

Implementasi *Value Stream Mapping* dalam Optimalisasi Proses Bisnis: Tinjauan Pustaka

Rosi Herlianti^{1*}, Hasbullah Hasbullah²

¹² *Teknik Industri, Universitas Mercu Buana*

Jalan Meruya Selatan No.1 Kembangan Jakarta Barat, Jakarta

^{1*} herliantirosi@gmail.com

² hasbullah@mercubuana.ac.id

Implementation of Value Stream Mapping in Business Process Optimization: Literature Review

Dikirimkan : 08, 2024. Diterima : 09, 2024. Dipublikasikan : 09, 2024.

Abstract— *Lean is a problem-solving approach that focuses on eliminating waste. One of the tools used in Lean is Value Stream Mapping (VSM). VSM is an effective tool in improving operational efficiency and quality in various sectors, both manufacturing and services. However, the application of VSM has not been widely implemented in testing laboratories. Therefore, this paper aims to explore the application of VSM in testing laboratories. The analysis was carried out based on the definition, objectives, benefits, and application of VSM, especially in the context of testing laboratories. Through the screening stage using the PRISMA method, there were 30 articles that were closely related to the application of VSM. The paper found that VSM helps identify and eliminate waste in the testing process, reduces cycle time, and improves the quality of results. In addition, VSM also supports sustainability by reducing resource use and environmental impacts. In conclusion, VSM is a very useful tool for testing laboratories to achieve increased efficiency, quality, and sustainability. Future developments include integrating the VSM-based Lean approach with digitalization.*

Keywords— *Efficiency; Quality; Sustainability; Testing Laboratory; Value Stream Mapping*

Abstrak— *Lean merupakan salah satu pendekatan pemecahan masalah yang berfokus pada eliminasi pemborosan. Salah satu alat yang digunakan dalam Lean adalah Value Stream Mapping (VSM). VSM merupakan alat yang efektif dalam meningkatkan efisiensi dan kualitas operasional di berbagai sektor, baik manufaktur maupun jasa. Namun, penerapan VSM sampai saat ini belum banyak dilakukan di laboratorium pengujian. Oleh karena itu makalah ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan VSM di laboratorium pengujian. Analisis dilakukan berdasarkan definisi, tujuan, manfaat, dan penerapan VSM khususnya dalam konteks laboratorium pengujian. Melalui tahapan penyaringan dengan metode PRISMA, terdapatlah 30 artikel yang sangat berkaitan dengan penerapan VSM. Makalah menemukan bahwa VSM membantu mengidentifikasi dan mengeliminasi pemborosan dalam proses pengujian, mengurangi waktu siklus, dan meningkatkan kualitas hasil. Selain itu, VSM juga mendukung keberlanjutan dengan mengurangi penggunaan sumber daya dan dampak lingkungan. Kesimpulannya, VSM adalah alat yang sangat bermanfaat bagi laboratorium pengujian untuk mencapai peningkatan efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan. Pengembangan ke depannya melakukan integrasi pendekatan Lean berbasis VSM dengan digitalisasi.*

Kata kunci— *Efisiensi; Keberlanjutan; Kualitas; Laboratorium Pengujian; Value Stream Mapping*

I. PENDAHULUAN

Laboratorium pengujian memainkan peran krusial dalam berbagai sektor termasuk industri, kesehatan, manufaktur, farmasi, akademisi dan pemerintahan. Fungsi utamanya adalah memastikan kualitas dan keamanan produk atau layanan melalui

serangkaian pengujian dan analisis yang akurat. Dalam beberapa dekade terakhir, permintaan untuk hasil pengujian yang cepat dan akurat telah meningkat secara signifikan. Hal ini didorong oleh perkembangan teknologi, regulasi yang semakin ketat, serta ekspektasi konsumen yang terus

berkembang. Oleh karena itu, laboratorium pengujian harus dapat beradaptasi dengan cepat untuk memenuhi tuntutan ini. Salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional di laboratorium pengujian adalah dengan menerapkan pendekatan *Lean*. *Lean* merupakan salah satu pendekatan pemecahan masalah yang berfokus pada eliminasi pemborosan. Salah satu alat yang digunakan dalam *Lean* adalah *Value Stream Mapping* (VSM) [1]–[4].

VSM adalah alat manajemen yang digunakan untuk memvisualisasikan dan menganalisis aliran material dan informasi yang diperlukan untuk membawa produk dari tahap awal hingga selesai. Konsep ini pertama kali diperkenalkan dalam sistem produksi Toyota sebagai bagian dari metodologi *Lean Manufacturing*. VSM membantu dalam mengidentifikasi pemborosan, meningkatkan aliran kerja, dan mengoptimalkan proses produksi. Di sektor manufaktur, VSM telah terbukti efektif dalam mengurangi waktu siklus, mengurangi biaya, dan meningkatkan kualitas. Namun, penerapan VSM tidak terbatas pada manufaktur saja. Dalam beberapa tahun terakhir, VSM telah diadaptasi untuk berbagai sektor lain, termasuk layanan kesehatan dan administrasi [5].

Meskipun VSM telah diakui sebagai alat yang efektif di berbagai sektor, penerapannya di laboratorium pengujian masih relatif baru. Laboratorium pengujian memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari sektor lain, seperti kompleksitas aliran kerja, variasi jenis sampel, dan kebutuhan akan akurasi tinggi. Oleh karena itu, penerapan VSM di laboratorium pengujian memerlukan pendekatan yang sesuai dengan kondisi spesifik tersebut. Penelitian ini untuk mengisi celah dalam literatur dengan mengeksplorasi bagaimana VSM dapat diterapkan secara efektif di laboratorium pengujian [6]–[9].

Salah satu tantangan utama dalam penerapan VSM di laboratorium pengujian adalah keragaman proses pengujian itu sendiri. Setiap laboratorium mungkin memiliki prosedur operasi standar yang berbeda, tergantung pada jenis pengujian yang dilakukan. Selain itu, laboratorium sering kali menghadapi fluktuasi dalam jumlah sampel dan variasi dalam kompleksitas pengujian. Hal ini membuat penerapan VSM menjadi lebih menantang dibandingkan dengan sektor manufaktur yang lebih terstruktur. Namun, dengan pendekatan yang tepat, VSM dapat membantu mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan dalam proses laboratorium, seperti waktu tunggu, pengulangan tes, dan penggunaan sumber daya yang tidak efisien.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang tujuan, manfaat, dan penerapan VSM di laboratorium pengujian. Melalui

metode *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA), penelitian ini akan mengumpulkan, menganalisis, dan menyintesis literatur yang relevan. Tujuan utama adalah untuk mengidentifikasi praktik terbaik dan tantangan yang dihadapi dalam menerapkan VSM di laboratorium pengujian, serta memberikan rekomendasi praktis bagi manajer laboratorium dan profesional [8]–[11].

Kebaruan dari artikel ini terletak pada fokusnya yang unik terhadap penerapan VSM di laboratorium pengujian, sebuah area yang belum banyak dieksplorasi. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada sektor manufaktur atau layanan kesehatan. Artikel ini berupaya mengisi kesenjangan tersebut dengan menyajikan tinjauan literatur yang komprehensif mengenai adaptasi dan implementasi VSM di laboratorium pengujian. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap literatur yang ada dan menjadi referensi bagi peneliti serta praktisi di bidang ini.

