntut adanya sistem pengelolaan air yang lebih efisien dan adaptif guna meminimalkan dampak negatif yang ditimbulkan. Salah satu infrastruktur vital dalam pengendalian banjir adalah rumah pompa, yang berfungsi untuk mengatur aliran air dan mencegah genangan di area rentan. Namun, sistem rumah pompa yang masih banyak bergantung pada operasi manual sering kali menghadapi kendala dalam hal efisiensi, kecepatan respons, serta pemantauan kondisi secara real-time. Oleh karena itu, penerapan teknologi automasi berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi yang semakin relevan dalam meningkatkan efektivitas pengelolaan rumah pompa.

Dalam konteks ini, pengembangan sistem automasi rumah pompa yang terintegrasi dengan aplikasi Floodviser, Weather Station, dan Water Level Monitor menjadi inovasi yang menjanjikan. Floodviser berperan sebagai aplikasi pemantauan banjir yang menyediakan informasi terkait kondisi air secara real-time, sementara Weather Station dan Water Level Monitor memungkinkan pengumpulan data cuaca serta ketinggian air yang lebih akurat. Dengan integrasi ketiga sistem ini, diharapkan proses pengelolaan rumah pompa dapat dilakukan secara lebih cepat dan berbasis data yang komprehensif. Namun, pengembangan sistem automasi yang kompleks ini memerlukan perencanaan proyek yang matang agar dapat berjalan secara efisien serta menghasilkan solusi yang optimal.

Dalam praktiknya, proyek pengembangan sistem teknologi sering kali menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sumber daya, ketidakefisienan dalam proses pengelolaan proyek, serta hambatan dalam koordinasi antar tim. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, metode Lean Project Management diterapkan guna meningkatkan efisiensi dalam pengembangan sistem automasi rumah pompa. Pendekatan Lean Project Management berfokus

pada eliminasi pemborosan, optimisasi proses kerja, serta peningkatan nilai tambah bagi pemangku kepentingan. Dengan mengadopsi metode ini, proyek dapat berjalan dengan lebih terstruktur, adaptif terhadap perubahan, serta mampu menghasilkan solusi yang lebih efektif dalam waktu yang lebih singkat.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Lean Project Management dalam proyek pengembangan sistem automasi rumah pompa dengan studi kasus pada proyek magang yang berfokus pada integrasi IoT dengan Floodviser, Weather Station, dan Water Level Monitor. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman lebih mendalam mengenai bagaimana metode Lean Project Management dapat diterapkan secara efektif dalam proyek teknologi automasi, khususnya dalam konteks pengelolaan infrastruktur air. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi pengelolaan proyek yang lebih efisien, serta menjadi referensi bagi proyek serupa di masa mendatang.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis penerapan Lean Project Management dalam pengembangan sistem automasi rumah pompa. Metode ini mencakup beberapa tahapan utama, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data perancangan sistem, implementasi, analisis perbandingan, serta evaluasi dan optimasi. Penelitian dilakukan sebagai studi kasus pada rumah pompa yang berada di Kota Surabaya, yang merupakan area rentan terhadap banjir. Penelitian ini berfokus pada analisis efisiensi pengelolaan rumah pompa sebelum dan sesudah penerapan sistem automasi berbasis Internet of Things (IoT) serta penerapan Lean

Project Management untuk meningkatkan efektivitas dalam proses pengembangannya.

Gambar 1. Flowchart Penelitian

Penelitian dimulai dengan tahap identifikasi masalah, di mana dilakukan studi literatur



mengenai pengelolaan air perkotaan dan sistem rumah pompa yang telah ada. Selain itu, dilakukan observasi langsung terhadap rumah pompa yang menjadi objek penelitian untuk mengidentifikasi kendala yang dihadapi dalam operasionalnya. Data awal dikumpulkan dengan menggunakan sensor ketinggian air, sensor cuaca dari Weather Station, serta perangkat pemantauan berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi Floodviser. Pengumpulan data dilakukan secara berkala untuk mendapatkan gambaran lengkap mengenai pola operasional rumah pompa dalam kondisi normal maupun saat terjadi peningkatan debit air akibat hujan.

