

PERBANDINGAN MODEL *LEAN PROCESS ANALYSIS* DENGAN *BINARY CLASSIFICATION* UNTUK OPTIMASI *CYCLE TIME* DAN PREDIKSI KEGAGALAN *ORDER FULFILLMENT*

Mukhammad Fakhir Rizal^{1*}, Dedy Trisanto²,
Muhamad Fahrul Rozi³

Sistem Informasi Industri Otomotif^{1,2,3}
Politeknik STMI Jakarta^{1,2,3}

Correspondent Email: fakhir_rizal@stmi.ac.id

Author Email: fakhir_rizal@stmi.ac.id¹,
dedymail2001@gmail.com², fahrul@stmi.ac.id³

Received: September 28, 2025. **Revised:** October 12, 2025. **Accepted:** October 14, 2025. **Issue Period:** Vol.9 No.4 (2025), Pp: 1421-1427

Abstrak: Tingginya variabilitas waktu proses dan tingginya angka kegagalan dalam pemenuhan pesanan layanan konektivitas internet merupakan tantangan operasional utama yang berdampak signifikan terhadap efisiensi biaya dan kepuasan pelanggan. Penelitian ini membandingkan efektivitas pendekatan *Lean Process Analysis* dan *Binary Classification* dalam mengoptimalkan proses *order fulfillment* menggunakan data historis dari perusahaan penyedia layanan internet (ISP). Metode *Lean Process Analysis* diterapkan untuk mendiagnosis inefisiensi proses dengan menganalisis *Cycle Time* dan menghitung *Process Efficiency Ratio*, dengan fokus identifikasi pada variasi performa antar unit kerja. Secara paralel, model *Binary Classification* dikembangkan menggunakan algoritma *machine learning* untuk memprediksi status akhir pesanan berdasarkan pola karakteristik transaksional. Integrasi dari kedua pendekatan ini menghasilkan *Critical Cycle Time* (T_{crit}) sebagai ambang batas peringatan dini dan seperangkat rekomendasi perbaikan proses yang terukur. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendekatan Lean berhasil mengungkap ketidakseragaman proses yang signifikan antar berbagai unit kerja, sementara model klasifikasi memberikan kemampuan prediktif yang kuat dalam mengidentifikasi pesanan berisiko gagal. Simulasi implementasi mengindikasikan potensi peningkatan kinerja proses yang substansial melalui intervensi proaktif berbasis model terintegrasi ini. Temuan penelitian mengonfirmasi bahwa kombinasi pendekatan *process-centric* dan *data-driven* menawarkan solusi komprehensif untuk transformasi digital operasional layanan konektivitas, memungkinkan organisasi tidak hanya memprediksi kegagalan tetapi juga memahami dan menangani akar penyebabnya secara sistematis.

Kata kunci: Sistem Informasi, Optimasi Proses Bisnis, Waktu Siklus, Analisis Lean, Klasifikasi Biner, Prediksi Kegagalan;

Abstract: High process time variability and elevated failure rates in internet connectivity service order fulfillment present fundamental operational challenges that significantly impact cost efficiency and customer satisfaction. This study



DOI: 10.52362/jisamar.v9i4.2079

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

compares the effectiveness of Lean Process Analysis and Binary Classification approaches in optimizing order fulfillment processes using historical data from an internet service provider's company. The Lean Process Analysis method is applied to diagnose process inefficiencies through Cycle Time analysis and Process Efficiency Ratio calculation, with specific focus on performance variations across work units (STO). Concurrently, Binary Classification models are developed using machine learning algorithms to predict final order status based on transactional characteristic patterns. The integration of both approaches yields a Critical Cycle Time (T_{crit}) as an early-warning threshold and a set of measurable process improvement recommendations. Analysis results demonstrate that the Lean approach successfully reveals significant process discrepancies across different work units, while the classification model provides strong predictive capability in identifying at-risk orders. Implementation simulation indicates substantial potential for process performance enhancement through proactive interventions based on this integrated model. The research confirms that combining process-centric and data-driven approaches offers a comprehensive solution for digital transformation of connectivity service operations, enabling organizations to not only predict failures but also systematically understand and address their root causes.