Meskipun banyak studi yang mengkaji penerapan VSM di berbagai sektor, penelitian mengenai aplikasinya di laboratorium pengujian masih terbatas. Banyak penelitian sebelumnya yang lebih berfokus pada aspek teknis dan manajerial dari penerapan VSM tanpa mempertimbangkan karakteristik khusus dari laboratorium pengujian. Selain itu, terdapat kekurangan dalam dokumentasi studi kasus yang mendalam tentang penerapan VSM di lingkungan laboratorium pengujian. Oleh karena itu, penelitian ini berusaha mengisi celah tersebut dengan mengeksplorasi literatur yang ada, mengidentifikasi praktik terbaik, dan memberikan rekomendasi yang dapat diimplementasikan secara praktis di lapangan [12]–[15].

Dengan meningkatnya tekanan untuk menghasilkan hasil pengujian yang cepat dan akurat, laboratorium pengujian harus mencari cara untuk meningkatkan efisiensi operasional mereka. VSM menawarkan solusi potensial untuk mencapai tujuan tersebut. Melalui tinjauan literatur yang sistematis menggunakan metode PRISMA, penelitian ini akan menyajikan analisis yang komprehensif dan memberikan kontribusi yang berarti bagi bidang ini.

II. METODOLOGI

Penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode tinjauan literatur sistematis dengan menggunakan kerangka kerja PRISMA. PRISMA adalah metode yang dirancang untuk meningkatkan transparansi dan keterbukaan dalam proses tinjauan literatur, sehingga hasil yang diperoleh lebih dapat diandalkan dan komprehensif. Metode ini mencakup beberapa tahap yang sistematis mulai

dari identifikasi, penyaringan, kelayakan, hingga inklusi studi yang relevan. Berikut ini adalah uraian mendetail tentang setiap tahap dalam metode PRISMA yang digunakan dalam penelitian ini [16].

A. Identifikasi Studi

Tahap pertama dalam metode PRISMA adalah identifikasi studi yang relevan dengan topik penelitian. Tahap ini, dilakukan pencarian literatur melalui beberapa basis data akademik utama seperti *PubMed*, *Scopus*, *Web of Science*, dan *Google Scholar*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi "Value Stream Mapping", "laboratorium pengujian", "efisiensi operasional", "penerapan VSM". Selain itu, penelitian ini juga mempertimbangkan referensi dari artikel-artikel yang telah diidentifikasi untuk memastikan cakupan pencarian yang lebih luas. Semua hasil pencarian dikumpulkan dan disusun dalam *data base* untuk proses penyaringan selanjutnya.

B. Penyaringan Studi

Setelah semua literatur yang relevan diidentifikasi, langkah berikutnya adalah penyaringan studi. Pada tahap ini, meninjau judul dan abstrak dari setiap artikel yang ditemukan untuk menentukan kesesuaian dengan kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi mencakup: (1) studi yang memfokuskan pada penerapan VSM di laboratorium pengujian, (2) studi yang dipublikasikan dalam jurnal yang terakreditasi, (3) studi yang menggunakan metodologi yang sesuai dengan kasus permasalahan, contohnya studi kasus lamanya proses layanan kemudian dilakukan eliminasi pemborosan dengan *Lean* berbasis VSM [17]. Studi yang tidak memenuhi kriteria inklusi, serta studi yang merupakan duplikasi, dihapus dari *data base*. Proses penyaringan ini dilakukan oleh dua peneliti independen untuk mengurangi bias dan memastikan akurasi seleksi studi.

C. Penentuan Kelayakan

Tahap ketiga adalah penentuan kelayakan, di mana artikel yang lolos dari tahap penyaringan selanjutnya ditinjau secara mendalam untuk memastikan relevansi dan kualitasnya. Tahap ini, meninjau isi artikel secara keseluruhan dari setiap artikel untuk memastikan bahwa studi tersebut benar-benar relevan dengan topik penelitian dan memenuhi kriteria inklusi secara keseluruhan. Alat yang digunakan adalah dengan melakukan *review full paper*. Kami juga mengevaluasi kualitas metodologi yang digunakan dalam studi tersebut, termasuk validitas data yang disajikan. Studi yang tidak memenuhi standar kualitas atau tidak relevan dengan fokus penelitian dihapus dari pertimbangan lebih lanjut.

D. Inklusi Studi

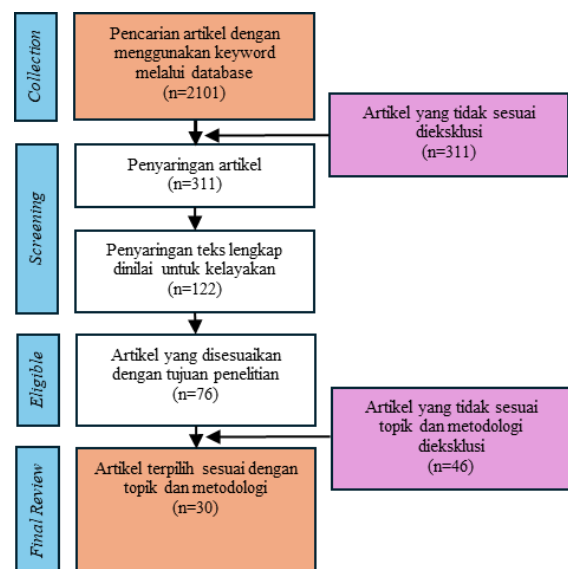
Setelah tahap penentuan kelayakan, studi-studi yang tersisa dianggap layak untuk diinkluskikan

dalam tinjauan literatur ini. Tahap ini, kami mengumpulkan dan mengorganisir informasi dari studi yang terpilih, termasuk data tentang tujuan penelitian, metodologi yang digunakan, temuan utama, dan implikasi dari setiap studi. Data ini kemudian dianalisis secara sistematis untuk mengidentifikasi pola, tema, dan kesenjangan dalam literatur yang ada. Analisis ini membantu dalam menyusun sintesis yang komprehensif dan memberikan panduan yang praktis mengenai penerapan VSM di laboratorium pengujian.

E. Sintesis dan Analisis Data

Tahap akhir dalam metode PRISMA adalah sintesis dan analisis data dari studi-studi yang telah diinkluskikan. Pada Tahap ini, kami menggunakan pendekatan kualitatif untuk menyatukan temuan dari berbagai studi dan mengidentifikasi kesamaan serta perbedaan di antara hasil penelitian. Penelitian ini juga mengevaluasi kekuatan dan kelemahan dari setiap studi, serta menyoroti praktik terbaik dan tantangan yang dihadapi dalam penerapan VSM di laboratorium pengujian. Sintesis ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam dan komprehensif mengenai penerapan VSM serta memberikan rekomendasi yang dapat diimplementasikan oleh praktisi di lapangan.

Secara keseluruhan, tahapan literatur ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan studi literatur

III. HASIL PENELITIAN

Laboratorium pengujian memiliki kompleksitas operasional yang unik, melibatkan berbagai proses mulai dari penerimaan sampel hingga pelaporan hasil. Setiap tahapan dalam aliran kerja ini memiliki potensi pemborosan yang dapat menghambat efisiensi dan akurasi pengujian. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi bagaimana VSM dapat diadaptasi dan diterapkan di

lingkungan laboratorium pengujian untuk meningkatkan kinerja secara keseluruhan.

Peninjauan literatur ini menggunakan metode PRISMA untuk mengidentifikasi, menyaring, dan menganalisis studi-studi yang relevan tentang penerapan VSM di laboratorium pengujian. Hasil seleksi menghasilkan 30 artikel. Hal ini merujuk

sumber dari Anjalee [18] bahwa literatur yang dikaji sebanyak 33 buah. Artikel tersebut memiliki tahun terbitan antara 2013 hingga 2024. Hasil pengumpulan informasi terkait identitas artikel yang relevan, tujuan dan hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel I.

