



Data-Driven Business Process Improvement untuk Mendukung Optimasi Proses Bisnis pada UMKM Menggunakan Process Mining

Novia Andini*, Haerul

Fakultas Teknologi Kreatif, Program Studi Sistem Informasi, SATU University, Bandung, Indonesia

Email: ¹*novia.andini@univ.satu.ac.id, ²haerul@univ.satu.ac.id

Email Penulis Korespondensi: novia.andini@univ.satu.ac.id

Abstrak—Di era digital ini teknologi menjadi suatu kebutuhan penting bagi Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) dalam membantu persaingan bisnis. Namun, keterbatasan sistem informasi sering kali menyebabkan data hanya tersimpan dalam format spreadsheet yang tidak terstandarisasi sehingga data masih bersifat kotor dan tidak siap pakai untuk analisis proses. Hal ini juga menjadi tantangan teknis dalam mentransformasi data mentah tersebut menjadi event log yang valid terutama dalam sinkronisasi format timestamp, pemetaan Case ID yang sesuai dengan catatan manual serta penyesuaian alur aktivitas. Beberapa UMKM masih belum menggunakan standarisasi ini dan hanya menggunakan pendekatan konvensional dalam melakukan Business Process Improvement (BPI), seperti pengambilan keputusan diambil dari hasil wawancara atau observasi yang bersifat subjektif dan kurang akurat. Maka penelitian ini bertujuan mengembangkan proses BPI menggunakan data-driven dengan proses mining di dalamnya untuk membantu optimasi proses bisnis UMKM. Metode pada penelitian ini meliputi pengumpulan data kegiatan proses bisnis UMKM berupa event log digital menggunakan spreadsheet, menganalisis data dan proses bisnis menggunakan teknik mining, mengidentifikasi aktivitas dalam proses bisnis yang menghambat dan tidak efisien (bottleneck), serta merancang perbaikan proses bisnis. Data yang digunakan yaitu data aktivitas operasional UMKM Jamu di wilayah Cimahi yang sudah terdigitalisasi secara sederhana menggunakan spreadsheet. Kebaruan pada penelitian ini terletak pada proses mining untuk BPI berbasis data dengan menggunakan event log spreadsheet UMKM. Hasil dari penelitian ini mendapatkan 6.225 events dari 1.027 cases dan menunjukkan adanya dua varian proses: varian normal (93,87%) dengan durasi rata-rata 5 jam 6 menit dan varian dengan rework (6,13%) dengan durasi rata-rata 6 jam 41 menit. Analisis performa menemukan bottleneck pada jeda Produksi ke Pengemasan (1 jam 55 menit) dan Pengiriman ke Pesanan Selesai (1 jam 53 menit). Proses baru diusulkan untuk mengeliminasi Produksi Ulang yang mampu menurunkan rata-rata durasi keseluruhan 4 jam 42 menit. Kontribusi pada penelitian ini adalah menghasilkan pendekatan data-driven BPI berbasis process mining yang dapat diterapkan pada UMKM dengan keterbatasan sistem informasi melalui pemanfaatan event log berbasis spreadsheet. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi variasi proses dan bottleneck berdasarkan data operasional aktual dan menjadi dasar penyusunan proses bisnis usulan yang lebih terukur. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan tersebut dapat digunakan untuk mendukung optimasi proses bisnis UMKM tanpa bergantung pada sistem informasi yang kompleks.

Kata Kunci: Business Process Improvement (BPI); Proses Mining; Event Log; Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM); Bottleneck

Abstract—In this digital era, technology has become an essential requirement for Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) to support business competitiveness. However, limitations in information systems often result in data being stored in non-standardized spreadsheet formats, causing the data to remain "dirty" and unprepared for process analysis. This poses a significant technical challenge in transforming raw data into valid event logs, particularly regarding timestamp synchronization, accurate Case ID mapping from manual records, and process flow adjustments. Many MSMEs still lack such standardization and rely on conventional approaches to Business Process Improvement (BPI), where decision-making is based on subjective and less accurate interviews or observations. Therefore, this study aims to develop a data-driven BPI approach by incorporating process mining to assist in the optimization of MSME business processes. The methodology of this research includes collecting MSME business process activity data in the form of digital event logs using spreadsheets, analyzing data and processes through mining techniques, identifying bottlenecks and inefficiencies, and designing business process improvements. The data used consists of operational activity records from a traditional herbal medicine (Jamu) MSME in Cimahi, which has been simply digitized using spreadsheets. The novelty of this research lies in the application of data-driven process mining for BPI using MSME spreadsheet event logs. The results of this study, processed from 6,225 events and 1,027 cases, reveal two process variants: a normal variant (93.87%) with an average duration of 5 hours 6 minutes, and a variant involving rework (6.13%) with an average duration of 6 hours 41 minutes. Performance analysis identified bottlenecks in the transition from Production to Packaging (1 hour 55 minutes) and from Shipping to Completed Order (1 hour 53 minutes). A new process model is proposed to eliminate "Rework," which is projected to reduce the overall average duration to 4 hours 42 minutes. The contribution of this research is the development of a data-driven BPI approach based on process mining that can be applied to MSMEs with limited information systems through the utilization of spreadsheet-based event logs. This approach enables the identification of process variations and bottlenecks based on actual operational data and provides a measurable basis for designing improved business processes. The results of the study indicate that this approach can be used to support business process optimization in MSMEs without relying on complex information systems.

Keywords: Business Process Improvement (BPI); Process Mining; Event Log; Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs); Bottleneck

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi sebuah kebutuhan di era ini untuk sebuah organisasi agar mampu terus bersaing dan beradaptasi. Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) merupakan organisasi yang memiliki andil dalam perkembangan ekonomi di Indonesia (Kahveci, 2025; Purnomo et al., 2024). Di tengah persaingan ekonomi yang ketat, transformasi digital bagi UMKM bukan hanya sekadar pemanfaatan platform digital untuk operasional, melainkan kebutuhan krusial untuk mengubah manajemen berbasis intuisi menjadi pengambilan keputusan yang tepat. Tantangan



nyata yang dihadapi UMKM saat ini bukan hanya ketiadaan data, tetapi juga bagaimana melakukan perbaikan bisnis yang tepat sasaran di tengah keterbatasan teknologi yang ada (Bahtiar et al., 2025; Hendrawan et al., 2024). Banyak aspek yang dapat dimanfaatkan oleh UMKM dalam menggunakan teknologi seperti media sosial, platform e-commerce hingga sebuah sistem informasi dalam operasional maupun dalam manajerial (Prabowo & Sriwidadi, 2024; Sunggara et al., 2024).