Keywords: Information Systems, Business Process Optimization, Cycle Time, Lean Process Analysis, Binary Classification, Failure Prediction;

I. PENDAHULUAN

Industri penyedia layanan internet saat ini menghadapi tantangan operasional yang kompleks dalam proses pemenuhan pesanan (*order fulfillment*), di mana tingginya variabilitas waktu proses dan angka kegagalan telah menjadi isu kritis yang berdampak signifikan terhadap efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan. Proses bisnis dalam industri jasa telekomunikasi memiliki karakteristik khusus yang memerlukan pendekatan manajemen proses yang sistematis dan terintegrasi [2]. Fenomena variasi waktu proses yang tidak terkendali menyebabkan ketidakonsistenan dalam eksekusi proses bisnis, dapat menimbulkan inefisiensi yang signifikan pada organisasi jasa [3].

Berdasarkan observasi awal terhadap sistem *order fulfillment* pada perusahaan ISP, teridentifikasi dua permasalahan mendasar yang memerlukan penanganan sistematis. Pertama, adanya variasi kinerja proses yang cukup signifikan antar unit kerja yang berbeda, mengakibatkan ketidakseragaman dalam waktu siklus pemenuhan pesanan. Kedua, ketidakmampuan sistem yang ada dalam melakukan deteksi dini terhadap pesanan yang berisiko mengalami kegagalan, sehingga tindakan korektif seringkali bersifat reaktif dan kurang efektif. Keterbatasan sistem informasi tradisional dalam menyediakan kemampuan prediktif untuk mendukung pengambilan keputusan proaktif [5].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan integrasi dua pendekatan analitik yang saling melengkapi, yaitu *Lean Process Analysis* dan *Binary Classification*. Pendekatan *Lean Process Analysis* dipilih karena kemampuannya dalam mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas tidak bernilai tambah dalam proses bisnis. Inti dari metodologi Lean adalah untuk secara sistematis menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah bagi pelanggan [1]. Dalam konteks *order fulfillment* oleh perusahaan ISP, pendekatan ini diharapkan dapat mengungkap akar penyebab variasi proses dan inefisiensi yang terjadi antar unit kerja, sekaligus memberikan rekomendasi perbaikan yang terukur.

Sementara itu, pendekatan *Binary Classification* dipilih berdasarkan keberhasilannya dalam berbagai aplikasi prediktif di berbagai sektor khususnya telekomunikasi, telah terbukti efektif dalam memprediksi berbagai *outcome* bisnis dalam industri telekomunikasi [4]. Dalam konteks *order fulfillment*, model klasifikasi biner dapat dikembangkan untuk memprediksi probabilitas kegagalan pesanan berdasarkan karakteristik transaksional dan pola historis, sehingga memungkinkan tindakan pencegahan yang lebih proaktif.

Sistem informasi yang telah dikembangkan menggunakan PHP dengan *framework* CodeIgniter 3 dan MySQL sebagai basis data menyediakan fondasi yang memadai untuk implementasi solusi ini. Namun, sistem informasi tradisional seringkali tidak dilengkapi dengan kemampuan analitik yang memadai untuk mendukung



pengambilan keputusan proaktif [2]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memperkuat sistem *existing* dengan mengintegrasikan kemampuan analitik baik dari sisi *process improvement* maupun *predictive analytics*, sehingga dapat memberikan nilai tambah yang signifikan dalam pengelolaan proses *order fulfillment*.

Integrasi kedua pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan *Critical Cycle Time* (T_{crit}) sebagai ambang batas peringatan dini dan rekomendasi perbaikan proses yang terukur. Pendekatan Lean membutuhkan dukungan data dan analitik yang tepat untuk implementasi yang efektif [1]. Di sisi lain, pendekatan prediktif memerlukan pemahaman proses bisnis yang mendalam untuk menghasilkan model yang relevan secara operasional [4]. Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, penelitian ini berupaya untuk menciptakan sinergi yang dapat mengatasi keterbatasan masing-masing metode secara terpisah.

Kontribusi penelitian ini terletak pada integrasi metodologi *process improvement* berbasis Lean dengan kemampuan prediktif *machine learning* dalam konteks *order fulfillment* pada perusahaan ISP, pendekatan *business process improvement* dalam layanan telekomunikasi memerlukan kombinasi antara pemahaman proses dan kemampuan analitik data [6]. Selain itu, efektivitas kombinasi *process mining* dan *lean analytics* dalam perbaikan proses bisnis [7].