TABEL I
RANGKUMAN ANALISIS ARTIKEL

No.	Identitas	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Michael, dkk. (2013) [19]	Penelitian bertujuan untuk mengembangkan peta aliran nilai dari prosedur pengolahan tes <i>Papanicolaou</i> untuk mengurangi pemborosan dan kesalahan	Waktu pemrosesan rata-rata untuk sampel berkurang dari 54 jam menjadi 31 jam. Jumlah kesalahan <i>aksesioning</i> juga menurun dari 7.6% menjadi 4.4%, dan tidak ada kesalahan setelah implementasi.
2	Natakusuma, dkk. (2018) [20]	Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah (pemborosan) dalam aliran proses di laboratorium pengujian kimia.	Penelitian ini menghasilkan peta aliran kondisi saat ini yang menunjukkan berbagai pemborosan dalam proses laboratorium. Dengan penerapan rekomendasi perbaikan yang didasarkan pada analisis VSM, waktu tunggu dapat dikurangi secara signifikan.
3	Anderson, dkk. (2013) [21]	Tujuan penelitian ini untuk mendefinisikan metrik kinerja dasar dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dalam proses laboratorium di pusat medis	Penelitian ini menemukan bahwa waktu <i>lead time</i> adalah 376 menit, waktu siklus adalah 22 menit, dan <i>takt time</i> adalah 3,3 menit per spesimen. Rasio nilai tambah terhadap tidak nilai tambah sebesar 0,05.
4	Oberhausen & Plapper (2015) [22]	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metode <i>Value Stream Management</i> (VSM) yang distandarisasi dengan fokus pada industri dan sektor jasa.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan VSM mengidentifikasi bidang-bidang tindakan yang diperlukan untuk pengembangan pendekatan <i>Value Stream Management</i> yang distandarisasi.
5	Pekarcíková, dkk. (2021) [23]	Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan alat <i>Lean Production</i> sederhana dengan perangkat lunak simulasi untuk mengidentifikasi, menguji, dan merancang solusi alternatif.	Model simulasi berbasis perangkat lunak <i>TX Plant Simulation</i> memungkinkan analisis dan perbaikan aliran nilai dengan lebih efektif.
6	Dighe & Kakirde (2014) [24]	Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan <i>Lean</i> melalui VSM dalam sebuah perusahaan pompa.	Penerapan VSM dapat memberikan informasi berharga untuk perbaikan proses, dan meningkatkan efisiensi produksi.
7	Brown, dkk. (2014) [25]	Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengembangkan <i>Value Stream Mapping</i> berkelanjutan yang mencakup metrik keberlanjutan dalam konteks sistem manufaktur.	Sus-VSM dapat meningkatkan visibilitas kinerja keberlanjutan dan mengidentifikasi area perbaikan potensial. Diskusi yang disajikan mengkonfirmasi fleksibilitas alat ini untuk digunakan di konteks manufaktur
8	Bal, dkk. (2017) [26]	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi departemen gawat darurat dengan mengurangi kepadatan dan waktu tunggu	Penelitian ini menemukan bahwa penggunaan teknik <i>Lean</i> seperti VSM, dikombinasikan dengan model simulasi acara diskrit, dapat secara efektif mengurangi waktu tunggu
9	Wang, dkk. (2021) [27]	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka kerja sistematis untuk otomatisasi guna memperbaiki alat-alat <i>lean</i> tradisional	Hasil penelitian menunjukkan bahwa VSM otomatis dapat memanfaatkan data produksi secara efektif untuk mendukung produksi <i>multi-variasi</i> dan <i>batch</i> kecil dengan identifikasi dan analisis limbah yang tepat waktu di lokasi..
10	Gupta, dkk. (2018) [28]	Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metodologi <i>lean</i> guna mengurangi waktu penyelesaian <i>Turnaround Time (TAT)</i> laboratorium klinis di sebuah rumah sakit spesialis super.	Penelitian ini berhasil mengurangi rata-rata TAT dari 180 menjadi 95 menit di laboratorium hematologi dan dari 268 menjadi 208 menit di laboratorium biokimia selama studi penelitian empat bulan.
11	Nallusamy, S. (2016) [29]	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi di industri CNC dengan menggunakan alat-alat <i>lean</i> seperti VSM, standarisasi kerja, dan <i>line balancing</i> .	Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan VSM, standarisasi kerja, dan <i>line balancing</i> dalam proses produksi CNC berhasil mengurangi waktu siklus lantai ke lantai dari 153 menit.
12	Lacerda, dkk. (2016) [30]	Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan VSM dalam proses produksi komponen otomotif guna mengidentifikasi dan menghilangkan limbah produksi serta meningkatkan efisiensi operasional.	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan VSM berhasil mengidentifikasi dan menghilangkan limbah dalam proses produksi komponen otomotif. Waktu siklus dan jumlah tenaga kerja berkurang, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi proses dan penghematan finansial