Meskipun telah banyak UMKM yang memanfaatkan berbagai jenis kemampuan teknologi, namun terdapat permasalahan utama yang banyak ditemui yaitu bagaimana UMKM mampu melakukan perbaikan bisnis yang tepat dengan segala keterbatasan teknologi yang digunakan (Siahaan et al., 2025). Business Process Improvement (BPI) yang umum dilakukan saat ini menggunakan metode wawancara, observasi atau bahkan berdasarkan pengalaman pelaku usaha (Putra & ER, 2024). Yang mana hal ini memiliki kelemahan mendasar karena sifatnya yang subjektif, tidak terstruktur, dan tidak terukur. Ketergantungan pada ingatan informan atau pengalaman pelaku usaha sering kali menghasilkan analisis yang bias, sehingga usulan perbaikan yang dihasilkan menjadi tidak tepat sasaran dan gagal memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi operasional (Bindeeba et al., 2025; Huy & Phuc, 2025).

Proses mining merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan dalam memproses data. Proses mining memungkinkan mampu menjembatani antara data dan analisis proses bisnis secara objektif melalui penggunaan data event log yang didapat dari teknologi yang digunakan oleh suatu organisasi (Berti et al., 2025; Lee et al., 2025). Berbeda dengan metode kualitatif, teknologi ini mampu menjembatani celah antara data operasional mentah dengan analisis proses yang objektif sehingga pemetaan proses bisnis aktual yang benar-benar terjadi di lapangan berdasarkan data event log. Maka identifikasi hambatan (bottleneck) dan ketidakefisienan tidak lagi didasarkan pada asumsi, melainkan pada fakta durasi dan frekuensi aktivitas yang nyata (Tang et al., 2023).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa process mining telah berkembang dari sekadar teknik untuk menemukan dan menganalisis permasalahan proses menuju pemanfaatannya untuk mendukung Business Process Improvement (BPI). (Park & van der Aalst, 2022) menekankan pendekatan action-oriented process mining yang menghubungkan insight hasil process mining dengan tindakan perbaikan. (Badakhshan et al., 2022) menunjukkan bahwa process mining dapat menghasilkan business value melalui process improvement, sedangkan (Lorenz et al., 2021) menerapkannya untuk meningkatkan produktivitas pada lingkungan manufaktur. (Graafmans et al., 2021) mengintegrasikan process mining dengan Six Sigma untuk mendukung BPI dan identifikasi akar permasalahan. Sementara itu, (Zerbino et al., 2021) menunjukkan bahwa penelitian process mining dalam business management masih menghadapi kesenjangan antara kemampuan teknis process mining dan pemanfaatannya untuk mendukung pengelolaan serta perbaikan proses bisnis.

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah menunjukkan potensi process mining dalam mendukung BPI, penerapannya masih banyak dikembangkan pada lingkungan organisasi dengan proses dan infrastruktur data yang relatif terstruktur, seperti manufaktur, serta menggunakan pendekatan atau integrasi metode yang cukup kompleks. Hal ini membentuk pertanyaan mengenai bagaimana pendekatan process mining untuk BPI dapat diterapkan pada UMKM yang memiliki keterbatasan sistem informasi dan hanya memiliki data operasional sederhana yang tersimpan dalam spreadsheet. Dengan demikian, masih terdapat gap dalam penerapan process mining yang menghubungkan data operasional sederhana dengan identifikasi variasi proses dan bottleneck hingga perancangan serta evaluasi perbaikan proses pada konteks UMKM. Perbedaan utama penelitian ini terletak pada pemanfaatan data spreadsheet yang tidak terstandarisasi sebagai sumber event log utama, membuktikan bahwa optimasi proses tingkat tinggi dapat dimulai dari pencatatan data sederhana yang selama ini dianggap sebagai hambatan. Dengan demikian, penelitian ini mengisi celah mengenai bagaimana metodologi data-driven BPI dapat diterapkan secara efektif pada ekosistem UMKM yang memiliki keterbatasan teknologi. Pendekatan ini diharapkan mampu membantu UMKM yang memiliki keterbatasan teknologi agar mampu memahami proses bisnis secara lebih objektif, mengidentifikasi bottleneck serta merancang solusi perbaikan proses bisnis. Berdasarkan permasalahan dan research gap tersebut, penelitian ini memberikan beberapa kontribusi. Pertama, penelitian ini menerapkan pendekatan data-driven Business Process Improvement (BPI) menggunakan process mining pada konteks UMKM yang belum memiliki sistem informasi terintegrasi, dengan memanfaatkan data operasional yang tersedia dalam spreadsheet sebagai sumber event log. Kedua, penelitian ini menunjukkan bagaimana event log sederhana dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi proses bisnis aktual, variasi proses, aktivitas rework, serta bottleneck berdasarkan data operasional, sehingga analisis perbaikan tidak hanya bergantung pada observasi atau pengalaman pelaku usaha. Ketiga, hasil analisis process mining digunakan sebagai dasar dalam merancang proses bisnis usulan yang berorientasi pada pengurangan aktivitas yang tidak efisien dan waktu tunggu. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi berupa pendekatan bertahap yang dapat digunakan UMKM dengan keterbatasan teknologi untuk melakukan perbaikan proses bisnis secara lebih objektif dan terukur sebagai bagian dari proses transformasi digital.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Kerangka Dasar Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis bagaimana pendekatan data-driven Business Process Improvement menggunakan teknik proses mining dapat membantu optimasi proses bisnis pada UMKM dengan keterbatasan teknologi. Penelitian ini dilakukan pada salah satu UMKM Jamu di wilayah Cimahi yang sudah menggunakan

spreadsheet dalam mencatat aktivitas operasional, tetapi belum memiliki sistem informasi yang terintegrasi untuk membantu evaluasi proses bisnis. Informan dalam penelitian ini adalah pihak yang terlibat langsung dalam kegiatan operasional UMKM, seperti pemilik usaha dan karyawan yang menangani pemesanan, produksi, pengemasan, serta pengiriman

