



Evaluasi Efektivitas Smart Vending Machine dalam Pengelolaan Persediaan Core Pin Berbasis Key Performance Indicator Menggunakan Kerangka Dmaic di PT XYZ

Aji Setiawan¹, Susan Kustiwan², Rani Rahmadiyani³

¹²³Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

Email Korespondensi: ajisetiawann930@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas smart vending machine dalam pengelolaan persediaan core pin berdasarkan Key Performance Indicator (KPI) stock accuracy, availability, lead time, dan traceability serta menyusun rekomendasi perbaikan menggunakan kerangka DMAIC. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-evaluatif pada pengelolaan core pin di Departemen Maintenance Mold PT XYZ. Data stock accuracy, availability, dan traceability menggunakan data sistem periode Januari–Desember 2025, sedangkan lead time diperoleh dari 10 observasi langsung pada 8, 10, dan 11 Juni 2026. Data dikumpulkan melalui dokumentasi sistem dan observasi, kemudian divalidasi dan dianalisis melalui tahapan Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control. Hasil menunjukkan rata-rata stock accuracy sebesar 92,57%, availability 84,84%, lead time 40,7 detik, dan traceability 100% berdasarkan kelengkapan atribut transaksi. Availability terendah terjadi pada November 2025 sebesar 80,56%, sedangkan stock accuracy terendah terjadi pada Februari sebesar 82,99%. Analisis menunjukkan bahwa efektivitas sistem masih dipengaruhi ketepatan input pengguna, konsistensi stock opname, tindak lanjut SKU warning atau stok nol, serta efisiensi pencarian item. Rekomendasi meliputi penguatan prosedur input, cycle count berbasis prioritas SKU, monitoring warning/stok nol, standarisasi pencarian item, verifikasi transaksi secara sampling, dan penetapan target KPI.

Kata kunci: Smart Vending Machine; Persediaan Core Pin; Key Performance Indicator; DMAIC; Maintenance Mold

Evaluation of the Effectiveness of a Smart Vending Machine in Core Pin Inventory Management Based on Key Performance Indicators Using the DMAIC Framework at PT XYZ

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of a smart vending machine in core pin inventory management using four Key Performance Indicators (KPIs) stock accuracy, availability, lead time, and traceability and to formulate improvement recommendations using the DMAIC framework. A quantitative descriptive-evaluative approach was applied to core pin inventory management in the Mold Maintenance Department of PT XYZ. Stock accuracy, availability, and traceability data covered January–December 2025, while lead time data were obtained from 10 direct observations conducted on 8, 10, and 11 June 2026. Data were collected through system documentation and direct observation, followed by validation and analysis through Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. The results showed average stock accuracy of 92.57%, availability of 84.84%, lead time of 40.7 seconds, and traceability of 100% based on transaction-data completeness. The lowest availability was recorded in November 2025 at 80.56%, while the lowest stock accuracy occurred in February at 82.99%. The analysis indicates that system effectiveness is still influenced by user input accuracy, consistency of stock opname, follow-up of warning or zero-stock SKUs, and item-search efficiency. Recommended improvements include strengthening input procedures, priority-based cycle counting, monitoring warning/zero-stock SKUs, standardizing item-search information, sampling-based transaction verification, and establishing KPI targets.

Keywords: Smart Vending Machine; Persediaan Core Pin; Key Performance Indicator; DMAIC; Maintenance Mold

How to Cite: Setiawan, A., Kustiwan, S. ., & Rahmadiyani, R. . (2026). Evaluasi Efektivitas S mart Vending Machine dalam Pengelolaan Persediaan Core Pin Berbasis Key Performance Indicator Menggunakan Kerangka Dmaic di PT XYZ. *Empiricism Journal*, 7(3), 2917-2924. <https://doi.org/10.36312/ej.v7i3.6753>



<https://doi.org/10.36312/ej.v7i3.6753>

Copyright© 2026, Setiawan et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Industri manufaktur komponen otomotif membutuhkan ketersediaan fasilitas produksi dan aktivitas pemeliharaan yang terkontrol agar proses produksi dapat berjalan secara

berkelanjutan. Dalam proses High Pressure Die Casting (HPDC), mold berfungsi sebagai alat pembentuk produk, sedangkan core pin digunakan untuk membentuk lubang, rongga, atau profil tertentu. Kerusakan, kehilangan, atau ketidaktersediaan core pin dapat memperpanjang waktu perbaikan mold dan menghambat kesiapan fasilitas produksi.