No.	Identitas	Tujuan	Hasil Penelitian
13	Lestari & Subroto (2022) [31]	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional laboratorium kontrol kualitas di industri farmasi melalui penerapan operasi <i>lean</i> .	Penerapan VSM dalam laboratorium kontrol kualitas berhasil mengurangi waktu penyelesaian analisis bahan baku sebesar 42,7% dan mengurangi biaya tenaga kerja sebesar IDR 130.193.977 per tahun.
14	Wulandari, dkk. (2024) [32]	Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pelayanan publik di laboratorium pengujian kontaminasi logam menggunakan pendekatan <i>Lean</i> .	Hasil penelitian menunjukkan pengurangan waktu penyelesaian layanan dari 17 hari kerja menjadi 7 hari kerja dan penghapusan aktivitas non-nilai tambah sebesar 99,5%.
15	Rohani & Zahraee (2015) [13]	Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknik Lean Manufacturing, khususnya <i>Value Stream Mapping</i> (VSM), untuk meningkatkan lini produksi dalam industri warna.	Hasil akhir menunjukkan bahwa dengan menerapkan teknik <i>lean</i> , waktu <i>lead</i> produksi (<i>Production Lead-time</i>) berkurang dari 8,5 hari menjadi 6 hari, dan waktu bernilai tambah berkurang dari 68 menit menjadi 37 menit.
16	Wang, dkk. (2024) [15]	Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan metode terintegrasi yang menggunakan alat <i>Lean</i> seperti <i>Kanban</i> , VSM, <i>Pareto chart</i> , dan simulasi arena untuk meningkatkan produktivitas.	Studi kasus di perusahaan furnitur Vietnam menunjukkan manfaat yang mengesankan, termasuk pengurangan <i>lead time</i> sebesar 92%, peningkatan PCE sebesar 92%, dan pengurangan waktu WIP sekitar 90%.
17	Tortorella, dkk. (2017) [14]	Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan teknik manajemen baru, yaitu VSM, dalam unit bahan steril sebuah organisasi layanan kesehatan publik di Brazil.	Studi kasus menunjukkan manfaat yang signifikan, termasuk pengurangan pemborosan, tingkat inventori, dan waktu tunggu produksi. Penelitian ini juga menambah pengetahuan mengenai penerapan dan praktik <i>lean</i> dalam konteks non-manufaktur (sterilisasi rumah sakit).
18	Kolich, dkk. (2014) [12]	Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan VSM dan teknik <i>clustering</i> dalam proses perakitan <i>mikropanel</i> di galangan kapal.	Hasilnya menunjukkan peningkatan dalam durasi waktu, jam kerja manusia, perbaikan konfigurasi, dan penghematan ruang.
19	İnce, dkk. (2018) [33]	Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan filosofi <i>Lean</i> , khususnya VSM, dalam sektor tekstil.	Hasil penelitian bahwa penerapan VSM di perusahaan tekstil mengidentifikasi dan mengurangi aktivitas yang tidak bernilai tambah, yang pada akhirnya mengarah pada penurunan biaya produksi dan peningkatan efisiensi sistem produksi.
20	Kosasih, dkk. (2019) [11]	Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan alat VSM dan sistem <i>kanban</i> untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan di lantai produksi perusahaan kimia dasar yang memproduksi <i>thinner</i> .	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penerapan alat VSM dan sistem <i>kanban</i> , efisiensi siklus proses meningkat sekitar 67,25%, aktivitas yang tidak bernilai berkurang sebesar 6,74%, dan waktu pemenuhan pesanan keseluruhan menjadi 13 hari dengan 3,59 hari dari stok fisik.
21	En-Nhaili, dkk. (2015) [10]	Penelitian ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana aktivitas pemeliharaan dan pemborosan dapat mengoptimalkan proses ini dengan menggunakan VSM dan <i>time-driven activity-based costing</i> (TDABC).	Temuan penelitian ini dieksperimenkan di pemasok otomotif multinasional berbasis di Maroko, menunjukkan efektivitas kombinasi VSM dan TDABC dalam mengoptimalkan biaya dan waktu pemeliharaan.
22	Yokoyama, dkk. (2023) [9]	Penelitian ini bertujuan untuk mengusulkan kerangka kerja menggunakan <i>Bayesian networks</i> (BNs) sebagai panduan dalam penyusunan VSM dengan prioritas pengurangan <i>lead time</i> .	Hasilnya mengungkapkan bahwa kombinasi BNs dan LO membantu dalam mengurangi <i>lead time</i> secara signifikan, serta memberikan panduan yang mudah diterapkan dan dipahami untuk manajer dan profesional.
23	Huang, dkk. (2019) [8]	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem multi-agen untuk <i>dynamic value stream mapping</i> (DVSM) di perusahaan kecil dan menengah.	Studi ini menunjukkan bahwa alat visualisasi yang diusulkan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih transparan dan efisien dalam lingkungan manufaktur yang dinamis dan kompleks.
24	Heinzen, dkk. (2015) [7]	Tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi dampak dari kolokasi fisik pada proses pengembangan obat di Novartis menggunakan VSM.	Studi menemukan bahwa meskipun kolokasi tidak secara signifikan meningkatkan kecepatan proses dalam hal <i>lead time</i> , hal ini meningkatkan komunikasi dan saling pengertian dalam tim.
25	Perdana & Rahman (2020) [34]	Tujuan dari studi ini adalah untuk mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang tidak menambah nilai dalam proses pengecatan rumah boneka yang diproduksi oleh CV. RB.	Penelitian mengungkapkan pemborosan yang signifikan dalam proses pengecatan, terutama dalam waktu menunggu dan waktu pemrosesan. Temuan menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi produksi secara keseluruhan dan mengurangi keterlambatan yang tidak perlu dalam proses pengecatan.
26	Andryanto & Vanany (2021) [1]	Studi ini bertujuan untuk menyelidiki dampak jam kerja terhadap biaya proyek dalam proses bisnis proyek modal dan operasional di sebuah perusahaan pertambangan nikel di Indonesia.	Meskipun proyek modal menyumbang 95% dari pengeluaran proyek, 30% dari jam kerja dihabiskan untuk proyek operasional yang hanya merupakan 5% dari anggaran.
27	Gholami, dkk. (2019) [35]	Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan metodologi <i>Socio Value Stream Mapping</i> (Socio-VSM) untuk memvisualisasikan dan menilai kinerja keberlanjutan sosial dalam sistem manufaktur.	Hasilnya menunjukkan bahwa metodologi yang diusulkan berhasil mengidentifikasi dan menilai metrik keberlanjutan sosial, sehingga menjembatani kesenjangan dalam literatur. <i>Socio-VSM</i> terbukti menjadi alat yang berharga untuk meningkatkan keberlanjutan sosial dalam manufaktur.

No.	Identitas	Tujuan	Hasil Penelitian
28	Lie & Kusumastuti (2021) [3]	Tujuan dari studi ini adalah untuk menerapkan VSM dan metodologi <i>lean</i> untuk meningkatkan proses produksi perusahaan manufaktur kimia <i>batch</i> di Indonesia.	Penerapan VSM ini menunjukkan efektivitas prinsip-prinsip <i>lean</i> dalam mengoptimalkan proses produksi dan menyoroti potensi untuk perbaikan operasional yang substansial dan penghematan biaya.
29	Tyagi & Vadrevu (2015) [4]	Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi kesulitan dalam mengevaluasi kondisi abnormal penerapan VSM untuk mencapai proses yang lebih efisien.	Hasil penelitian diperoleh dari eksperimen IVR selama tiga bulan, terjadi pengurangan lebih dari 40% dalam <i>lead-time</i> , 41% dalam penggunaan ruang lantai, dan 47% dalam penggunaan tenaga kerja.
30	Guo, dkk. (2019) [2]	Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan VSM dengan metode DMAIC untuk penerapan <i>Lean-Kaizen</i> yang bersamaan.	Penelitian ini membuktikan bahwa model VSM-DMAIC yang diusulkan efektif dan efisien dalam meningkatkan manfaat ekonomi dan mengurangi pemborosan di jalur perakitan pendingin udara.

Berikut adalah pembahasan detail dan panjang mengenai klasifikasi jenis pokok pembahasan dari 30 artikel yang telah dibahas, dengan contoh artikel yang diintegrasikan dalam pembahasan.

Klasifikasi Jenis Pokok Pembahasan

A. Implikasi Penerapan VSM

VSM digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi pemborosan (*waste*) dalam proses produksi, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Penerapan VSM di industri kimia *batch* di Indonesia berhasil mengurangi *lead time* dan biaya produksi dengan merancang ulang proses produksi sesuai dengan prinsip *lean manufacturing* [3]. Penelitian ini menunjukkan bahwa dengan pemetaan aliran nilai, perusahaan dapat mengidentifikasi langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah dan kemudian merancang proses yang lebih efisien.

Selain itu, Penelitian [2] membahas bagaimana VSM dikombinasikan dengan metodologi DMAIC untuk mengidentifikasi masalah produksi dan meningkatkan efisiensi. Dalam studi kasus pada lini perakitan AC, penggunaan VSM membantu mengidentifikasi pemborosan dalam proses produksi, sementara DMAIC memberikan kerangka kerja yang terstruktur untuk pemecahan masalah. Hasilnya adalah peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan pemborosan, yang berujung pada peningkatan kualitas produk dan pengurangan biaya [20]–[22].

B. Implementasi VSM dalam Sektor Layanan

Selain di sektor manufaktur, VSM juga diterapkan di sektor layanan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas layanan. Penelitian Suryani [36] membahas penerapan VSM di unit gawat darurat (UGD) rumah sakit untuk mengurangi keterlambatan pelayanan. Dengan menggunakan VSM, rumah sakit dapat memetakan aliran nilai dari saat pasien masuk hingga keluar dari UGD, mengidentifikasi *bottleneck* dan langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan

signifikan dalam waktu tunggu pasien dan efisiensi keseluruhan operasional UGD.