Beberapa hal yang menjadi fokus pada penelitian ini yaitu:

- Bagaimana proses bisnis aktual UMKM dapat dianalisis berdasarkan data aktivitas operasional yang tercatat secara digital (event log) agar perbaikan proses bisnis dapat dilakukan lebih terukur, berbasis data dan objektif?
- Bagaimana kondisi proses bisnis aktual UMKM Jamu di Cimahi pada aktivitas operasional?
- Apa aktivitas yang menjadi bottleneck proses bisnis?
- Bagaimana penerapan proses mining mampu membantu efektivitas BPI?
- Bagaimana BPI berbasis data dapat mendukung transformasi digital UMKM Jamu di Cimahi?

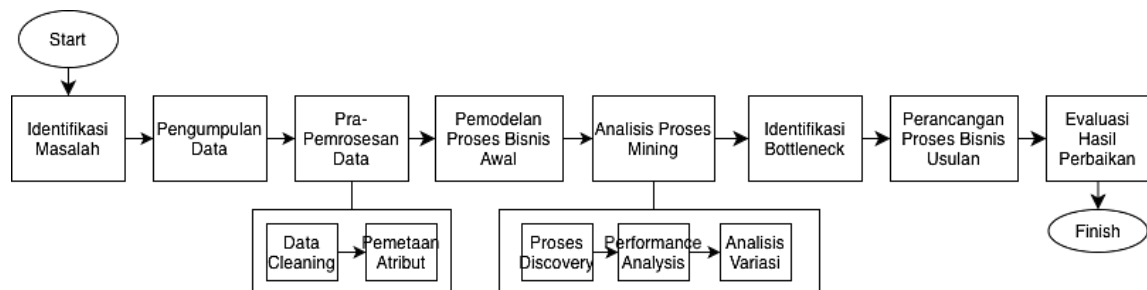
Dalam proses analisis, penelitian ini menggunakan beberapa tools:

- Spreadsheet sebagai tempat pengumpulan event log
- Disco Framework untuk proses mining
- Draw.io untuk pemodelan proses bisnis

Penelitian ini berangkat dari pemikiran bahwa UMKM dengan keterbatasan teknologi sebenarnya dapat melakukan perbaikan proses bisnis secara lebih tepat apabila data aktivitas operasional yang sudah tercatat dimanfaatkan dengan baik. Dalam penelitian ini, data aktivitas UMKM Jamu yang tercatat melalui spreadsheet diolah menjadi event log, kemudian dianalisis menggunakan proses mining. Melalui analisis tersebut, proses bisnis aktual dapat terlihat lebih jelas, termasuk alur aktivitas, variasi proses, durasi setiap tahapan, serta bagian yang berpotensi menjadi bottleneck. Hasil dari analisis ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk menyusun usulan Business Process Improvement agar proses bisnis UMKM menjadi lebih efisien, terukur dan mendukung optimasi proses bisnis secara bertahap.

2.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan mulai dari identifikasi permasalahan, pengumpulan data event log, pemodelan proses bisnis awal, analisis proses mining, identifikasi bottleneck, perancangan proses bisnis usulan dan evaluasi hasil perbaikan. Pada gambar 1 menjelaskan alur proses pada penelitian ini. Objek penelitian ini yaitu UMKM Jamu yang berada di wilayah Cimahi. Yang mana UMKM ini merupakan UMKM yang tergolong sudah menggunakan teknologi namun masih terbatas



Gambar 1. Alur penelitian

2.2.1 Identifikasi Permasalahan

Tahap awal ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi proses bisnis yang terjadi di lapangan melalui beberapa metode seperti observasi dan wawancara dengan pemilik usaha dan karyawan hingga studi dokumentasi yang terlibat di dalam proses bisnis. Selain itu juga pada tahap ini melihat bagaimana keterbatasan teknologi yang ada hingga titik masalah yang dirasakan secara subjektif

2.2.2 Pengumpulan Data

Tahap kedua yaitu pengumpulan data yang berhubungan dengan proses bisnis dalam bentuk event log digital. Data diambil dari aktivitas operasional UMKM jamu yang telah terdigitalisasi secara sederhana menggunakan spreadsheet sebagai data mentah dari kegiatan operasional.

2.2.3 Pra-Pemrosesan Data

Tahap ini yaitu untuk mempersiapkan data agar proses mining dilakukan menggunakan data yang valid. Persiapan data dilakukan dengan dua tahapan yaitu data cleaning untuk memastikan bahwa data lengkap, benar dan sesuai. Dan tahap pemetaan atribut untuk memastikan data sudah sesuai dengan ketentuan tools proses mining yang digunakan yaitu Disco.

- Data cleaning untuk menganalisa terhadap data yang hilang, noise dan standarisasi data. Untuk penanganan data yang hilang akan dilakukan jika sebuah transaksi atau case tidak memiliki salah satu atribut wajib seperti Case ID, Activity atau Timestamp, maka case tersebut tidak akan diikutsertakan atau dihapus untuk menjaga integritas hasil



analisis. Lalu untuk penanganan noise dilakukan penyaringan terhadap data yang tidak logis (seperti urutan aktivitas yang melompat) dan menstandarisasi penamaan aktivitas yang tidak konsisten. Dan untuk standarisasi data dilakukan penyesuaian format pencatatan waktu agar seragam.