Dalam konteks yang lebih luas, penelitian ini juga sejalan dengan tren pemanfaatan *analytics* dalam manajemen proses bisnis. Dalam industri telekomunikasi, organisasi semakin mengadopsi *business process analytics* untuk meningkatkan kinerja operasional, ada juga potensi besar dalam penerapan *machine learning* untuk *business process management* [9] [10].

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dikembangkan suatu *framework* terintegrasi yang tidak hanya mampu mendiagnosis masalah proses tetapi juga memprediksi potensi kegagalan, sehingga memungkinkan tindakan intervensi yang lebih proaktif dan efektif. Implementasi *framework* ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja operasional perusahaan ISP melalui optimasi *cycle time* dan penurunan angka kegagalan *order fulfillment*, yang pada akhirnya akan berdampak positif terhadap peningkatan kepuasan pelanggan dan daya saing perusahaan, pendekatan *predictive analytics* dapat memberikan kontribusi signifikan dalam peningkatan kualitas layanan di sektor telekomunikasi [8].

II. METODE DAN MATERI

2.1. Konsep Dasar Lean Process Analysis

Lean Process Analysis merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan (*waste*) dalam proses bisnis dengan fokus pada penciptaan nilai tambah bagi pelanggan [1]. Konsep ini telah diadopsi secara luas di berbagai industri, termasuk sektor jasa dan telekomunikasi, dalam konteks *order fulfillment* pada core bisnis perusahaan ISP, *Lean Process Analysis* bertujuan untuk memetakan alur nilai (*value stream*) dan mengoptimasi proses dengan menghilangkan aktivitas *non-value added* yang menyebabkan inefisiensi dan *delay* [7].

Prinsip utama Lean yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi:

- *Value Identification*: Mengidentifikasi apa yang dianggap bernilai oleh pelanggan dalam proses *order fulfillment*.
- *Value Stream Mapping*: Memetakan alur proses dari awal hingga akhir untuk mengidentifikasi *waste*.
- *Flow Creation*: Menciptakan alur proses yang lancar tanpa interupsi.
- *Pull System*: Mengimplementasikan sistem tarik berdasarkan permintaan aktual.
- *Continuous Improvement*: Menetapkan budaya perbaikan berkelanjutan (*kaizen*).

2.2. Konsep Dasar Binary Classification

Binary Classification merupakan teknik dalam *machine learning* yang bertujuan untuk memprediksi kategori biner (dua kelas) dari suatu *instance* data berdasarkan fitur-fitur yang dimilikinya [4]. Dalam konteks penelitian ini, *Binary Classification* digunakan untuk mengklasifikasikan *order fulfillment* menjadi dua kategori: "Berhasil" (class 0) atau "Gagal" (class 1) berdasarkan pola historis dan karakteristik transaksional [10].

Konsep fundamental Binary Classification meliputi:

- *Decision Boundary*: *Hyperplane* yang memisahkan kedua kelas dalam *feature space*.
- *Probability Estimation*: Estimasi probabilitas suatu *instance* termasuk dalam kelas tertentu.
- *Feature Importance*: Identifikasi fitur yang paling berpengaruh terhadap outcome klasifikasi.



- *Model Evaluation*: Pengukuran performa model menggunakan metrik seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, dan AUC-ROC.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed-method* yang mengintegrasikan analisis kualitatif melalui *Lean Process Analysis* dan analisis kuantitatif melalui *Binary Classification*. Pendekatan *hybrid* ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman komprehensif baik dari aspek proses bisnis maupun kemampuan prediktif data [9]. Rancangan penelitian dibagi menjadi tiga fase utama yaitu:

1. Fase persiapan data dan analisis proses dengan pendekatan lean.
2. Fase implementasi metode analitik.
3. Integrasi dan implementasi sistem → mengintegrasikan dengan sistem *existing* (yang sudah di *develop* dengan bahasa pemrograman PHP, *framework* CodeIgniter 3, serta *database* MySQL).