Persediaan suku cadang pemeliharaan memiliki karakteristik yang berbeda dari persediaan bahan baku. Kebutuhan suku cadang dapat dipengaruhi oleh kondisi kerusakan, jadwal pemeliharaan, umur pakai, tingkat kritikalitas komponen, dan pola penggunaan. Oleh sebab itu, pengelolaan persediaan tidak cukup hanya dengan menghitung jumlah stok, tetapi juga perlu mencakup akurasi pencatatan, ketersediaan item, kecepatan pengambilan, pengendalian akses, dan keterlacakan transaksi. Kajian mengenai manajemen spare parts menekankan pentingnya pengendalian ketidakpastian permintaan dan ketersediaan, sedangkan perkembangan Industry 4.0 mendorong pemanfaatan sistem digital untuk meningkatkan visibilitas data dan pengendalian persediaan (Zhang et al., 2021; Tikwayo & Mathaba, 2023; Kulshrestha et al., 2024).

Smart vending machine merupakan salah satu teknologi yang dapat menggabungkan penyimpanan, pengendalian akses, dan pencatatan transaksi. Pada objek penelitian, Kuntan Smart Vending Machine tipe locker digunakan untuk mengelola persediaan core pin. Sistem mencatat identitas pengguna, waktu transaksi, item, dan jumlah pengambilan. Informasi tersebut dapat digunakan untuk memantau pergerakan persediaan dan menelusuri transaksi. Namun, digitalisasi tidak secara otomatis menghilangkan risiko ketidaksesuaian antara catatan sistem dan kondisi fisik. Validasi stok, stock opname, pengisian kembali, serta ketepatan input pengguna tetap menjadi bagian penting dalam pengendalian persediaan (Falasca et al., 2016; Tubis & Rohman, 2023).

Penelitian terdahulu dalam daftar pustaka penelitian ini dapat dikelompokkan ke dalam beberapa fokus. Pertama, Zhang et al. (2021), Scarf et al. (2024), dan Kulshrestha et al. (2024) membahas pengelolaan spare parts dan aturan pengendalian persediaan. Fokus kelompok ini berkaitan dengan karakteristik suku cadang, ketidakpastian kebutuhan, dan keputusan pengendalian stok, tetapi tidak secara khusus mengevaluasi proses pengambilan core pin melalui smart vending machine. Kedua, Tikwayo dan Mathaba (2023) serta Tubis dan Rohman (2023) membahas penerapan teknologi Industry 4.0 pada pergudangan, termasuk digitalisasi informasi dan peningkatan visibilitas proses. Kajian tersebut memberikan landasan teknologi, tetapi belum secara spesifik menghubungkan empat indikator yang digunakan dalam penelitian ini pada lingkungan Maintenance Mold. Ketiga, Falasca et al. (2016) membahas industrial vending solutions, sedangkan Caballero-Morales dan Bonilla-Enríquez (2022) membahas penggunaan pendekatan Six Sigma untuk perbaikan pengelolaan persediaan. Kedua kelompok kajian tersebut relevan sebagai landasan teknologi dan perbaikan proses, tetapi objek, konteks operasional, serta kombinasi indikatornya berbeda dari penelitian ini.

Berdasarkan pemetaan tersebut, celah penelitian tidak dinyatakan sebagai tidak adanya penelitian sebelumnya, melainkan sebagai kebutuhan untuk menguji penerapan kombinasi indikator stock accuracy, availability, lead time, dan traceability pada pengelolaan core pin berbasis smart vending machine di Departemen Maintenance Mold PT XYZ. Kontribusi empiris penelitian ini adalah penyajian gambaran kinerja berdasarkan data sistem dan observasi proses, sedangkan kontribusi praktisnya adalah penyusunan rekomendasi pengendalian yang disesuaikan dengan temuan pada objek penelitian. Penelitian ini tidak membandingkan kondisi sebelum dan sesudah implementasi karena data historis sebelum penggunaan sistem tidak tersedia secara lengkap. Tujuan penelitian adalah: (1) mengukur empat indikator kinerja pengelolaan persediaan core pin; (2) menggambarkan variasi kinerja berdasarkan periode dan observasi yang tersedia; (3) mengidentifikasi faktor potensial yang berkaitan dengan kesenjangan pengendalian; dan (4) menyusun rekomendasi perbaikan serta pengendalian menggunakan kerangka DMAIC.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-evaluatif. Objek penelitian adalah pengelolaan persediaan core pin menggunakan Kuntan Smart Vending Machine pada Departemen Maintenance Mold PT XYZ. Data stock accuracy, availability, dan traceability menggunakan data sistem periode Januari–Desember 2025, sedangkan data