- b. Pemetaan atribut bertujuan untuk mentransformasi data operasional mentah ke dalam format event log standar yang dibutuhkan oleh tools process mining Disco Framework. Data event log ini yang digunakan yaitu Case ID sebagai penomoran setiap transaksi, Activity sebagai pencatatan data transaksi atau aktivitas apa yang dilakukan, Timestamp sebagai pencatatan data waktu kapan terjadinya transaksi, Resource sebagai pencatatan siapa yang menangani transaksi tersebut dan Product Type yaitu sebagai pencatat produk apa yang terjual.

2.2.4 Pemodelan Proses Bisnis Awal

Pemodelan proses bisnis dilakukan untuk memetakan proses bisnis yang terjadi di lapangan dengan menggunakan informasi dari pemilik UMKM dan karyawan mengenai aktivitas yang biasanya dilakukan. Pemodelan proses bisnis dilakukan menggunakan Activity Diagram guna mengetahui alur proses bisnis yang terjadi secara visual.

2.2.5 Analisis Proses Mining

Tahap selanjutnya yaitu data event log yang sudah disiapkan akan digunakan untuk pemrosesan mining dalam menganalisis setiap proses bisnis di antaranya yaitu

- a. Proses discovery untuk melihat proses bisnis atau kegiatan yang sebenarnya terjadi di lapangan dengan menggunakan data event log yang sudah dikumpulkan
- b. Proses analisis variasi untuk melihat perbedaan jalur atau pola proses yang terjadi pada setiap kasus. Melalui analisis ini dapat diketahui apakah semua pesanan melalui tahapan yang sama atau terdapat beberapa pesanan yang memiliki alur berbeda
- c. Performance analisis untuk melihat kinerja proses bisnis berdasarkan waktu dan durasi setiap aktivitas. Pada tahap ini, analisis dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dari satu aktivitas ke aktivitas berikutnya, berapa rata-rata durasi penyelesaian pesanan, serta bagian mana yang memiliki waktu tunggu paling lama.

Pada tahap ini akan menghasilkan visualisasi proses bisnis aktual berdasarkan aktivitas nyata menggunakan Disco framework.

2.2.6 Identifikasi Bottleneck

Pada tahap analisis sebelumnya telah didapatkan informasi mengenai model proses aktual, proses map, variasi proses, durasi aktivitas dan frekuensi aktivitas. Maka berdasarkan aktivitas tersebut akan dilanjutkan kepada tahap identifikasi aktivitas yang menyebabkan keterlambatan, aktivitas berulang dan aktivitas tidak bernilai tambah.

2.2.7 Perancangan Proses Bisnis Usulan

Berdasarkan identifikasi bottleneck, dilakukan perancangan proses bisnis usulan sebagai bentuk perbaikan terhadap proses bisnis sebelumnya. Yang mana perbaikan diharapkan mampu menyederhanakan alur proses, mengurangi bottleneck serta meningkatkan efektivitas proses bisnis.

2.2.8 Evaluasi Hasil Perbaikan

Tahap akhir dalam penelitian ini adalah melakukan evaluasi terhadap efektivitas proses bisnis usulan melalui implementasi langsung di UMKM Jamu Cimahi. Implementasi dilakukan dengan menerapkan proses bisnis usulan pada aktivitas operasional aktual untuk mengetahui perubahan kinerja proses setelah perbaikan diterapkan. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi proses bisnis sebelum dan sesudah implementasi berdasarkan beberapa indikator, yaitu jumlah dan persentase produksi ulang (rework), rata-rata durasi penyelesaian pesanan, waktu tunggu antara Produksi Jamu dan Pengemasan, waktu antara Pengiriman dan Pesanan Selesai, serta variasi proses.

Data hasil implementasi selama satu bulan kemudian dicatat dalam bentuk event log dan dianalisis untuk memperoleh nilai masing-masing indikator. Hasil tersebut dibandingkan dengan kondisi awal yang diperoleh dari hasil process mining terhadap data historis. Perbandingan ini digunakan untuk mengetahui efektivitas proses bisnis usulan dalam mengurangi aktivitas yang tidak efisien, menurunkan waktu tunggu, mengurangi variasi proses, dan meningkatkan efisiensi proses bisnis UMKM Jamu Cimahi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Karakteristik Event Log

Data operasional yang dianalisis terdiri dari 6.225 events yang berasal dari 1.027 cases selama periode Januari–Maret 2026 pada UMKM Jamu Cimahi. Setiap case merepresentasikan satu pesanan atau transaksi, sedangkan event merepresentasikan aktivitas yang terjadi dalam proses pemenuhan pesanan. Event log terdiri dari atribut Case ID,



Activity, Timestamp, Resource, dan Product Type. Case ID digunakan untuk membedakan setiap pesanan atau transaksi, sedangkan Timestamp menunjukkan waktu terjadinya setiap aktivitas. Kolom Activity berisi nama aktivitas yang dilakukan, seperti pesanan masuk, konfirmasi pesanan, produksi, pengemasan, pengiriman, hingga pesanan selesai. Selain itu, terdapat juga Resource yang menunjukkan pihak atau bagian yang menjalankan aktivitas, serta Product Type untuk mengetahui jenis produk jamu yang diproses. Berdasarkan hasil pemeriksaan dan pra-pemrosesan data, event log dapat digunakan untuk merekonstruksi urutan aktivitas pada setiap case sehingga proses bisnis aktual dapat dianalisis menggunakan process mining.

3.1.2 Hasil Pra-Pemrosesan Data

Data operasional yang diperoleh dari spreadsheet bersifat tidak terstandarisasi, sehingga dilakukan tahap pra-pemrosesan data untuk menjamin validitas hasil analisis. Tabel 1 menunjukkan beberapa contoh data operasional UMKM Jamu Cimahi dengan berbagai macam anomaly yang ditemukan.