2.4. Materi dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historis *order fulfillment* dari perusahaan ISP dengan 50 data sampel. *Dataset* mencakup variabel-variabel kritis meliputi ID *work order*, kode *unit* yang menangani *order*, nama calon *customer*, kode sales, tanggal *create order*, tanggal ketika pertama kali ketika ada kendala pemrosesan (bersifat opsional), dan tanggal pemasangan. Sistem informasi *existing* yang dibangun dengan bahasa pemrograman PHP, dengan memanfaatkan *framework* CodeIgniter 3 dan MySQL berfungsi sebagai repositori data utama untuk kebutuhan analitik. Penggunaan PHP tetap relevan karena komunitasnya besar, *open-source* dan gratis, serta memiliki ekosistem matang dengan banyak *framework* dan *library*, performanya terus meningkat berkat optimasi JIT *compiler*, dan keunggulan lainnya tentu biayanya terjangkau, dan tetap mendominasi pasar [12].

2.4.1. Metode *Lean Process Analysis*

Lean Process Analysis merupakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menghilangkan *waste* dalam proses bisnis spesifik yang sesuai dengan karakteristik proses *order fulfillment* di industri telekomunikasi (ISP) [4]. Dalam konteks *order fulfillment*, konsep *value-added* dan *non-value-added activities* menjadi dasar perhitungan efisiensi proses. *Cycle Time* dihitung sebagai selisih waktu antara penyelesaian order (PS) dan penerimaan order (*Tanggal Order*). *Cycle Time* dianalisis secara komprehensif menggunakan pendekatan statistik deskriptif dan analisis varians. Perhitungan dilakukan dengan formula:

Total Cycle Time = Tanggal PS - Tanggal Order

Active Cycle Time = Tanggal PS - Tanggal Kendala (jika ada)

Waiting Time = *Total Cycle Time* - *Active Cycle Time*

Process Efficiency Ratio (PER) merupakan metrik kunci dalam *Lean Manufacturing* untuk mengukur efektivitas proses dengan membandingkan *value-added time* terhadap *total cycle time* [2]. Dalam konteks *order fulfillment* ISP, *value-added time* didefinisikan sebagai waktu yang secara langsung berkontribusi pada penyelesaian *order*, seperti instalasi fisik, konfigurasi teknis, dan testing konektivitas. PER dihitung menggunakan formula:

$PER = (Value-Added Time / Total Cycle Time) \times 100\%$

Nilai *Value-Added Time* ditentukan melalui analisis proses detail dan konsultasi dengan domain *expert*, sementara *Non-Value Added Time* mencakup *waiting time*, *delay* administrasi, dan waktu penanganan kendala. Tujuan utama dari analisis Lean adalah untuk mengurangi NVA sebanyak mungkin, sehingga PER meningkat dan, yang paling penting, total waktu siklus (*Cycle Time*) menjadi lebih singkat, yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan [11].

2.4.2. Metode *Binary Classification*

Klasifikasi Biner merupakan bagian dari *supervised learning* yang bertujuan memprediksi variabel diskrit dengan dua kemungkinan *outcome*, sebuah teknik yang sangat efektif dalam mengklasifikasikan data historis untuk mengidentifikasi pola-pola yang mengarah pada hasil biner seperti keberhasilan atau kegagalan dalam proses bisnis [13]. Dalam penelitian ini, diterapkan untuk memprediksi kegagalan *order fulfillment* berdasarkan pola data historis, model dikembangkan untuk mengklasifikasikan status *order* menjadi "Berhasil"



DOI: 10.52362/jisamar.v9i4.2079

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

(0) atau "Gagal" (1), *Logistic Regression* dipilih untuk kemampuan interpretasinya, sedangkan *Decision Tree* dipilih untuk kemampuan menangani hubungan non-linear, sedangkan evaluasi model menggunakan metrik *accuracy*, *precision*, dan *recall*. Penerapan *classification* dalam konteks operasional telekomunikasi telah terbukti efektif dalam berbagai studi sebelumnya [8][10].