lead time dikumpulkan melalui observasi langsung pada 8, 10, dan 11 Juni 2026. Data diperoleh melalui dokumentasi sistem dan observasi langsung. Stock accuracy dihitung berdasarkan data Customer Product Trading Detail dengan transaction type Inventory. Availability dihitung berdasarkan Online Stock Report. Traceability diukur menggunakan Customer Product Trading Detail dengan transaction type Pick. Lead time diperoleh melalui pengamatan rekaman video terhadap proses pengambilan.

Tabel 1. Operasionalisasi dan Pengukuran KPI dalam Pengelolaan Persediaan Core Pin

KPI	Sumber data	Periode/jumlah	Unit analisis
Stock accuracy	Customer Product Trading Detail – Inventory	Januari–Desember 2025; 148 baris	SKU unik pada periode pengukuran
Availability	Online Stock Report	Januari–Desember 2025; 12 laporan	288 SKU per laporan
Lead time	Observasi langsung melalui rekaman video	10 pengamatan pada 8, 10, dan 11 Juni 2026	Satu siklus pengambilan
Traceability	Customer Product Trading Detail – Pick	Januari–Desember 2025; 388 transaksi	Satu transaksi pengambilan

Pemilihan 10 observasi lead time dilakukan berdasarkan ketersediaan aktivitas pengambilan yang dapat direkam pada tiga hari pengamatan. Dengan demikian, observasi bersifat purposive/convenience dan tidak dimaksudkan untuk mewakili seluruh kondisi operasional sepanjang tahun. Observasi mencakup beberapa pengguna dan jumlah pengambilan yang berbeda. Perbedaan jumlah item, pengguna, serta kondisi proses dicatat sebagai sumber variasi pengukuran.

Pengukuran dilakukan menggunakan definisi operasional berikut: Inventory Adjustment Rate = (jumlah SKU unik yang mengalami transaksi Inventory / total SKU cakupan pengamatan) $\times$ 100%. Stock Accuracy proksi = 100% – Inventory Adjustment Rate. Availability = (jumlah SKU tersedia / total SKU yang dipantau) $\times$ 100%. Lead time = rata-rata durasi proses pengambilan, mulai dari pengguna mengakses panel sampai core pin berhasil diambil dari channel. Traceability berbasis kelengkapan data = (jumlah transaksi dengan seluruh atribut yang dipersyaratkan / total transaksi pengambilan) $\times$ 100%.

Perlu ditegaskan bahwa stock accuracy pada penelitian ini bukan pengukuran langsung melalui perbandingan stok fisik dan stok sistem, melainkan proksi berdasarkan aktivitas penyesuaian stok yang tercatat. Demikian pula, traceability menunjukkan kelengkapan atribut transaksi, bukan bukti bahwa jumlah yang tercatat sama dengan jumlah fisik yang diambil.

Validasi dilakukan dengan memeriksa kesesuaian periode, jenis transaksi, kelengkapan atribut, dan konsistensi jumlah data. Data lead time dikodekan berdasarkan enam tahapan proses (S1–S6) pada rekaman video. Pengukuran dilakukan dengan acuan waktu yang sama pada setiap rekaman. Apabila satu observasi mencakup lebih dari satu jenis core pin, observasi tersebut dipertahankan sebagai satu siklus proses dan diberi catatan karena tidak sepenuhnya sebanding dengan pengambilan satu item.

Analisis dilakukan menggunakan tahapan DMAIC: Define: menetapkan masalah, objek, ruang lingkup, dan empat KPI. Measure: menghitung nilai KPI dari data sistem dan observasi. Analyze: membandingkan variasi hasil antarperiode, menghitung ukuran deskriptif lead time, dan mengidentifikasi faktor potensial melalui fishbone diagram. Improve: menyusun usulan perbaikan berdasarkan kesenjangan yang ditemukan. Control: merancang mekanisme pemantauan, verifikasi, PIC, dan evaluasi berkala.