Setelah tahap identifikasi masalah, penelitian berlanjut ke tahap pengumpulan data yang mana data tersebut akan digunakan untuk menganalisis perbandingan setelah tahap implementasi, selanjutnya yaitu proses perancangan sistem. Pada tahap ini, dilakukan perancangan arsitektur sistem otomasi rumah pompa yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan meliputi sensor ketinggian air, sensor cuaca, mikrokontroler ESP32, serta MQTT gateway yang berfungsi sebagai protokol komunikasi untuk menghubungkan perangkat-perangkat tersebut dengan aplikasi Floodviser. Sementara itu, perangkat lunak yang dikembangkan terdiri dari sistem pengendalian otomatis yang memungkinkan rumah pompa beroperasi secara mandiri berdasarkan parameter lingkungan yang terdeteksi oleh sensor. Perancangan sistem ini dilakukan dengan prinsip Lean Project Management, di mana setiap tahapan pengembangan dirancang untuk mengurangi pemborosan waktu, tenaga, dan sumber daya, serta memastikan bahwa setiap fitur yang dikembangkan memiliki nilai tambah yang signifikan terhadap efisiensi rumah pompa.

Tahap implementasi dilakukan setelah perancangan sistem selesai. Pada tahap ini, perangkat IoT dipasang dan diintegrasikan dengan aplikasi Floodviser sebagai pusat kendali. Sistem diuji dalam kondisi nyata untuk memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Implementasi dilakukan secara bertahap dengan pendekatan iteratif, di mana setiap kali ditemukan kendala atau inefisiensi dalam sistem, dilakukan perbaikan dan penyesuaian sebelum sistem sepenuhnya diterapkan. Selain itu, dilakukan pelatihan kepada operator rumah pompa untuk memastikan bahwa mereka dapat menggunakan dan memahami sistem automasi yang dikembangkan.

Setelah implementasi selesai, dilakukan tahap evaluasi dan optimasi untuk mengukur efektivitas sistem yang telah diterapkan. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan data operasional rumah pompa sebelum dan sesudah

implementasi sistem automasi, meliputi parameter seperti waktu respons pompa terhadap peningkatan debit air, efisiensi konsumsi energi, serta tingkat akurasi prediksi ketinggian air yang diberikan oleh sistem. Selain itu, dilakukan wawancara dengan operator rumah pompa untuk mengevaluasi aspek kemudahan penggunaan dan kepuasan terhadap sistem baru. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode kuantitatif. Analisis kuantitatif dilakukan dengan membandingkan data yang dikumpulkan dari sensor IoT dan sistem pemantauan serta hasil perbandingan dengan operator rumah pompa berdasarkan waktu responya.

Optimasi sistem dilakukan berdasarkan hasil evaluasi. Jika ditemukan area yang masih kurang efisien atau terdapat hambatan dalam operasional sistem, dilakukan perbaikan dengan pendekatan Lean Project Management, seperti eliminasi fitur yang tidak memberikan nilai tambah, penyederhanaan proses kerja, atau peningkatan akurasi sensor dan algoritma pengendalian. Proses optimasi ini dilakukan secara iteratif hingga sistem mencapai tingkat kinerja yang optimal.

Penelitian ini juga memperhatikan aspek etika penelitian, di mana seluruh proses pengumpulan data dilakukan dengan izin dari pihak yang berwenang dan data yang dikumpulkan dijaga kerahasiaannya. Seluruh hasil penelitian digunakan hanya untuk kepentingan akademik dan pengembangan teknologi guna meningkatkan efisiensi pengelolaan rumah pompa. Dengan menerapkan metode ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan air perkotaan melalui penerapan teknologi dan metode manajemen proyek yang lebih efektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah sistem automasi rumah pompa dikembangkan dan diuji coba, dilakukan analisis terhadap performa sistem berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu efisiensi operasional, pengurangan pemborosan sumber daya, dan peningkatan keandalan sistem. Pengukuran