Tabel 1. Data operasional pada pra-pemrosesan data

No	Case ID (Nomor)	Activity (Proses)	Timestamp (Waktu Proses)	Resource (Karyawan)	Keterangan/Status
1	JMU00010	Pesanan Masuk	2026-01-05 08:00:00	Admin 1	Valid
2	JMU00010	Konfirmasi Pesanan	2026-01-05 08:15:00	Admin 1	Valid
3	JMU00010	Produksi Jamu	[NULL]	Produksi A	Missing Data (Dieliminasi)
4	JMU00011	Pesanan Masuk	05/01/2026 09:10	Admin	Sync Format (YYYY-MM-DD HH:MM:SS)
5	JMU00012	Konfirmasi Pesanan	2026-01-06 13:05:00	Admin 1	Valid
6	JMU00012	Konfirmasi Pesanan	2026-01-06 13:05:00	Admin 1	Noise (Duplikasi - Dieliminasi)
7	JMU00013	[NULL]	2026-01-07 08:00:00	Admin 1	Missing Data (Dieliminasi)
8	JMU00014	Pesanan Masuk	2026-01-07 10:00:00	Admin 1	Noise (Waktu Terbalik)
9	JMU00014	Produksi Jamu	2026-01-07 09:00:00	Produksi A	Noise (Urutan Salah - Diperbaiki)

- Data cleaning terdiri dari beberapa kategori diantaranya yaitu penanganan data yang kosong (miss), sinkronisasi data dan pembersihan noise. Berdasarkan Table 1 didapat beberapa data anomaly yang harus dibersihkan yaitu:
 - Penanganan data kosong dilakukan pada case nomor 3 dan 7 dikarenakan terdapat data wajib yang kosong di dalamnya. Pada nomor 3 data timestamp kosong dan pada nomor 7 data activity yang kosong. Maka untuk case 3 dan 7 akan dieliminasi untuk menjaga integritas data.
 - Sinkronisasi data dilakukan pada case 4 yang mana tercatat data timestamp menggunakan format DD/MM/YYYY HH:MM. Maka untuk case 4 data timestamp akan disinkronkan menjadi YYYY-MM-DD HH:MM:SS.
 - Pembersihan noise dilakukan untuk case nomor 6, 8 dan 9. Pada case 6 adanya duplikasi data dengan data nomor 5 maka case 6 akan dieliminasi. Lalu case 8 dan 9 memiliki pencatatan waktu yang terbalik yang mana seharusnya case 8 yaitu aktivitas Pesanan Masuk memiliki waktu lebih awal dibandingkan dengan case 9 yaitu aktivitas Produksi Jamu. Maka data timestamp pada case 8 dan 9 akan dilakukan perbaikan.
- Data operasional yang telah bersih dipetakan ke dalam lima atribut inti yang mampu dikenali oleh tools proses Mining Disco diantaranya:
 - Case ID: Diambil dari kolom "Nomor" (misal: JMU00010) untuk melacak setiap transaksi unik.
 - Activity: Diambil dari kolom "Proses" untuk mendefinisikan tahapan bisnis (misal: Pesanan masuk).
 - Timestamp: Diambil dari kolom "Waktu Proses" untuk mengukur durasi antar-aktivitas.
 - Resource: Diambil dari kolom "Karyawan" untuk mengidentifikasi tanggung jawab bagian (Admin 1 dan Produksi A).

3.1.3 Proses Bisnis Awal

Berdasarkan hasil pengamatan dan data aktivitas yang tercatat, proses bisnis awal dimulai dari Pesanan Masuk, kemudian dilanjutkan ke Konfirmasi Pesanan, Produksi Jamu, Pengemasan, Pengiriman, hingga Pesanan Selesai. Alur ini menggambarkan proses utama yang biasanya dilalui oleh setiap pesanan.

Alur ini bukanlah hasil akhir proses bisnis, tetapi alur yang terjadi sebelum dilakukan analisis menggunakan proses mining. Proses bisnis awal ini nantinya dibandingkan dengan proses aktual yang muncul dari event log, sehingga perbedaan antara proses yang diasumsikan dan proses yang benar-benar terjadi dapat terlihat lebih jelas.

3.1.4 Hasil Analisis Proses Mining

Berdasarkan hasil pengolahan event log menggunakan Disco, diperoleh gambaran proses bisnis aktual pada UMKM Jamu. Data yang dianalisis terdiri dari 6.225 events, 1.027 cases, dan 7 aktivitas. Periode proses yang terekam dimulai pada 01 Januari 2026 pukul 08.52 sampai 30 Maret 2026 pukul 20.43.

- Hasil Proses Discovery menunjukkan bahwa proses bisnis utama UMKM Jamu Cimahi yaitu Pesanan Masuk, Konfirmasi Pesanan, Produksi Jamu, Pengemasan, Pengiriman dan Pesanan Selesai. Proses bisnis utama yang



ditemukan hasil proses discovery ini sama dengan proses bisnis awal yang telah diketahui pada tahap sebelumnya. Setiap aktivitas utama tersebut muncul sebanyak 1.027 kali atau sekitar 16,5% dari total event. Namun, pada hasil discovery juga ditemukan adanya satu jalur tambahan, yaitu: Produksi Jamu, Produksi Ulang dan Pengemasan. Aktivitas Produksi Ulang terjadi sebanyak 63 kali atau sekitar 1,01% dari total event.

Maka dari hasil discovery ini diketahui bahwa proses bisnis UMKM Jamu pada dasarnya sudah memiliki alur kerja yang cukup konsisten. Akan tetapi, adanya aktivitas Produksi Ulang menjadi indikasi bahwa masih terdapat potensi ketidakefisienan pada tahap produksi, khususnya ketika produk yang dihasilkan belum sesuai sehingga perlu dilakukan pengerjaan ulang.

- b. Hasil Analisis Variasi Proses Bisnis ditemukan 2 varian proses dari total 1.027 cases.