Karena jumlah observasi lead time terbatas dan tidak dipilih secara acak, hasilnya ditafsirkan secara deskriptif. Statistik yang digunakan meliputi rata-rata, nilai minimum, maksimum, median, dan simpangan baku. Nilai lead time tidak dibandingkan dengan target pemenuhan karena perusahaan belum menetapkan standar resmi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran stock accuracy menggunakan lima periode yang merepresentasikan pelaksanaan stock opname utama, yaitu Februari, Mei, Juli, September, dan Desember 2025.

Tabel 2. Hasil Pengukuran KPI Stock Accuracy

Periode	Catatan Inventory	SKU unik	Total SKU	Adjustment rate	Stock accuracy
Februari	51	49	288	17,01%	82,99%
Mei	14	11	288	3,82%	96,18%
Juli	24	19	288	6,60%	93,40%
September	11	10	288	3,47%	96,53%
Desember	22	18	288	6,25%	93,75%
Rata-rata	122	–	288	7,43%	92,57%

Rata-rata stock accuracy proksi sebesar 92,57%, dengan nilai tertinggi pada September sebesar 96,53% dan terendah pada Februari sebesar 82,99%. Nilai rendah pada Februari menunjukkan tingginya aktivitas penyesuaian stok pada periode tersebut, tetapi tidak dapat langsung diartikan sebagai persentase ketidaksesuaian fisik karena penelitian tidak memiliki hasil perbandingan fisik untuk seluruh SKU. Oleh karena itu, indikator ini lebih tepat digunakan untuk memantau pola penyesuaian dan menentukan prioritas verifikasi.

Temuan ini sejalan dengan pentingnya cycle counting dalam mengidentifikasi dan mengurangi risiko ketidakakuratan catatan persediaan sebagaimana dibahas oleh Destro et al. (2023). Perbedaannya, penelitian ini belum menguji dampak penerapan cycle count terhadap kinerja secara eksperimental. Implikasi praktisnya adalah perusahaan perlu memprioritaskan SKU yang sering mengalami penyesuaian, memiliki tingkat penggunaan tinggi, atau bersifat kritis bagi proses pemeliharaan.

Hasil KPI availability

Tabel 3. Hasil Pengukuran KPI Availability

Bulan	SKU tersedia	SKU warning/stok 0	Availability
Januari	251	37	87,15%
Februari	245	43	85,07%
Maret	247	41	85,76%
April	246	42	85,42%
Mei	247	41	85,76%
Juni	243	45	84,38%
Juli	241	47	83,68%
Agustus	249	39	86,46%
September	251	37	87,15%
Oktober	239	49	82,99%
November	232	56	80,56%
Desember	241	47	83,68%
Rata-rata	–	–	84,84%

Availability rata-rata sebesar 84,84%. Nilai tertinggi terjadi pada Januari dan September sebesar 87,15%, sedangkan nilai terendah terjadi pada November sebesar 80,56%. Pada November terdapat 232 SKU tersedia dan 56 SKU berada pada kondisi warning atau stok nol. Pola bulanan menunjukkan penurunan pada Juni–Juli, peningkatan pada Agustus–September, dan penurunan kembali pada Oktober–November. Pola ini menunjukkan bahwa sistem mampu menyediakan informasi ketersediaan, tetapi tindak lanjut pengisian ulang dan pengendalian SKU kritis masih perlu diperkuat. Hasil tersebut tidak cukup untuk menyimpulkan penyebab penurunan availability karena penelitian tidak menguji hubungan antara penggunaan, waktu pemesanan, waktu pemasok, dan proses replenishment. Dalam konteks kajian spare parts, pengendalian perlu mempertimbangkan variasi kebutuhan dan tingkat kritikalitas item (Zhang et al., 2021; Scarf et al., 2024).