Penelitian lainnya oleh Carreras [37] penggunaan VSM untuk memperbaiki proses pemulangan pasien. Dengan memetakan proses pemulangan, rumah sakit dapat mengidentifikasi area yang menyebabkan keterlambatan, seperti koordinasi antar departemen dan manajemen dokumentasi. Implementasi VSM memungkinkan rumah sakit untuk merancang ulang proses pemulangan sehingga menjadi lebih efisien dan mengurangi waktu tunggu pasien sehingga meningkatkan kepuasan pasien [26], [38].

C. Penggunaan Teknologi dalam VSM

Penggunaan teknologi canggih seperti *virtual reality* (VR) dan *augmented reality* (AR) dalam VSM menjadi topik yang menarik. Penelitian oleh Tyagi & Vadrevu [4] mengeksplorasi penggunaan VR untuk memvisualisasikan dan berinteraksi dengan model nyata dalam lingkungan grafis komputer. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk melakukan eksperimen cepat di dunia virtual untuk mencapai kondisi masa depan yang optimal tanpa menghabiskan sumber daya atau menimbulkan biaya tambahan. Studi kasus dalam artikel ini menunjukkan bahwa penerapan VR dalam VSM dapat mengurangi *lead time* lebih dari 40%, ruang lantai 41%, dan tenaga kerja 47% setelah implementasi selama tiga bulan.

AR dapat membantu dalam proses VSM dengan memberikan visualisasi yang lebih baik dan interaktif. Dengan AR, tim produksi dapat melihat aliran nilai secara langsung di lingkungan kerja mereka, membuat identifikasi pemborosan dan perbaikan proses menjadi lebih cepat dan akurat. Studi ini menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam VSM dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional secara signifikan.

D. Kolaborasi dan Komunikasi melalui VSM

Salah satu manfaat VSM adalah peningkatan komunikasi dan kolaborasi antar tim. Penelitian oleh Heinzen, dkk. [7] menunjukkan bagaimana VSM dan kolokasi fisik di kampus Novartis membantu tim berkolaborasi lebih efektif.

Meskipun kolokasi tidak secara langsung meningkatkan kecepatan proses dalam hal *lead times*, tim yang bekerja bersama secara fisik melaporkan pengalaman yang lebih baik dalam hal komunikasi dan pemahaman bersama. VSM *workshop* juga meningkatkan kolaborasi dengan mengarahkan diskusi yang konstruktif dan membantu tim menemukan solusi bersama untuk masalah yang dihadapi [29]–[31].

E. VSM dalam Konteks Keberlanjutan

Penelitian oleh Gholami, dkk. [35] membahas penerapan VSM untuk mencapai tujuan keberlanjutan sosial. Dalam konteks ini, VSM tidak hanya digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi tetapi juga untuk menilai dan meningkatkan kinerja keberlanjutan sosial. Studi ini mengembangkan metodologi *Socio-VSM* yang mengintegrasikan metrik sosial ke dalam pendekatan VSM konvensional, dan menerapkannya dalam industri manufaktur *hard disk drive*. Hasilnya menunjukkan bahwa *Socio-VSM* dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi dan meningkatkan aspek-aspek sosial dari operasi mereka, seperti kesejahteraan karyawan dan kontribusi komunitas.

Penelitian Munoz [39] mengeksplorasi penggunaan VSM untuk tujuan keberlanjutan lingkungan. Dengan memetakan aliran nilai dan mengidentifikasi pemborosan yang berdampak negatif terhadap lingkungan, perusahaan dapat merancang ulang proses mereka untuk mengurangi jejak karbon dan limbah. Studi ini menunjukkan bahwa penerapan *Green VSM* dapat membantu perusahaan mencapai target keberlanjutan lingkungan sekaligus meningkatkan efisiensi.

F. VSM untuk Peningkatan Kualitas

Peningkatan kualitas produk atau layanan adalah salah satu tujuan utama dari penerapan VSM. Penelitian Avaloz [40] membahas bagaimana VSM digunakan untuk mengidentifikasi dan mengurangi cacat dalam proses produksi elektronik. Dengan memetakan proses produksi dan mengidentifikasi langkah-langkah yang menyebabkan cacat, perusahaan dapat mengambil tindakan korektif untuk meningkatkan kualitas produk akhir. Studi ini menunjukkan bahwa penggunaan VSM dapat secara signifikan mengurangi tingkat cacat dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Selain itu, Penelitian Hadzialic [41] mengeksplorasi penerapan VSM di sektor pendidikan untuk meningkatkan kualitas layanan akademik. Dengan memetakan proses administrasi dan layanan mahasiswa, institusi pendidikan dapat mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan dan mengimplementasikan perubahan yang meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan signifikan

dalam kepuasan mahasiswa dan efisiensi operasional.

G. VSM dalam Industri Kecil dan Menengah (UKM)

Industri kecil dan menengah (UKM) menghadapi tantangan unik dalam penerapan VSM karena keterbatasan sumber daya. Namun, VSM tetap menjadi alat yang efektif untuk mengurangi pemborosan dan meningkatkan efisiensi. Penelitian oleh Surya Perdana, dkk. [34] menunjukkan bagaimana UKM yang memproduksi rumah boneka kayu dapat menggunakan VSM untuk mengidentifikasi dan menghilangkan pemborosan dalam proses pengecatan. Studi ini menemukan bahwa pemborosan waktu dalam proses pengecatan dapat dikurangi dengan merancang ulang tata letak tempat kerja dan alur kerja, yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi produksi.

Penelitian lainnya oleh [31] membahas penerapan VSM di industri furnitur. Studi ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan VSM, perusahaan furnitur dapat mengidentifikasi langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah dalam proses produksi mereka dan merancang ulang proses untuk meningkatkan efisiensi. Hasilnya adalah pengurangan *lead time* dan biaya produksi, serta peningkatan kualitas.

H. Pengembangan Metodologi VSM

Pengembangan dan modifikasi metodologi VSM untuk aplikasi yang lebih efektif dalam berbagai konteks adalah topik penting dalam literatur. Penelitian Krishnan [42] mengembangkan pendekatan hibrida yang menggabungkan VSM dengan *Six Sigma* untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi proses. Pendekatan ini menggunakan VSM untuk mengidentifikasi pemborosan dan area yang memerlukan perbaikan, sementara *Six Sigma* memberikan metodologi yang terstruktur untuk analisis dan perbaikan masalah. Studi kasus menunjukkan bahwa pendekatan hibrida ini dapat menghasilkan perbaikan signifikan dalam kualitas produk dan efisiensi operasional.

Penelitian lain oleh [2] membahas penggabungan VSM dengan metodologi DMAIC untuk pemecahan masalah yang lebih terstruktur. Dengan mengintegrasikan VSM dan DMAIC, perusahaan dapat mengidentifikasi masalah produksi dengan lebih efisien dan menerapkan solusi yang efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi pemborosan.

I. VSM untuk Pengurangan Biaya

Penggunaan VSM untuk mengurangi biaya operasional adalah salah satu fokus utama dari banyak penelitian. Penelitian oleh Andryanto [1] menunjukkan bagaimana VSM dapat membantu perusahaan mengidentifikasi area pemborosan yang menyebabkan biaya tinggi. Dengan memetakan

proses bisnis proyek operasi, perusahaan dapat mengoptimalkan penggunaan tenaga kerja dan mengurangi biaya proyek secara keseluruhan. Studi ini menunjukkan bahwa penerapan VSM dapat menghasilkan penghematan biaya yang signifikan dan meningkatkan efisiensi.

Penelitian [43] membahas bagaimana VSM digunakan di industri otomotif untuk mengidentifikasi dan mengurangi biaya produksi. Dengan memetakan aliran nilai dan mengidentifikasi langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah, perusahaan otomotif dapat merancang ulang proses mereka untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan VSM dapat menghasilkan pengurangan biaya yang signifikan dan meningkatkan profitabilitas.