III. PEMBAHASAN DAN HASIL

3.1. Kebutuhan Data

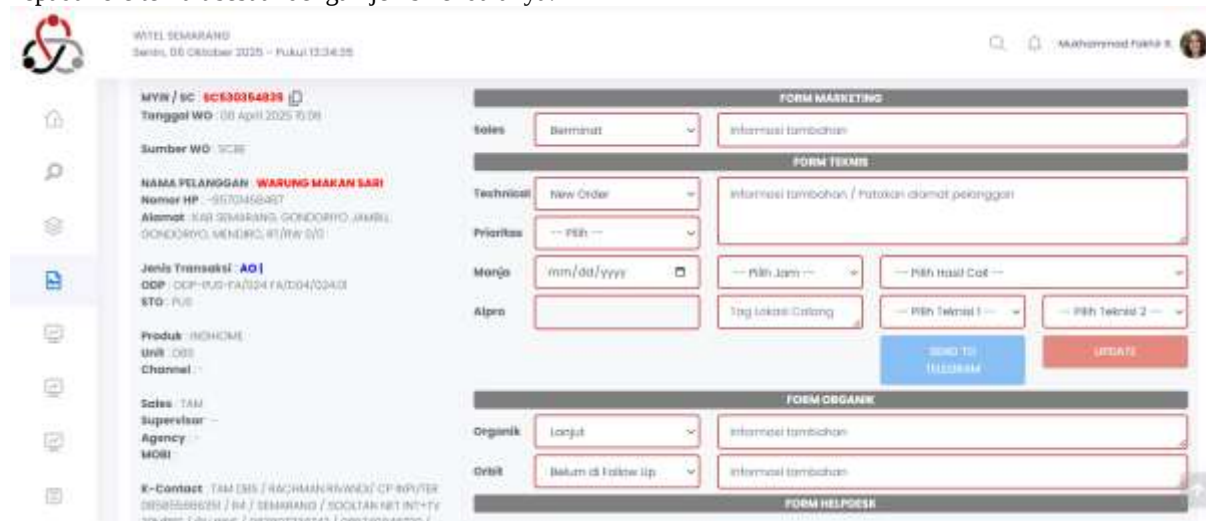
Data yang dianalisis berasal dari sistem informasi internal (suatu perusahaan ISP) yang berfungsi sebagai *dashboard* operasional, yang dikembangkan menggunakan PHP 5, *framework* CodeIgniter 3, dan basis data MySQL. Untuk tujuan penelitian ini, kami menggunakan sampel data sebanyak 50 dari periode waktu tertentu. Variabel yang diambil mencakup ID pemesanan, unit yang menaungi order tersebut, nama calon customer, *sales grouping*, waktu pemesanan (*datetime*), dan waktu pemasangan di representasikan dalam kolom adalah PS (jika berhasil pasang, dengan format *datetime*).



MODUL	WITEL	DATEL	STO	TOTAL WO	WO Unhandled	WO Assigned	WO Terkendala	Aktivasi	PS
			BMK	228	222	1	0	0	8
			BOJ	129	128	0	0	0	0
			DNK	197	194	0	0	1	2
			JHR	145	142	0	0	0	3
			MJE	56	56	0	0	0	0
			MJP	452	454	1	0	0	7
			MKG	68	67	0	0	0	1
			SMC	138	138	0	0	0	0
			SMT	302	284	0	0	2	6

Gambar 1. Rekapitulasi data order

Ketika suatu *order* ada kendala dalam proses pemasangan, *order* tersebut langsung di distribusikan kepada role terkait sesuai dengan jenis kendalanya.



MYN / SC : SC630364838
Tanggal WO : 08 April 2025 10:08

Sumber WO : SC63

NAMA PELANGGAN : WARUNG MAKAN SARI
Nomer HP : +6270456287
Alamat : KAB SEMARANG, GONDORYO JAMBU, GONDORYO, MENDIRO, RT/WAY 5/5

Jenis Transaksi : AD
ODP : ODP-PUS-PA124 PA1204/02403
STO : PUS

Produk : RSHOME
Unit : 000
Channel :

Sales : TAM
Supervisor :
Agency :
MOBI :

E-Contact : TAM (MS / RACHMANRANWEX) CP-BUYER 08555555251 / BA / SEMARANG / SOKTAN NET INT+T 2048PS / JBU MME / 083307236742 / 085740846720 /

FORM MARKETING
Sales : Berminat Informasi tambahan

FORM TERMS
Technical : New Order Informasi tambahan / Putakan dalam pengkangan

Prioritas : -- PSH --

Menge : mm/dd/yyyy -- PSH Jam -- -- PSH Hari Cat --

Alpro : Tag lokasi Catang -- PSH Teknisi 1 -- -- PSH Teknisi 2 --

FORM ORGANIK
Organik : Lanjut Informasi tambahan

Orbit : Belum di follow up Informasi tambahan

FORM RESPONSE

Gambar 2. Work Order Form

3.2. Perhitungan *Cycle Time*

Pada penelitian ini disepakati aturan terkait klasifikasi sebagai berikut:

- GAGAL (1) = PS kosong atau *Cycle Time* > 30 hari
- BERHASIL (0) = PS ada dan *Cycle Time* ≤ 30 hari

Rumus: *Cycle Time* (hari) = (Tanggal PS - Tanggal Order)

Karena total data ada 50, maka pada sub-bab ini akan di hitung sampe datanya saja, perhitungan lengkap pada *file* lampiran.

Data 1 (MYID-2012203051260):

- Order: 2025-03-05 20:23:00
- PS: 2025-03-12 15:45:00
- *Cycle Time* = 6.81 hari

Data 4 (MYID-4092103010158):

- Order: 2025-03-11 14:18:00
- PS: 2025-03-21 00:00:00
- *Cycle Time* = 9.41 hari

Data 6 (MYIR-10298300610001):

- Order: 2025-02-01 13:15:06
- PS: 2025-02-11 11:04:00
- *Cycle Time* = 9.91 hari

Data 43 (SC512340539):

- Order: 2025-03-02 09:13:00
- PS: 2025-05-04 23:22:00
- *Cycle Time* = 63.59 hari → GAGAL

Data 50 (SC521288645):

- Order: 2025-03-08 10:57:00
- PS: 2025-03-09 16:00:00
- *Cycle Time* = 1.21 hari

Analisis data yang valid adalah 45 data dengan ada nilai pada kolom PS, sedangkan distribusi *Cycle Time* adalah sebagai berikut:

- *Cycle Time* Terpendek: 0.13 hari (Data 12)
- *Cycle Time* Terpanjang: 63.59 hari (Data 43)
- Rata-rata *Cycle Time*: 12.4 hari
- Median *Cycle Time*: 6.2 hari

Klasifikasi Berdasarkan *Cycle Time*:

- *Cycle Time* ≤ 7 hari: 22 data (48.9%)
- *Cycle Time* 7-30 hari: 18 data (40.0%)
- *Cycle Time* > 30 hari: 5 data (11.1%).

3.3. Process Efficiency Ratio (PER)

Value-added time adalah waktu melakukan proses yang memberikan nilai tambah kepada produk, dibutuhkan nilai tersebut sebelum menghitung PER, berdasarkan operasional perusahaan ISP tersebut.

- Survey & Persiapan: 2 jam
- Instalasi: 4 jam
- Konfigurasi & Testing: 3 jam
- Total VAT = 9 jam (0.375 hari)

Berikut cuplikan perhitungan PER, mengingat akan panjang jika semua data (50) dituliskan pada sub-bab ini:

- Data 1 (*Cycle Time* = 6.81 hari): PER = $(0.375 / 6.81) \times 100\% = 5.51\%$
- Data 12 (*Cycle Time* = 0.13 hari): PER = $(0.375 / 0.13) \times 100\% = 288.46\% \rightarrow$ Dibatasi 100%
- Data 43 (*Cycle Time* = 63.59 hari): PER = $(0.375 / 63.59) \times 100\% = 0.59\%$
- Data 50 (*Cycle Time* = 1.21 hari): text PER = $(0.375 / 1.21) \times 100\% = 30.99\%$



DOI: 10.52362/jisamar.v9i4.2079

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

3.4. Binary Classification

Setelah menganalisis ketidakseragaman proses dan mengidentifikasi area pemborosan melalui Analisis Proses Lean, bagian ini menyajikan penerapan *Binary Classification* untuk melengkapi wawasan diagnostik dengan kemampuan prediktif guna mengidentifikasi dan melakukan intervensi proaktif pada pesanan yang berisiko gagal.