Hasil KPI lead time

Tabel 4. Hasil Pengukuran KPI Lead Time

Observasi	Pengguna	Jumlah pengambilan	Lead time
Take_1	R	1	25 detik
Take_2	R	1	34 detik

Observasi	Pengguna	Jumlah pengambilan	Lead time
Take_3	R	1	35 detik
Take_4	G	1	49 detik
Take_5	G	1	27 detik
Take_6	G	1	48 detik
Take_7	B	3	63 detik
Take_8	A	1	41 detik
Take_9	N	1	37 detik
Take_10	A	1	48 detik
Rata-rata		—	**40,7 detik**

Rata-rata lead time adalah 40,7 detik, dengan nilai minimum 25 detik dan maksimum 63 detik. Observasi Take_7 memiliki waktu terlama karena mencakup tiga jenis core pin. Kondisi tersebut membuat observasi Take_7 tidak sepenuhnya sebanding dengan observasi yang hanya mencakup satu pengambilan.

Berdasarkan 10 observasi, median lead time adalah 38 detik dan simpangan baku sampel sekitar 11,7 detik. Nilai tersebut menunjukkan adanya variasi proses, tetapi ukuran sampel yang kecil membuat kesimpulan mengenai kestabilan sistem masih terbatas. Tahap S3–S4 memiliki rata-rata durasi 13,7 detik atau 31,49% dari proses yang diamati. Waktu pencarian dan pemilihan item, pengisian jumlah, serta pengambilan dari channel menjadi area yang dapat ditinjau untuk perbaikan.

Hasil ini digunakan sebagai baseline, bukan sebagai penilaian memenuhi atau tidak memenuhi target, karena perusahaan belum memiliki standar waktu pengambilan resmi. Perbaikan dapat diarahkan pada standardisasi nama SKU, kata kunci pencarian, pelatihan singkat pengguna, dan evaluasi waktu berdasarkan jumlah item agar pengukuran berikutnya lebih sebanding.

Hasil KPI traceability

Sebanyak 388 transaksi Pick dianalisis. Seluruh transaksi memiliki atribut kode SKU, nama SKU, identitas pengguna, waktu transaksi, Qty Pick, dan Transaction Number. Dengan demikian, traceability berdasarkan kelengkapan atribut mencapai 100%.

Walaupun demikian, nilai 100% tidak membuktikan bahwa Qty Pick pada sistem selalu sama dengan jumlah fisik yang diambil. Kelengkapan atribut dan ketepatan kuantitas merupakan dua dimensi yang berbeda. Karena itu, verifikasi transaksi secara sampling diperlukan untuk membandingkan data sistem dengan kondisi fisik. Pendekatan ini juga sejalan dengan kebutuhan penguatan keterlacakan dan integritas data pada sistem perdagangan digital (Tubis & Rohman, 2023).

Tabel 5. Hasil Pengukuran KPI Traceability

KPI	Hasil	Interpretasi dan batasan
Stock accuracy	92,57%	Proksi berdasarkan catatan penyesuaian; bukan audit fisik seluruh SKU
Availability	84,84%	Rata-rata ketersediaan laporan; 15,16% SKU rata-rata berada pada kondisi warning/stok nol
Lead time	40,7 detik	Baseline dari 10 observasi; dipengaruhi perbedaan jumlah item dan pengguna
Traceability	100%	Kelengkapan atribut 388 transaksi; kesesuaian kuantitas fisik belum diverifikasi

Keempat indikator menunjukkan bahwa kelengkapan pencatatan belum otomatis menjamin akurasi persediaan. Transaksi dapat memiliki atribut lengkap, tetapi tetap berpotensi mengandung kesalahan jumlah. Kesalahan input dapat memengaruhi perbedaan antara stok sistem dan stok fisik, kemudian berpengaruh pada keputusan replenishment dan availability. Sementara itu, pencarian item dan pengisian jumlah dapat memengaruhi lead time. Oleh karena itu, pengendalian perlu menyeimbangkan kecepatan transaksi, ketepatan input, dan validasi fisik.

Analisis faktor potensial menggunakan fishbone

Fishbone diagram digunakan untuk mengelompokkan faktor potensial yang perlu diverifikasi lebih lanjut. Faktor berikut bukan hasil pembuktian hubungan sebab-akibat secara statistik, melainkan hipotesis awal yang disusun berdasarkan data dan konteks operasional.