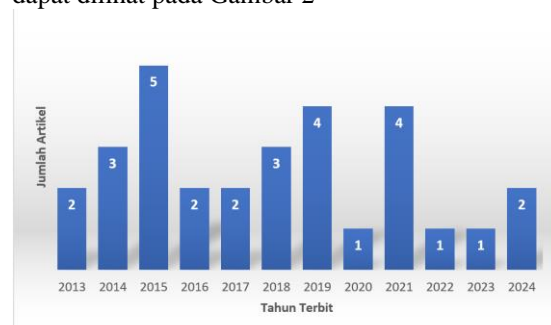
J. Studi Kasus Berbasis Regional

Beberapa artikel menyoroati aplikasi VSM di berbagai wilayah geografis, mengkaji bagaimana konteks lokal mempengaruhi implementasi dan hasil. Penelitian oleh Zhang Wei, dkk. membandingkan penerapan VSM di berbagai negara Asia, termasuk Jepang, China, dan India. Studi ini menunjukkan bahwa meskipun prinsip-prinsip dasar VSM dapat diterapkan secara universal, ada variasi dalam implementasi yang disesuaikan dengan konteks lokal. Misalnya, perusahaan di Jepang lebih fokus pada peningkatan kualitas dan efisiensi, sementara perusahaan di China lebih berfokus pada pengurangan biaya.

Penelitian Pravinprabu [44] mengeksplorasi tantangan dan peluang penerapan VSM di UKM. Studi ini menunjukkan bahwa UKM ini menghadapi tantangan unik seperti keterbatasan sumber daya dan kurangnya dukungan teknologi, tetapi VSM tetap menjadi alat yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adaptasi yang tepat, VSM dapat memberikan manfaat signifikan bagi UKM.

Melalui klasifikasi dan pembahasan dari 30 artikel jurnal ini, dapat disimpulkan bahwa VSM adalah alat yang sangat fleksibel dan efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas di berbagai industri. Penerapan VSM tidak hanya terbatas pada sektor manufaktur, tetapi juga meluas ke sektor layanan, keberlanjutan, dan bahkan pendidikan. Teknologi canggih seperti VR dan AR semakin memperkuat kemampuan VSM untuk melakukan simulasi dan perbaikan proses. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa VSM juga berperan penting dalam meningkatkan kolaborasi tim dan komunikasi, yang secara keseluruhan berdampak positif pada kinerja organisasi. VSM terus berkembang menjadi alat yang relevan dan efektif untuk mengatasi berbagai tantangan operasional di berbagai konteks industri.

Analisis sebaran tahun penerbitan artikel menunjukkan perkembangan yang dinamis dan meningkatnya minat terhadap penerapan VSM dalam konteks laboratorium pengujian. Dimulai pada tahun 2013 dengan dua publikasi, penelitian di bidang ini mulai menunjukkan peningkatan pada tahun 2014 dengan tiga artikel yang diterbitkan. Tren peningkatan ini mencapai puncaknya pada tahun 2015 dengan lima artikel yang diterbitkan. Tahun 2016 dan 2017 masing-masing mencatat dua artikel, menandakan stabilitas dan kesinambungan penelitian di area ini. Pada tahun 2018, terdapat tiga artikel yang kembali menegaskan pentingnya VSM dalam laboratorium pengujian, diikuti oleh empat artikel pada tahun 2019 yang menyoroati berbagai inovasi dan aplikasi praktis dari metode ini. Namun, pada tahun 2020 hanya terdapat satu artikel yang diterbitkan, yang mungkin mencerminkan dampak dari perubahan global atau fokus penelitian yang sementara bergeser. Tahun 2021 kembali menunjukkan peningkatan dengan empat artikel yang diterbitkan. Pada tahun 2022, hanya satu artikel yang diterbitkan, tetapi ini diimbangi oleh kontribusi pada tahun 2023 dan 2024 dengan masing-masing satu dan dua artikel yang diterbitkan. Ini menunjukkan bahwa fluktuasi dalam jumlah publikasi, minat terhadap penerapan VSM tetap konsisten dan relevan. Sebaran publikasi dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Sebaran tahun terbit artikel jurnal

Secara keseluruhan, analisis sebaran tahun ini mengindikasikan bahwa penelitian mengenai VSM dalam laboratorium pengujian telah menjadi topik yang semakin penting dan mendapat perhatian dari komunitas ilmiah. Fluktuasi dalam jumlah publikasi dari tahun ke tahun dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk prioritas penelitian, perkembangan teknologi, dan kebutuhan praktis di lapangan. Namun, tren keseluruhan menunjukkan peningkatan yang stabil dan berkelanjutan dalam penerapan VSM untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasi laboratorium pengujian.

IV. PEMBAHASAN

Pembahasan hasil penelitian dari 30 artikel yang telah dianalisis menunjukkan berbagai aspek

penting terkait penerapan VSM dalam berbagai konteks industri dan sektor. VSM terbukti sebagai alat yang sangat efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan, dan meningkatkan kualitas produk serta layanan. Implementasi VSM mencakup berbagai pendekatan dan metodologi yang berbeda, masing-masing disesuaikan dengan konteks dan kebutuhan spesifik dari sektor atau industri.

Laboratorium pengujian memainkan peran penting dalam berbagai industri, termasuk manufaktur, farmasi, kimia, dan kesehatan, dengan memastikan kualitas dan keamanan produk melalui berbagai uji dan analisis. Penerapan VSM dalam laboratorium pengujian memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi waktu siklus, dan meningkatkan kualitas hasil pengujian. Berikut adalah pembahasan mendalam mengenai aplikasi VSM dalam laboratorium pengujian berdasarkan berbagai penelitian yang telah dikaji [27], [32]

Salah satu tujuan utama dari penerapan VSM adalah mengurangi waktu siklus total. Dalam laboratorium pengujian, waktu siklus adalah waktu yang dibutuhkan dari saat sampel diterima hingga hasil pengujian dilaporkan. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan VSM dapat secara signifikan mengurangi waktu siklus dengan mengidentifikasi dan mengeliminasi langkah-langkah yang tidak perlu [12]–[15], [29], [30].

Sebuah laboratorium pengujian di industri farmasi yang menggunakan VSM menemukan bahwa banyak waktu dihabiskan untuk langkah-langkah manual dalam analisis data. Dengan mengotomatisasi beberapa langkah analisis dan mengintegrasikan sistem informasi laboratorium, laboratorium tersebut mampu mengurangi waktu siklus dari 10 hari menjadi 5 hari. Ini tidak hanya mempercepat waktu penyelesaian pengujian tetapi juga meningkatkan *throughput* laboratorium, memungkinkan lebih banyak sampel untuk diuji dalam periode waktu yang sama.

VSM juga membantu dalam meningkatkan kualitas hasil pengujian dengan mengurangi variabilitas dalam proses dan memastikan bahwa setiap langkah dalam proses pengujian dilakukan dengan konsisten dan sesuai standar. Dalam laboratorium pengujian, variasi dalam proses dapat menyebabkan kesalahan dalam hasil pengujian, yang dapat berdampak negatif pada akurasi hasil.