Tabel 2. Variasi proses bisnis

Variasi	Jumlah Kasus	Persentase	Durasi Rata-Rata
Varian 1	964 Kasus	93,87%	5 Jam 6 Menit
Varian 2	63 Kasus	6,13%	6 Jam 41 Menit

Berdasarkan Tabel 2, varian 1 merupakan varian proses yang paling dominan. Varian ini terjadi pada 964 dari 1.027 cases atau sebesar 93,87%. Alur pada varian ini mengikuti proses normal, yaitu dimulai dari Pesanan Masuk, Konfirmasi Pesanan, Produksi Jamu, Pengemasan, Pengiriman, hingga Pesanan Selesai. Pada varian ini, proses berjalan tanpa adanya aktivitas tambahan atau pengulangan.

Sementara itu, varian 2 terjadi pada 63 cases atau sebesar 6,13%. Perbedaan utama pada varian ini adalah adanya aktivitas tambahan berupa Produksi Ulang setelah aktivitas Produksi Jamu. Varian 1 memiliki rata-rata durasi sekitar 5 jam 6 menit, sedangkan varian 2 memiliki rata-rata durasi sekitar 6 jam 41 menit. Artinya, case yang mengalami produksi ulang membutuhkan tambahan waktu sekitar 1 jam 35 menit dibandingkan proses normal.

- c. Hasil Performance Analysis menunjukkan bahwa durasi penyelesaian proses bisnis varian 1 dari awal sampai akhir memiliki rata-rata 5 jam 6 menit. Nilai median durasi yang sama dengan rata-rata menunjukkan bahwa sebagian besar case memiliki waktu penyelesaian yang relatif seragam. Hal ini juga diperkuat dengan dominannya varian 1 yang mencakup 93,87% dari total case. Hasil performance proses bisnis varian 1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Performance proses bisnis varian 1

Perpindahan Aktivitas		Durasi
Pesanan Masuk	Konfirmasi Pesanan	17 Menit
Konfirmasi Pesanan	Produksi Jamu	1 Jam 3 Menit
Produksi Jamu	Pengemasan	1 Jam 21 Menit
Pengemasan	Pengiriman	1 Jam 8 Menit
Pengiriman	Pesanan Selesai	1 Jam 22 Menit

Pada kasus yang mengalami varian 2, proses memiliki durasi lebih lama, yaitu 6 jam 41 menit yang mana memiliki aktivitas tambahan berupa Produksi Ulang. Rincian waktu antar aktivitasnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Performance proses bisnis varian 2

Perpindahan Aktivitas		Durasi
Pesanan Masuk	Konfirmasi Pesanan	8 Menit
Konfirmasi Pesanan	Produksi Jamu	8 Menit
Produksi Jamu	Produksi Ulang	1 Jam 14 Menit
Produksi Ulang	Pengemasan	1 Jam 55 Menit
Pengemasan	Pengiriman	1 Jam 23 Menit
Pengiriman	Pesanan Selesai	1 Jam 53 Menit

Berdasarkan data tersebut, durasi terpanjang terjadi pada perpindahan Produksi Ulang menuju Pengemasan, yaitu 1 jam 55 menit, dan Pengiriman menuju Pesanan Selesai, yaitu 1 jam 53 menit. Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas produksi ulang tidak hanya menambah jumlah aktivitas, tetapi juga memperpanjang waktu tunggu sebelum produk dapat dikemas dan dikirim.

3.1.5 Bottleneck yang Ditemukan

Berdasarkan hasil analisis proses mining, ditemukan beberapa bottleneck pada proses bisnis UMKM Jamu baik dari segi teknis durasi maupun dari segi manajerial di antaranya:

- a. Produksi Ulang (Rework): Aktivitas ini terjadi pada 6,13% kasus dengan durasi penyelesaian yang membengkak menjadi 6 jam 41 menit (selisih 1 jam 35 menit dari proses normal). Secara manajerial, hal ini disebabkan oleh tidak adanya standar operasional prosedur (SOP) yang ketat dalam pengecekan bahan dan resep sebelum produksi dimulai. Tanpa tahap validasi di awal, kesalahan baru bisa terdeteksi di akhir produksi, yang memaksa penggunaan sumber daya ganda untuk satu pesanan yang sama.



- b. Jeda Produksi ke Pengemasan: Ditemukan waktu tunggu signifikan sebesar 1 jam 55 menit pada kasus rework. Masalah ini dikarenakan pada kurangnya koordinasi antar-fungsi dan kesiapan logistik. Sering kali, bagian pengemasan baru menyiapkan material (botol/label) setelah produk selesai dibuat, bukan secara paralel, sehingga terjadi waktu menganggur (idle time) yang tidak produktif.
- c. Jeda Pengiriman ke Pesanan Selesai: Terdapat hambatan administratif selama 1 jam 53 menit. Hal ini menunjukkan adanya budaya pencatatan yang tidak real-time. Secara manajerial, karyawan lebih memprioritaskan aktivitas fisik pengiriman dan cenderung menunda pembaruan status pada spreadsheet hingga tumpukan pekerjaan berkurang

Bottleneck yang ditemukan menunjukkan bahwa perbaikan proses tidak hanya perlu difokuskan pada aktivitas produksi, tetapi juga pada koordinasi antarbagian, pencatatan status pesanan, dan pengendalian kualitas sebelum produk masuk ke tahap berikutnya.

3.1.6 Hasil Perbaikan Proses Bisnis

Dari hasil proses mining, diketahui bahwa proses utama sebenarnya sudah berjalan cukup terstruktur, namun masih ditemukan beberapa titik masalah, yaitu adanya aktivitas Produksi Ulang, waktu tunggu dari Produksi Jamu ke Pengemasan, serta jeda waktu antara Pengiriman ke Pesanan Selesai. Pada Tabel 5 dijelaskan apa saja yang menjadi titik masalah beserta dengan usulan solusinya.