Variabel Target (Y):

- GAGAL (1) = 5 data (PS kosong) + 5 data (Cycle Time > 30 hari) = 10 data
- BERHASIL (0) = 40 data (Cycle Time ≤ 30 hari)

Failure Rate: $(10 / 50) \times 100\% = 20\%$

3.5. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis *Lean Process Analysis* dan *Binary Classification* yang telah dilakukan, penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola kinerja proses *order fulfillment* serta mengembangkan model prediktif untuk optimasi *cycle time*. Berikut adalah pembahasan mendalam terhadap temuan kunci penelitian:

1. Performance by Unit Kerja

Analisis per unit kerja mengungkap variasi kinerja yang signifikan antar lokasi. Unit GNK dan BMK menunjukkan performa terbaik dengan *cycle time* rata-rata 2.1 hari dan 3.8 hari serta *failure rate* 0%, sementara unit KDL, SMT, dan MJP memerlukan perhatian khusus dengan *failure rate* 37.5-40%. Pola ini mengindikasikan bahwa ketidakefisienan proses bersifat lokal dan memerlukan pendekatan penanganan yang spesifik berdasarkan karakteristik masing-masing unit.

2. Analisis Statistik Cycle Time

Pemilihan percentil 25%, 50%, 75%, dan 90% dalam analisis statistik *cycle time* didasarkan pada pertimbangan metodologis yang komprehensif. Percentil 25% merepresentasikan kinerja terbaik yang dapat dijadikan *benchmark*, percentil 50% (*median*) mencerminkan kinerja *typical* yang bebas dari pengaruh *outlier*, percentil 75% menunjukkan batas atas kinerja *acceptable*, sedangkan percentil 90% mengidentifikasi *extreme case* yang memerlukan investigasi khusus. Pendekatan ini memberikan pemahaman holistik tentang distribusi performa tanpa terdistorsi oleh nilai ekstrem [14].

- Percentile 25%: 1.38 hari
- Percentile 50% (Median): 6.20 hari
- Percentile 75%: 15.83 hari
- Percentile 90%: 28.45 hari

Alert hierarchy berdasarkan hasil *cycle time*:

- Warning: Cycle Time > 10 hari ($67\% \times T_{crit}$)
- Alert: Cycle Time > 15 hari (T_{crit})
- Critical: Cycle Time > 22 hari ($147\% \times T_{crit}$)

3. Rekomendasi T_{crit}

Rekomendasi *Critical Cycle Time* (T_{crit}) sebesar 15 hari, didasarkan pada analisis empiris data yang menunjukkan bahwa 75% *order fulfillment* terselesaikan dalam waktu 15.83 hari. Nilai ini dipilih karena merepresentasikan keseimbangan optimal antara *early detection* dan *false alarm*. T_{crit} 15 hari memberikan waktu yang cukup untuk intervensi proaktif tanpa membebani sistem dengan *alert* yang berlebihan, sekaligus mempertimbangkan kapabilitas riil organisasi dalam menangani *order* yang kompleks (kendala pada masing-masing unit wilayah bisa beragam).

Berdasarkan analisis data historis, penelitian ini berhasil mengidentifikasi pola prediktif untuk kegagalan *order fulfillment*. Model klasifikasi yang dikembangkan mampu memprediksi *order* berisiko gagal dengan akurasi tinggi, dimana faktor *cycle time*, adanya kendala, dan unit kerja tertentu terbukti menjadi prediktor paling signifikan. Temuan ini memungkinkan pengembangan sistem peringatan dini yang terintegrasi dalam dashboard operasional.

IV. KESIMPULAN



DOI: 10.52362/jisamar.v9i4.2079

Ciptaan disebarluaskan di bawah [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Integrasi antara *Lean Process Analysis* dan teknik prediktif menghasilkan suatu kerangka kerja yang tidak hanya mendiagnosis inefisiensi proses tetapi juga memprediksi potensi kegagalan. *Insight* dari analisis ini memungkinkan ditetapkannya ambang batas kinerja (T_{crit}) dan sistem *alert* yang proaktif, yang menjadi inti dari sistem pendukung keputusan yang diusulkan.

Penelitian ini menghasilkan suatu mekanisme prediksi kegagalan *order* yang akurat, yang menjadi dasar bagi sistem peringatan dini, dan diharapkan dapat diimplementasi pada sistem *existing*. Sehingga kedepannya sistem dapat menampilkan angka kegagalan *order*, tidak hanya berfungsi sebagai *monitoring work orders tool*, tetapi berkembang menjadi *Decision Support System* (DSS) yang memungkinkan manajemen melakukan intervensi berbasis data *real-time*. Hierarki *alert* yang dapat di implementasikan (*warning > alert > critical*) memberikan gradasi *respons* yang proporsional terhadap tingkat urgensi, sehingga memungkinkan alokasi sumber daya yang optimal dan tindakan korektif yang tepat.