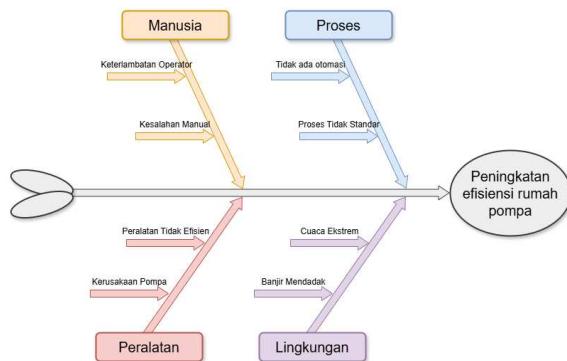
dilakukan terhadap waktu respons sistem, konsumsi energi, serta efektivitas mitigasi banjir berdasarkan level air yang terpantau. Sebelum implementasi sistem automasi, rumah pompa masih bergantung pada metode manual di mana operator harus mengawasi level air dan secara manual menghidupkan atau mematikan pompa sesuai kondisi yang terjadi. Hal ini menyebabkan respons terhadap situasi darurat menjadi lambat dan meningkatkan risiko kegagalan sistem dalam mengatasi banjir. Dengan diterapkannya sistem automasi berbasis Lean Project Management, diharapkan efisiensi sistem meningkat secara signifikan.

Tabel 1. Perbandingan Efisiensi Operasional Rumah Pompa

Parameter	Sistem Manual	Sistem Automasi	Perubahan (%)
Waktu Respons (detik)	120	5	-95.8%
Konsumsi Energi (kWh)	15	9	-40%
Frekuensi Kesalahan (%)	30	5	-83.3%
Keandalan Operasional (%)	70	95	+35.7%
Pengurangan Pemborosan (%)	0	50	+50%

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem automasi rumah pompa memiliki kinerja yang jauh lebih baik dibandingkan sistem manual. Sebelum implementasi, waktu respons rata-rata dalam menyalakan pompa mencapai 120 detik karena operator harus mengecek kondisi air secara manual sebelum mengambil tindakan. Setelah sistem automasi diterapkan, waktu respons berkurang drastis menjadi hanya 5 detik, menunjukkan peningkatan efisiensi sebesar 95,8%. Selain itu, konsumsi energi juga mengalami penurunan sebesar 40%, dari rata-rata 15 kWh menjadi 9 kWh per sesi operasional. Keandalan sistem meningkat dari 70% menjadi 95% karena kesalahan manusia dalam pengoperasian berhasil diminimalkan, sementara pemborosan sumber daya berkurang

sebesar 50% karena pompa hanya bekerja sesuai kebutuhan tanpa adanya waktu idle yang berlebihan.

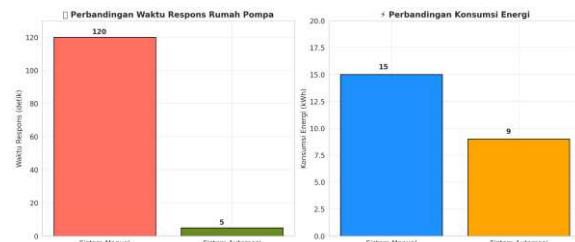


Gambar 2. Diagram Fishbone Peningkatan Efisiensi

Untuk lebih memahami penyebab inefisiensi dalam sistem manual sebelum implementasi, dilakukan analisis menggunakan diagram Ishikawa (Fishbone Diagram). Dari analisis ini ditemukan bahwa penyebab utama keterlambatan dalam pengoperasian rumah pompa berasal dari empat faktor utama, yaitu manusia, mesin, metode, dan lingkungan. Dari sisi manusia, keterlambatan operator dalam merespons serta potensi kesalahan manual menjadi kendala utama. Dari sisi mesin, peralatan yang tidak efisien serta sering mengalami kerusakan memperlambat kinerja rumah pompa. Dari sisi metode, tidak adanya sistem otomatisasi serta prosedur yang tidak terstandarisasi menyebabkan pengoperasian yang tidak efisien. Sementara itu, faktor lingkungan seperti cuaca ekstrem dan banjir mendadak semakin memperparah masalah karena sistem manual tidak mampu merespons dengan cepat terhadap perubahan kondisi lingkungan yang terjadi secara tiba-tiba.