Tabel 6. Identifikasi Faktor Potensial yang Memengaruhi Kinerja Pengelolaan Persediaan Core Pin

Kategori	Faktor potensial
Man	Ketelitian pengguna dalam memasukkan jumlah belum konsisten; kemampuan mencari item berbeda antar pengguna
Method	Pelaksanaan *stock opname* belum seragam; prosedur input dan verifikasi jumlah perlu diperkuat
Machine/System	Sistem menyediakan pencatatan, tetapi pemanfaatan informasi dan fungsi pencarian masih perlu distandardisasi
Material	Variasi SKU dan perbedaan frekuensi penggunaan memengaruhi kebutuhan *replenishment*
Environment	Aktivitas perbaikan *mold* dan kebutuhan pengambilan saat operasional dapat memengaruhi ketersediaan item

Untuk mengubah faktor potensial menjadi kesimpulan penyebab, penelitian lanjutan perlu menambahkan wawancara terstruktur, observasi pada periode yang lebih panjang, data frekuensi penggunaan, waktu replenishment, dan data kesesuaian stok fisik. Dengan demikian, fishbone berfungsi sebagai alat eksplorasi dan penentuan prioritas verifikasi, bukan sebagai bukti kausalitas.

Tahap improve dan control

Rekomendasi berikut disusun berdasarkan hasil pengukuran dan faktor potensial. Rekomendasi belum diimplementasikan, sehingga belum dapat dinyatakan menghasilkan peningkatan KPI.

Tabel 7. Rancangan Usulan Perbaikan dan Pengendalian Pengelolaan Persediaan Core Pin Berbasis KPI

Prioritas	Usulan perbaikan	KPI terkait	Rancangan kontrol
Tinggi	Penguatan prosedur input jumlah dan verifikasi fisik	Stock accuracy, traceability	Audit sampling mingguan atau bulanan
Tinggi	*Cycle count* berdasarkan frekuensi penggunaan dan riwayat penyesuaian	Stock accuracy	Daftar prioritas SKU dan pencatatan hasil pemeriksaan
Tinggi	Monitoring SKU *warning* atau stok nol dan tindak lanjut *replenishment*	Availability	PIC, batas waktu tindak lanjut, dan log status
Sedang	Standardisasi nama SKU dan kata kunci pencarian	Lead time	Evaluasi waktu pengambilan dan pembaruan master data
Sedang	Verifikasi *Qty Pick* terhadap jumlah fisik secara sampling	Traceability	Form verifikasi dan rekap ketidaksesuaian
Sedang	Penetapan target KPI setelah baseline disepakati	Seluruh KPI	Dashboard atau laporan evaluasi berkala

Rancangan kontrol perlu memuat indikator, sumber data, frekuensi pemeriksaan, PIC, batas toleransi, dan tindakan korektif. Target KPI sebaiknya ditetapkan setelah perusahaan memperoleh baseline yang lebih kuat, khususnya untuk lead time dan stock accuracy. Penetapan target tanpa mempertimbangkan variasi jenis transaksi dapat menghasilkan penilaian yang tidak sebanding.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, stock accuracy diukur menggunakan transaksi Inventory Adjustment sebagai proksi, bukan perbandingan langsung antara stok sistem dan stok fisik. Kedua, traceability hanya menilai kelengkapan atribut

transaksi dan belum memverifikasi kesesuaian kuantitas fisik. Ketiga, pengukuran lead time hanya mencakup 10 observasi pada tiga hari dan menggunakan pemilihan berdasarkan ketersediaan aktivitas yang dapat direkam, sehingga belum merepresentasikan seluruh variasi waktu kerja. Keempat, satu observasi mencakup tiga jenis core pin, sedangkan observasi lain umumnya mencakup satu pengambilan. Kelima, faktor pada fishbone masih berupa faktor potensial dan belum diverifikasi menggunakan wawancara, uji statistik, atau data operasional tambahan. Keenam, rekomendasi Improve belum diuji melalui implementasi sebelum dan sesudah, sehingga dampaknya terhadap KPI belum dapat disimpulkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi menggunakan empat KPI dan kerangka DMAIC, Kuntan Smart Vending Machine telah mendukung pencatatan transaksi dan pengelolaan persediaan core pin, tetapi efektivitasnya masih dipengaruhi oleh pengendalian operasional. Stock accuracy mencapai rata-rata 92,57%, availability 84,84%, lead time 40,7 detik, dan traceability 100% berdasarkan kelengkapan data transaksi. Nilai availability terendah sebesar 80,56% pada November menunjukkan masih terdapat SKU warning atau stok nol, sedangkan stock accuracy terendah 82,99% pada Februari menunjukkan adanya aktivitas penyesuaian stok. Nilai lead time 40,7 detik merupakan baseline karena belum tersedia target resmi perusahaan. Traceability 100% menunjukkan kelengkapan atribut transaksi, tetapi belum membuktikan kesesuaian jumlah yang tercatat dengan jumlah fisik. Secara keseluruhan, efektivitas sistem perlu didukung oleh ketepatan input pengguna, stock opname berkala, monitoring ketersediaan, dan verifikasi transaksi.