Studi menunjukkan bahwa dengan menggunakan VSM, laboratorium dapat mengidentifikasi sumber variabilitas dalam proses pengujian dan mengambil langkah-langkah untuk menguranginya. Sebuah laboratorium pengujian bahan kimia menggunakan VSM untuk memetakan proses analisis spektrum dan menemukan bahwa variasi dalam persiapan sampel adalah sumber utama kesalahan. Dengan standarisasi prosedur persiapan sampel dan pelatihan staf, laboratorium

tersebut mampu mengurangi variasi dan meningkatkan akurasi. Salah satu manfaat utama dari penerapan VSM adalah peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan biaya. Dalam laboratorium pengujian, ini dapat dicapai dengan mengeliminasi langkah-langkah yang tidak memberikan nilai tambah, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mengurangi waktu tunggu.

Sebuah laboratorium pengujian lingkungan yang menggunakan VSM menemukan bahwa waktu tunggu untuk penggunaan peralatan analisis adalah salah satu sumber pemborosan terbesar. Dengan mengatur ulang jadwal penggunaan peralatan dan meningkatkan koordinasi antar tim, laboratorium tersebut mampu mengurangi waktu tunggu dan meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan. Hasilnya, laboratorium tersebut tidak hanya mampu mengurangi biaya operasional tetapi juga meningkatkan kapasitas pengujian tanpa perlu investasi tambahan dalam peralatan baru.

Secara keseluruhan, hasil penelitian dari 30 artikel ini menunjukkan bahwa VSM adalah alat yang sangat fleksibel dan efektif yang dapat diterapkan di berbagai sektor dan industri untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi pemborosan, meningkatkan kualitas, dan mencapai tujuan keberlanjutan. Penggunaan teknologi canggih dan integrasi dengan metodologi lain semakin memperkuat kemampuan VSM untuk memberikan hasil yang optimal dalam berbagai konteks. Adaptasi lokal dan pengembangan metodologi yang sesuai dengan kebutuhan spesifik dari setiap sektor atau industri adalah kunci untuk keberhasilan penerapan VSM.

V. KESIMPULAN

Perkembangan dunia yang semakin kompetitif dan berbasis teknologi saat ini, laboratorium pengujian memainkan peran yang sangat penting dalam memastikan kualitas dan keamanan produk di berbagai sektor industri. Hasil *review* dari 30 artikel didapatkan bahwa efisiensi operasional dan akurasi hasil pengujian adalah kunci untuk keberhasilan laboratorium ini. VSM adalah sebuah metode yang berasal dari prinsip *lean*, telah muncul sebagai alat yang sangat berguna untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional laboratorium pengujian. VSM membantu dalam mengidentifikasi pemborosan, meningkatkan aliran kerja, dan mengoptimalkan proses bisnis secara keseluruhan. Oleh karena itu sangat penting menerapkan pendekatan Lean dengan alat VSM. Ke depannya perlu mengembangkan VSM dengan mengintegrasikan dengan digitalisasi.

REFERENSI

- [1] A. Andryanto and I. Vanany, "Application of Value Stream Mapping on Operating Project Business

- Process at Nickel Mining Industry,” *IPTEK J. Proc. Ser.*, vol. 0, no. 6, p. 296, 2021, doi: 10.12962/j23546026.y2020i6.11113.
- [2] W. Guo, P. Jiang, L. Xu, and G. Peng, “Integration of value stream mapping with DMAIC for concurrent Lean-Kaizen: A case study on an air-conditioner assembly line,” *Adv. Mech. Eng.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–17, 2019, doi: 10.1177/1687814019827115.
- [3] S. R. Lie and R. D. Kusumastuti, “Process improvement using value stream mapping and lean methodology: a case study application in batch chemical process industry,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1072, no. 1, p. 012015, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1072/1/012015.
- [4] S. Tyagi and S. Vadrevu, “Immersive virtual reality to vindicate the application of value stream mapping in an US-based SME,” *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 81, no. 5–8, pp. 1259–1272, 2015, doi: 10.1007/s00170-015-7301-1.
- [5] I. Setiawan, O. Tumanggor, and H. H. Purba, “Value Stream Mapping: Literature Review and Implications for Service Industry,” *J. Sist. Tek. Ind.*, vol. 23, no. 2, pp. 155–166, 2021, doi: 10.32734/jsti.v23i2.6038.
- [6] A. Afif and R. Purwaningsih, “Analisis Waste Pada Industri Mebel Dengan Menggunakan Pendekatan Lean Manufacturing Studi Kasus: CV. Jati Mas Semarang,” *J@Ti Undip J. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 4, pp. 1–9, 2018, doi: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/18331>.
- [7] M. Heinzen, S. Mettler, A. Coradi, and R. Boutellier, “A new application of value-stream mapping in new drug development: A case study within Novartis,” *Drug Discov. Today*, vol. 20, no. 3, pp. 301–305, 2015, doi: 10.1016/j.drudis.2014.10.009.
- [8] Z. Huang, J. Kim, A. Sadri, S. Doweiy, and M. S. Dargusch, “Industry 4.0: Development of a multi-agent system for dynamic value stream mapping in SMEs,” *J. Manuf. Syst.*, vol. 52, no. November 2018, pp. 1–12, 2019, doi: 10.1016/j.jmsy.2019.05.001.
- [9] T. Takeda Yokoyama, S. Ledoux Takeda-Berger, M. A. de Oliveira, A. H. Futami, L. Veriano Oliveira Dalla Valentina, and E. Morosini Frazzon, “Bayesian networks as a guide to value stream mapping for lean office implementation: a proposed framework,” *Oper. Manag. Res.*, vol. 16, no. 1, pp. 49–79, 2023, doi: 10.1007/s12063-022-00274-8.
- [10] A. En-nhaili, A. Meddaoui, and D. Bouami, “A new tool for maintenance performance measurement using value stream mapping and time-driven activity-based costing,” *Int. J. Process Manag. Benchmarking*, vol. 5, no. 2, pp. 171–193, 2015.
- [11] W. Kosasih, I. K. Sriwana, E. C. Sari, and C. O. Doaly, “Applying value stream mapping tools and kanban system for waste identification and reduction (case study: A basic chemical company),” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 528, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/528/1/012050.
- [12] D. Kolich, Y. L. Yao, N. Fafandjel, and M. Hadjina, “Value Stream Mapping Micropanel Assembly With Clustering to Improve Flow A Shipyard,” pp. 85–88, 2014.
- [13] J. M. Rohani and S. M. Zahraee, “Production Line Analysis via Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process of Color Industry,” *Procedia Manuf.*, vol. 2, no. February, pp. 6–10, 2015, doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.002.
- [14] G. L. Tortorella, F. S. Fogliatto, M. Anzanello, G. A. Marodin, M. Garcia, and R. Reis Esteves, “Making the value flow: application of value stream mapping in a Brazilian public healthcare organisation,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 28, no. 13–14, pp. 1544–1558, Nov. 2017, doi: 10.1080/14783363.2016.1150778.
- [15] C.-N. Wang, T. T. B. C. Vo, Y.-C. Chung, Y. Amer, and L. T. Truc Doan, “Improvement of Manufacturing Process Based on Value Stream Mapping: A Case Study,” *Eng. Manag. J.*, vol. 36, no. 3, pp. 300–318, Jun. 2024, doi: 10.1080/10429247.2023.2265793.
- [16] S. C. Simamora, V. Gaffar, and M. Arief, “Systematic Literatur Review Dengan Metode Prisma: Dampak Teknologi Blockchain Terhadap Periklanan Digital,” *J. Ilm. M-Progress*, vol. 14, no. 1, pp. 1–11, 2024, doi: 10.35968/m-pu.v14i1.1182.
- [17] H. Kurnia, O. S. P. Tumanggor, and C. Jaqin, “Lean Six Sigma: Literature Review and Implementation for Textile and Textile Product (TTP) Industries,” *3rd Mercu Buana Conf. Ind. Eng. 2021*, pp. 1–11, 2021.
- [18] J. A. L. Anjalee, V. Rutter, and N. R. Samaranyake, “Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to improve medication safety : a systematic review,” pp. 1–7, 2020, doi: 10.1136/postgradmedj-2019-137484.
- [19] C. W. Michael, K. Naik, and M. McVicker, “Value stream mapping of the pap test processing procedure a lean approach to improve quality and efficiency,” *Am. J. Clin. Pathol.*, vol. 139, no. 5, pp. 574–583, 2013, doi: 10.1309/AJCP1WKS7DJXEEQQ.
- [20] M. Natakusuma, N. Hidayatullah, and H. H. Purba, “Reducing Turn around Time in Laboratory using Value Stream Mapping,” *Int. J. Recent Eng. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 16–21, 2018, doi: 10.14445/23497157/ijres-v5i1p104.
- [21] L. M. Anderson, J. R. Jabczynski, L. Schwaegerle, F. A. Meier, and G. Sharma, “Implementation of Value Stream Mapping (VSM) to Measure Baseline Process Capacity at a Medical Center Laboratory,” *Am. J. Clin. Pathol.*, vol. 140, no. suppl 1, pp. A227–A227, 2013, doi: 10.1093/ajcp/140.suppl1.227.
- [22] C. Oberhausen and P. Plapper, “Value stream management in the lean manufacturing laboratory,” *Procedia CIRP*, vol. 32, no. Clf, pp. 144–149, 2015, doi: 10.1016/j.procir.2015.02.087.
- [23] P. Trebuna, M. Pekarcikova, and M. Edl, “Digital Value Stream Mapping Using the Technomatrix Plant Simulation Software,” *Int. J. Simul. Model*, vol. 18, no. 1, pp. 19–32, 2019.
- [24] S. B. Dighe and A. Kakirde, “Lean Manufacturing Implementation Using Value Stream Mapping: A Case study of Pumps Manufacturing Company,” *Int. J. Sci. Res.*, vol. 3, no. 6, pp. 2492–2498, 2014.
- [25] A. Brown, J. Amundson, and F. Badurdeen, “Sustainable value stream mapping (Sus-VSM) in different manufacturing system configurations: Application case studies,” *J. Clean. Prod.*, vol. 85, pp. 164–179, 2014, doi: 10.1016/j.jclepro.2014.05.101.
- [26] A. Bal, C. Ceylan, and C. Taçoğlu, “Using value stream mapping and discrete event simulation to improve efficiency of emergency departments,” *Int. J. Healthc. Manag.*, vol. 10, no. 3, pp. 196–206, 2017, doi: 10.1080/20479700.2017.1304323.
- [27] H. nan Wang, Q. qi He, Z. Zhang, T. Peng, and R. zhong Tang, “Framework of automated value stream mapping for lean production under the Industry 4.0 paradigm,” *J. Zhejiang Univ. Sci. A*, vol. 22, no. 5, pp. 382–395, 2021, doi: 10.1631/jzus.A2000480.
- [28] S. Gupta, S. Kapil, and M. Sharma, “Improvement of laboratory turnaround time using lean methodology,” *Int. J. Health Care Qual. Assur.*, vol. 31, no. 4, pp. 295–308, Jan. 2018, doi: 10.1108/IJHCQA-08-2016-0116.
- [29] S. Nallusamy, “Enhancement of productivity and efficiency of CNC machines in a small scale industry using total productive maintenance,” *Int. J. Eng. Res. Africa*, vol. 25, no. August, pp. 119–126, 2016, doi: 10.4028/www.scientific.net/JERA.25.119.