Untuk memvisualisasikan hasil pengujian secara lebih jelas, dilakukan analisis data dalam bentuk grafik perbandingan antara sistem manual dan sistem automasi. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa setelah implementasi sistem automasi, waktu respons berkurang drastis dari 120 detik menjadi 5 detik, seperti yang terlihat pada grafik perbandingan waktu respons. Selain itu, konsumsi energi juga

mengalami penurunan dari 15 kWh menjadi 9 kWh, menunjukkan bahwa sistem yang baru lebih hemat energi dibandingkan sistem manual.



Gambar 2. Grafik perbandingan waktu respons dan konsumsi energi

Dari hasil dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa implementasi sistem automasi berbasis Lean Project Management telah memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi operasional rumah pompa. Dengan sistem ini, operator tidak lagi perlu secara manual menghidupkan atau mematikan pompa, sehingga meningkatkan kecepatan respons dalam menghadapi kondisi darurat seperti banjir. Selain itu, sistem ini juga membantu mengurangi konsumsi energi dan meningkatkan keandalan operasional. Namun, beberapa tantangan masih perlu diselesaikan, seperti ketahanan sistem terhadap kondisi lingkungan ekstrem serta pengembangan lebih lanjut untuk mengintegrasikan sistem dengan teknologi IoT yang lebih canggih. Oleh karena itu, rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah mengembangkan sistem pemantauan berbasis cloud serta menggunakan sensor yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrem agar sistem dapat lebih andal dalam berbagai situasi.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan sistem automasi berbasis Lean Project Management dapat meningkatkan efisiensi operasional rumah pompa secara signifikan. Implementasi sistem ini dapat dijadikan referensi dalam optimalisasi sistem infrastruktur publik lainnya yang memerlukan respons cepat dan efisiensi energi, seperti sistem irigasi, drainase, dan pengelolaan air limbah. Dengan semakin berkembangnya teknologi dan penerapan sistem berbasis IoT, diharapkan ke depannya rumah pompa dapat

semakin cerdas dan mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan secara otomatis,

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem automasi berbasis Lean Project Management pada rumah pompa secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional. Peningkatan ini terlihat dari berkurangnya waktu respons dalam menyalakan pompa dari 120 detik menjadi hanya 5 detik, pengurangan konsumsi energi sebesar 40%, serta peningkatan keandalan sistem dari 70% menjadi 95%. Faktor utama yang menyebabkan inefisiensi dalam sistem manual sebelum implementasi sistem automasi meliputi keterlambatan operator dalam merespons, keterbatasan mesin, prosedur operasional yang tidak standarisasi, serta faktor lingkungan seperti cuaca ekstrem. Dengan sistem automasi yang diterapkan, keempat faktor ini dapat diminimalkan, sehingga rumah pompa dapat beroperasi lebih efektif dan efisien dalam menangani banjir serta mengelola sumber daya air secara lebih optimal.

Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa penerapan teknologi berbasis IoT dan manajemen berbasis Lean Project Management dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi sistem infrastruktur publik yang bergantung pada pengoperasian mekanis. Ke depan, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambahkan sistem pemantauan berbasis cloud untuk memungkinkan pengawasan dan pengendalian jarak jauh secara real-time. Selain itu, penggunaan sensor yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem dapat meningkatkan daya tahan dan akurasi sistem dalam mendeteksi perubahan level air.

Sebagai tindak lanjut dari penelitian ini, disarankan agar pemerintah dan pengelola infrastruktur publik mengadopsi sistem automasi berbasis IoT untuk meningkatkan efektivitas operasional rumah pompa lainnya di berbagai wilayah yang rentan terhadap banjir. Pengelola rumah pompa juga disarankan untuk terus melakukan pemeliharaan berkala pada perangkat

sehingga dapat memberikan manfaat yang lebih besar bagi masyarakat.

automasi guna memastikan sistem dapat berfungsi secara optimal dalam jangka panjang. Selain itu, bagi para peneliti yang tertarik untuk mengembangkan sistem ini lebih lanjut, disarankan untuk mengeksplorasi teknologi kecerdasan buatan (AI) guna mengoptimalkan prediksi dan respons sistem terhadap perubahan kondisi lingkungan yang lebih kompleks.