Tabel 5. Solusi titik masalah

Bottleneck	Permasalahan	Usulan Solusi
Produksi ulang	Terdapat rework yang membuat durasi proses menjadi lebih panjang	Menambahkan pengecekan bahan, resep, dan kualitas sebelum produk masuk ke pengemasan
Produksi Jamu ke Pengemasan	Terdapat waktu tunggu setelah produksi selesai	Menyiapkan kemasan lebih awal dan membuat alur serah terima dari produksi ke packing
Pengiriman ke Pesanan Selesai	Terdapat jeda pencatatan status selesai	Membuat pencatatan status selesai secara langsung setelah pengiriman dikonfirmasi

Maka dari itu proses bisnis dirancang dimulai dari Pesanan Masuk, Validasi Pesanan, Konfirmasi Pesanan, Persiapan Produksi, Produksi Jamu, Pengecekan Kualitas, Pengemasan, Pengiriman, Konfirmasi Pengiriman dan Pesanan Selesai.

Pada proses bisnis ini, terdapat beberapa aktivitas baru yaitu Validasi Pesanan, Persiapan Produksi, Pengecekan Kualitas, dan Konfirmasi Pengiriman. Aktivitas tersebut ditambahkan bukan untuk memperpanjang proses, tetapi untuk mencegah terjadinya kesalahan yang dapat menyebabkan produksi ulang dan keterlambatan proses.

3.1.7 Evaluasi Hasil

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan kondisi proses bisnis awal hasil proses mining terhadap rancangan proses bisnis usulan. Telah dilakukan uji coba implementasi selama satu minggu pada bulan April 2026 untuk memvalidasi efektivitas perubahan tersebut. Evaluasi ini bertujuan untuk menunjukkan apakah penambahan aktivitas seperti Validasi Pesanan, Persiapan Produksi, dan Pengecekan Kualitas mampu mengeliminasi hambatan yang ditemukan pada tahap analisis sebelumnya.

Hasil implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi yang signifikan dibandingkan dengan data historis Januari-Maret 2026. Salah satu temuan utama adalah hilangnya aktivitas Produksi Ulang (rework), yang sebelumnya mencapai 6,13% dari total kasus. Hal ini dimungkinkan karena tahap pengecekan kualitas dilakukan segera setelah produksi selesai, sehingga kesalahan dapat dideteksi dan diperbaiki secara instan sebelum masuk ke tahap pengemasan. Selain itu, koordinasi yang lebih baik melalui persiapan produksi mampu memangkas waktu tunggu yang sebelumnya menjadi bottleneck utama. Perbandingan performa antara kondisi awal (hasil process mining) dan hasil uji coba implementasi dirangkum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Evaluasi Hasil

Indikator	Kondisi Proses Bisnis Awal	Kondisi Proses Bisnis Usulan	Hasil Evaluasi
Total Kasus	1.027 Kasus (3 Bulan)	85 Kasus (1 Minggu)	-
Kasus produksi ulang	63 cases (6,13%)	0 Case (0%)	-100%
Rata-rata durasi keseluruhan	5 jam 6 menit	4 jam 42 menit	-7,8%
Jeda produksi ke Pengemasan	1 jam 21 menit s/d 1 jam 55 menit	45 menit	-44% s/d -61%
Jeda pengiriman ke selesai	1 jam 22 menit s/d 1 jam 53 menit	15 menit	-81% s/d -86%
Varian proses	2 varian	1 varian utama	-50%

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa proses bisnis usulan berpotensi mendukung Business Process Improvement untuk menanggulangi bottleneck pada UMKM Jamu Cimahi. Hal ini dikarenakan perbaikan tidak hanya berdasarkan dugaan atau observasi subjektif, tetapi berdasarkan hasil proses mining terhadap event log aktual.



3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses mining mampu mengidentifikasi variasi proses, aktivitas rework sebesar 6,13% dan bottleneck pada proses pemenuhan pesanan UMKM Jamu Cimahi berdasarkan 6.225 events dan 1.027 cases. Temuan ini sejalan dengan (Berti et al., 2025) yang menunjukkan bahwa process mining dapat digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi proses berdasarkan data eksekusi aktual. Namun, berbeda dengan penelitian tersebut yang menggunakan object-centric process mining pada proses purchase-to-pay, penelitian ini menggunakan event log berbasis spreadsheet pada UMKM dengan keterbatasan sistem informasi terintegrasi.

Hasil penelitian juga sejalan dengan (Lee et al., 2025) yang menunjukkan bahwa process mining dapat mendukung peningkatan kinerja proses melalui analisis data operasional. Namun, penelitian ini diterapkan pada konteks UMKM dengan sumber data yang lebih sederhana. Selain itu, identifikasi bottleneck dalam penelitian ini mendukung pendekatan (Tang et al., 2023) mengenai pentingnya identifikasi bottleneck dalam process improvement, tetapi penelitian ini menggunakan analisis performance pada process mining yang lebih sederhana dan sesuai dengan keterbatasan infrastruktur UMKM.

Hasil implementasi proses bisnis usulan menunjukkan bahwa rework menurun dari 6,13% menjadi 0%, rata-rata durasi proses menurun dari 5 jam 6 menit menjadi 4 jam 42 menit, serta waktu tunggu pada titik bottleneck mengalami penurunan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa process mining tidak hanya dapat digunakan untuk menggambarkan proses aktual, tetapi juga dapat menjadi dasar perbaikan proses yang terukur.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan data-driven Business Process Improvement (BPI) melalui process mining merupakan pendekatan valid bagi UMKM untuk melakukan optimasi bisnis secara objektif, meskipun dalam kondisi keterbatasan sistem informasi terintegrasi. Analisis terhadap 6.225 events dari 1.027 cases pada UMKM Jamu Cimahi berhasil mengungkap realita operasional yang sebelumnya tidak terdeteksi oleh metode konvensional, seperti adanya aktivitas rework (6,13%) dan bottleneck administratif yang signifikan pada tahap pengiriman. Temuan tersebut menunjukkan bahwa data operasional yang tersedia dapat dimanfaatkan sebagai dasar untuk memahami kondisi proses bisnis aktual dan menentukan area yang memerlukan perbaikan. Kontribusi penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan data-driven Business Process Improvement (BPI) menggunakan process mining pada UMKM yang memiliki keterbatasan sistem informasi terintegrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa process mining dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan proses bisnis usulan yang berorientasi pada peningkatan efisiensi proses tanpa bergantung pada sistem informasi yang kompleks. Peneliti menyadari adanya keterbatasan utama terkait integritas data mentah. Karena data bersumber dari pencatatan spreadsheet yang dilakukan secara manual oleh karyawan, terdapat risiko bias manusia dan "noise" (seperti kesalahan input waktu atau data yang hilang) yang dapat mempengaruhi akurasi analisis awal. Meskipun tahap pra-pemrosesan data telah dilakukan secara ketat untuk meminimalisir kesalahan tersebut, ketergantungan pada disiplin pencatatan manual tetap menjadi titik kritis dalam validitas event log. Selain itu, karena studi ini berfokus pada satu UMKM dengan karakteristik spesifik, generalisasi hasil untuk sektor UMKM lain masih memerlukan pengujian lebih lanjut. Penelitian ini mengusulkan model optimasi bertahap yang dapat direplikasi oleh UMKM lain dengan skala teknologi berbeda seperti UMKM tidak perlu langsung mengadopsi ERP mahal, melainkan cukup menstandarisasi pencatatan operasional minimal mencakup atribut Case ID, Activity, dan Timestamp secara disiplin. Lalu gunakan perangkat lunak berbasis process mining (seperti Disco) untuk mengonversi data menjadi peta proses guna menemukan variasi proses yang menghambat efisiensi. Hingga melakukan perbaikan proses (to-be) yang berfokus pada penambahan titik kontrol daripada sekadar menambah jumlah personel.