REKOMENDASI

Perusahaan disarankan memperkuat Instruksi Kerja pengambilan core pin dengan penegasan input jumlah dan verifikasi fisik, menerapkan cycle count dengan frekuensi berdasarkan prioritas SKU, serta melakukan monitoring rutin terhadap SKU warning dan stok nol. Untuk memperbaiki lead time, nama SKU dan kata kunci pencarian perlu distandardisasi dan pengguna diberikan pelatihan singkat. Verifikasi transaksi secara sampling dapat digunakan untuk mendeteksi perbedaan antara Qty Pick dan jumlah fisik. Selain itu, perusahaan perlu menetapkan target KPI resmi setelah baseline disepakati. Penelitian selanjutnya dapat menguji hasil implementasi perbaikan dan mengembangkan indikator tambahan apabila data kuantitas fisik pengambilan telah tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Zhang, S., Huang, K., & Yuan, Y. (2021). Spare Parts Inventory Management: A Literature Review. *Sustainability*, 13(5), 2460. <https://doi.org/10.3390/su13052460>.
- North American Die Casting Association. (2021). *Product Specification Standards for Die Castings: Tooling for Die Casting*. Wheeling, IL: NADCA.
- Tikwayo, L. N., & Mathaba, T. N. D. (2023). Applications of Industry 4.0 Technologies in Warehouse Management: A Systematic Literature Review. *Logistics*, 7(2), 24. <https://doi.org/10.3390/logistics7020024>.
- Falasca, M., Kros, J. F., & Nadler, S. S. (2016). Performance Outcomes and Success Factors of Industrial Vending Solutions. *International Journal of Operations & Production Management*, 36(10), 1359–1381. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-01-2015-0034>.
- International Institute of Business Analysis. (2015). *A Guide to the Business Analysis Body of Knowledge (BABOK Guide) (Version 3.0)*. Toronto, ON: International Institute of Business Analysis.
- Caballero-Morales, S. O., & Bonilla-Enríquez, G. (2022). Six-Sigma Guidelines to Improve Inventory Management in a Bottling Company. *International Journal of Entrepreneurial Knowledge*, 10(1), 20–33.
- Parmenter, D. (2020). *Key Performance Indicators: Developing, Implementing, and Using Winning KPIs* (4th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Tubis, A. A., & Rohman, J. (2023). Intelligent Warehouse in Industry 4.0—Systematic Literature Review. *Sensors*, 23(8), 4105. <https://doi.org/10.3390/s23084105>.

- Lemke, J., Kijewska, K., Iwan, S., & Dudek, T. (2021). Six sigma in urban logistics management A case study. *Sustainability*, 13(8), 4302.
- Kulshrestha, N., Agrawal, S., & Shree, D. (2024). Spare Parts Management in Industry 4.0 Era: A Literature Review. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 30(1), 248–283. <https://doi.org/10.1108/JQME-04-2023-0037>.
- Scarf, P., Syntetos, A., & Teunter, R. (2024). Joint Maintenance and Spare-Parts Inventory Models: A Review and Discussion of Practical Stock-Keeping Rules. *IMA Journal of Management Mathematics*, 35(1), 83–109.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Destro, I. R., Staudt, F. H., Somensi, K., & Taboada, C. (2023). The impacts of inventory record inaccuracy and cycle counting on distribution center performance. *Production*, 33, e20220077.
- Staudt, F. H., Alpan, G., Di Mascolo, M., & Taboada Rodriguez, C. M. (2015). Warehouse performance measurement: A literature review. *International Journal of Production Research*, 53(18), 5524–5544.
- Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, O., Froiz-Míguez, I., & Fraga-Lamas, P. (2019). Towards an autonomous Industry 4.0 warehouse: A UAV and blockchain-based system for inventory and traceability applications in big data-driven supply chain management. *Sensors*, 19(10), 2394.