Dengan hasil yang telah diperoleh, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem automasi serupa di berbagai bidang, tidak hanya dalam pengelolaan rumah pompa, tetapi juga dalam sistem drainase perkotaan, pengolahan air limbah, dan infrastruktur lainnya yang memerlukan kecepatan respons tinggi dan efisiensi operasional yang lebih baik.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini tidak akan terwujud tanpa dukungan dari berbagai pihak. Kami mengucapkan terima kasih kepada Dosen, Pembimbing Lagang atas bimbingan, saran, serta dukungan teknis dalam pelaksanaan penelitian ini. Tak lupa, terima kasih kepada seluruh tim redaksi VASTUWIDYA dan pihak yang terlibat dalam pengumpulan data, implementasi sistem, serta evaluasi hasil yang telah membantu kelancaran penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengelolaan infrastruktur publik dan mendorong pengembangan teknologi berbasis IoT untuk sistem pengelolaan air yang lebih efisien di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Ghani, Arif Prayogo, Asma Ivadati, Sumbulatun Sumbulatun, & Hadi Supratikta. (2023). Perencanaan, Perencanaan Kontingen dan Hubungannya dengan Work From Home. *Jurnal Nuansa : Publikasi Ilmu Manajemen Dan Ekonomi Syariah*, 1(4), 353–377. <https://doi.org/10.61132/nuansa.v1i4.564>
- Baru Field Sangatta, G., & Dimas Ghifari Priandoni, st. (2023). *Perancangan Waste Response Menggunakan Metode Lean Project*

- Management pada Proyek Smart Building Instalasi Infrastruktur ICT (Vol. 10, Issue 3).
- el Hakim, F. A., Prayudi, A., Hanifati, K., Fariza, A., & Rante, H. (2023). Scrum Framework Implementation for Building an Application of Monitoring and Booking E-Bus Based on QRCode. *JURNAL TEKNIK INFORMATIKA*, 16(1), 100–111. <https://doi.org/10.15408/jti.v16i1.29409>
- Fitriatus Sholeha, & Sumiati Sumiati. (2024). Penerapan Metode Lean Project Management Dalam Perencanaan Proyek Smart Shopping Scanner Di PT. ABC. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 2(1), 243–252. <https://doi.org/10.61132/jupiter.v2i1.77>
- Hermina, S., Untu, S., Dundu, A. K. T., & Mandagi, R. J. M. (2014). PENERAPAN METODE LEAN PROJECT MANAGEMENT DALAM PERENCANAAN PROYEK KONSTRUKSI (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN GEDUNG MANTOS TAHAP III). *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 320–329.
- Hidayah Nova, S., Puji Widodo, A., Warsito, B., & Pasca Sarjana, S. (n.d.). Analisis Metode Agile pada Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: Systematic Literature Review Analysis of Agile Method on Website-Based Information System Development: Systematic Literature Review. In *Februari* (Vol. 21, Issue 1). <https://scholar.google.com>
- Ketut Utami Nilawati, N., Gde Eka Dharsika, I., & Laksmi Maswari, K. (2024). *PENERAPAN MANAJEMEN PROYEK PADA PEKERJAAN SOFTSCAPE HOTEL*. 7(1).
- Made Juniastra, I. (2025). *MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI PENATAAN SENTRA KULINER DAN TOILET UMUM DI TAMAN KOTA DENPASAR*. 8(1).
- Navi Muda Priyatna. (2024). Transformasi Digital: Efisiensi dan Inovasi dalam Manajemen Operasional. *Economic Reviews Journal*, 3(3). <https://doi.org/10.56709/mrj.v3i3.525>
- Perdana, S. (2023). Penerapan Lean Project Management Pada Proyek Penggantian Pipa Minyak Wilayah Rokan. *Jurnal Nusantara Of Engineering*, 06(02), 109. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/noe>