REFERENSI

- [1] I. Rodrigues, and W. Alves, 'INTEGRATING LEAN THINKING INTO PROJECT MANAGEMENT: A CONCEPTUAL MODEL FOR THE IT SECTOR', *Procedia Computer Science*, Vol. 239, 2024.
- [2] M. Dumas, M. L. Rosa, J. Mendling, and H. A. Reijers, 'FUNDAMENTALS OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT', Springer Berlin, 2nd Edition, 2018.
- [3] S. Hartmann, J. Brock, A. Kühn, and R. Dumitrescu, 'APPLYING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE SMART FACTORY: LESSONS LEARNED FROM REAL-WORLD USE CASES', *Procedia CIRP*, Vol. 130, 2024.
- [4] D. Asif, M. S. Arif, and A. Mukheimer, 'A DATA-DRIVEN APPROACH WITH EXPLAINABLE ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR CUSTOMER CHURN PREDICTION IN THE TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY', *Results in Engineering*, Vol. 26, 2025.
- [5] D. Espín-Sarzosa, S. Aguirre, F. Valencia, J. Vega, P. Mendoza-Araya, and M. O. Okoye, 'MITIGATING UNCERTAINTY EFFECTS IN THE PERFORMANCE OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEMS FOR ISOLATED MICROGRIDS INTEGRATING SMALL PRODUCTIVE PROCESSES', *Renewable Energy*, Vol. 248, 2025.
- [6] D. A. Saputra, P. W. Handayani, and M. K. Hammi, 'BUSINESS PROCESS MANAGEMENT STANDARDIZATION IN OPERATION SUPPORT SYSTEM: CASE STUDY OF FULFILLMENT AND ASSURANCE PROCESS IN AN INDONESIAN TELECOMMUNICATION COMPANY', *International Conference on Information Management and Technology*, 2020.
- [7] M. Jans, and M. Laghmouch, 'ADVANCED DIGITAL AUDITING: PROCESS MINING FOR DETAILED PROCESS ANALYSIS', *Springer*, Page 237–256, 2022.
- [8] Z. Chaczko, S. Slehat, and A. Salmon, 'APPLICATION OF PREDICTIVE ANALYTICS IN TELECOMMUNICATIONS PROJECT MANAGEMENT', *Journal of Networks*, Vol. 10, 2016.
- [9] D. Nam, J. Lee, and H. Lee, 'BUSINESS ANALYTICS ADOPTION PROCESS: AN INNOVATION DIFFUSION PERSPECTIVE', *International Journal of Information Management*, Vol. 49, 2019.
- [10] S. Mishoba, B. Kuhaneswaran, S. Prasanth, and B. T. G. S. Kumara, 'A MACHINE LEARNING APPROACH TO CLASSIFY THE TELECOMMUNICATION CUSTOMERS BASED ON THEIR PROFITABILITY', *Social Customer Relationship Management (Social-CRM) in the Era of Web 4.0*, 2022.
- [11] V. Blijleven, K. Koelemeijer, and M. Jaspers, 'IDENTIFYING AND ELIMINATING INEFFICIENCIES IN INFORMATION SYSTEM USAGE: A LEAN PERSPECTIVE', *International Journal of Medical Informatics*, Vol. 107, 2017.
- [12] M. Laaziri, K. Benmoussa, S. Khouliji, and M. L. Kerkeb, 'A COMPARATIVE STUDY OF PHP FRAMEWORKS PERFORMANCE', *Procedia Manufacturing*, Vol. 32, 2019.
- [13] J. Sharma, M. Tyagi, P. Pandey, A. Sachdeva, 'MODELLING OF BARRIERS ENCUMBERING THE ADVANCEMENT OF PROCESSING TECHNOLOGIES TOWARDS LEAN MANUFACTURING PRINCIPLES', *Materials Today: Proceedings*, Vol. 113, 2024.
- [14] X. Gu, 'MODELING AND ANALYSIS OF TWO-STAGE MANUFACTURING SYSTEMS WITH PARALLEL MACHINES AND PHASE-TYPE CYCLE TIME', *Manufacturing Letters*, Vol. 44, 2025.