REFERENCES

- Badakhshan, P., Wurm, B., Grisold, T., Geyer-Klingenberg, J., Mendling, J., & vom Brocke, J. (2022). Creating business value with process mining. *The Journal of Strategic Information Systems*, 31(4), 101745. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2022.101745>
- Bahtiar, H., Rabbany, L. R., Bele, Y. F., Husna, M., & Matulesy, G. S. (2025). Digital transformation towards sustainability: Challenges and opportunities for Indonesian MSMEs. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 28(1), 131–150. <https://doi.org/10.24914/jeb.v28i1.13935>
- Berti, A., Jessen, U., Park, G., Rafiei, M., & van der Aalst, W. M. P. (2025). Analyzing interconnected processes: using object-centric process mining to analyze procurement processes. *International Journal of Data Science and Analytics*, 20(2), 475–497. <https://doi.org/10.1007/s41060-023-00427-3>
- Bindeeba, D. S., Atuhaire, S., Bakashaba, R., & Tukamushaba, E. K. (2025). Digital business process integration and sustainability among smes: the mediating role of operational efficiency and the moderating role of credit access. *Journal of Sustainable Business*, 10(11). <https://doi.org/10.1186/s40991-025-00121-6>
- Graafmans, T., Tureken, O., Poppelaars, H., & Fahland, D. (2021). Process Mining for Six Sigma: A Guideline and Tool Support. *Business and Information Systems Engineering*, 63(3), 277–300. <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00649-w>



- Hendrawan, S. A., Afdhal Chatra, Nurul Iman, Soemarno Hidayatullah, & Degdo Suprayitno. (2024). Digital Transformation in MSMEs: Challenges and Opportunities in Technology Management. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 6(2), 141–149. <https://doi.org/10.60083/jidt.v6i2.551>
- Huy, P. Q., & Phuc, V. K. (2025). Unveiling how business process management capabilities foster dynamic decision-making for effectiveness of sustainable digital transformation. *Business Process Management Journal*, 31(8), 67–103. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-06-2024-0467>
- Kahveci, E. (2025). Digital Transformation in SMEs: Enablers, Interconnections, and a Framework for Sustainable Competitive Advantage. *Administrative Sciences*, 15(3), 107. <https://doi.org/10.3390/admsci15030107>
- Lee, Y., Shin, J., & Lee, W. (2025). Manufacturing process analysis framework for process mining: case study of fully automated factory applications. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 136(11), 5641–5664. <https://doi.org/10.1007/s00170-025-15029-5>
- Lorenz, R., Senoner, J., Sihn, W., & Netland, T. (2021). Using process mining to improve productivity in make-to-stock manufacturing. *International Journal of Production Research*, 59(16), 4869–4880. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1906460>
- Park, G., & van der Aalst, W. M. P. (2022). Action-oriented process mining: bridging the gap between insights and actions. *Progress in Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1007/s13748-022-00281-7>
- Prabowo, H., & Sriwidadi, T. (2024). The Impact of E-Business Technologies and Social Media Marketing on Indonesian SMEs Sustainability. *MIX: Jurnal Ilmiah Manajemen*, 14(1), 1–17. https://doi.org/10.22441/jurnal_mix.2024.v14i1.001
- Purnomo, S., Nurmalitasari, N., & Nurchim, N. (2024). Digital transformation of MSMEs in Indonesia: A systematic literature review. *Journal of Management and Digital Business*, 4(2), 301–312. <https://doi.org/10.53088/jmdb.v4i2.1121>
- Putra, H., & ER, M. (2024). The Role of Business Process Management in Digital Innovation and Digital Transformation: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 234, 829–836. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.03.069>
- Siahaan, M., Kosasi, S., Sukendri, N., & Husain, A. (2025). Enhancing SMEs Business Performance Through Strategic Digital Transformation. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 7(1), 85–96. <https://doi.org/10.34306/itsdi.v7i1.703>
- Sunggara, A., Nurhaliza, P., Ferdinand, A., & Dirgantara, I. (2024). The Importance of Digital Marketing Implementation for MSMEs in Indonesia: A Systematic Literature Review. *Research Horizon*, 04(06), 327–334.
- Tang, J., Liu, Y., Lin, K., & Li, L. (2023). Process bottlenecks identification and its root cause analysis using fusion-based clustering and knowledge graph. *Advanced Engineering Informatics*, 55, 101862. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101862>
- Zerbino, P., Stefanini, A., & Aloini, D. (2021). Process Science in Action: A Literature Review on Process Mining in Business Management. *Technological Forecasting and Social Change*, 172, 121021. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121021>