- [30] A. P. Lacerda, A. R. Xambre, and H. M. Alvelos, "Applying Value Stream Mapping to eliminate waste: A case study of an original equipment manufacturer for the automotive industry," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 54, no. 6, pp. 1708–1720, 2016, doi: 10.1080/00207543.2015.1055349.
- [31] D. A. Lestari and A. Subroto, "Performance Efficiency of Quality Control Laboratory Through Implementation of Lean Operation," *J. Manaj. dan Kewirausahaan*, vol. 24, no. 1, pp. 64–72, 2022, doi: 10.9744/jmk.24.1.64-72.
- [32] R. A. Wulandari, H. Prastawa, and W. Budiawan, "Quality Improvement of The Public Service of The Metal Contamination Testing Laboratory Using Lean Six Sigma Approach (Case Study)," *Formosa J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 4, pp. 861–880, 2024.
- [33] A. O. İNCE, U., AYVAZ, B., ÖZTÜRK, F., KUŞAKÇI, "Value Stream Mapping in Lean Production and an Application in the Textile Sector," *J. International Trade, Logist. Law*, vol. 4, no. 1, pp. 111–125, 2018.
- [34] S. Perdana, Tiara, and A. Rahman, "Waste Analysis in the Painting Process of Doll Houses Using Value Stream Mapping (VSM)," vol. 512, no. Icoflex 2019, pp. 0–5, 2021, doi: 10.2991/assehr.k.201230.022.
- [35] H. Gholami, dkk., "Social Value Stream Mapping (Socio-VSM): Methodology to Societal Sustainability Visualization and Assessment in the Manufacturing System," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 131638–131648, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2940957.
- [36] R. Suryani, W. S. Ciptono, and Satibi, "Analysis of Outpatient Service at a Public Hospital in Yogyakarta Using Lean Hospital Approachment," *J. Manaj. dan Pelayanan Farm.*, vol. 7, no. September, pp. 132–141, 2017.
- [37] P. I. Vidal-Carreras, J. J. Garcia-Sabater, and J. A. Marin-Garcia, "Applying Value Stream Mapping to Improve the Delivery of Patient Care in the Oncology Day Hospital.," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 19, no. 7, Apr. 2022, doi: 10.3390/ijerph19074265.
- [38] Y. Zhai, Z. Lv, J. Zhao, W. Wang, and H. Leung, "Data-driven inference modeling based on an on-line Wang-Mendel fuzzy approach," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 551, pp. 113–127, 2021, doi: 10.1016/j.ins.2020.10.018.
- [39] A. Muñoz-Villamizar, J. Santos, J. J. Garcia-Sabater, A. Lleo, and P. Grau, "Green value stream mapping approach to improving productivity and environmental performance," *Int. J. Product. Perform. Manag.*, vol. 68, no. 3, pp. 608–625, 2019, doi: 10.1108/IJPPM-06-2018-0216.
- [40] M. C. Prieto-avalos, C. R. Navarro-gonzález, A. González-angeles, and S. V. Medina-león, "Reduction waste by combining lean manufacturing and six sigma in an electronics industry," *Res. J. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 8, no. 13, pp. 1558–1562, 2014, doi: 10.19026/rjaset.8.1133.
- [41] L. Brouwer-Hadzialic and V. Wiegel, "Case study: Using value stream mapping in the educational process - How focusing on student actions can help depict the teaching process," *Int. J. Six Sigma Compet. Advant.*, vol. 10, no. 1, pp. 50–61, 2016, doi: 10.1504/IJSSCA.2016.080451.
- [42] S. Krishnan, K. Mathiyazhagan, and V. R. Sreedharan, "Developing a hybrid approach for lean six sigma project management: A case application in the reamer manufacturing industry," *IEEE Trans. Eng. Manag.*, vol. 69, no. 6, pp. 2897–2914, 2021, doi: 10.1109/TEM.2020.3013695.
- [43] S. Nallusamy and M. A. Adil Ahamed, "Implementation of lean tools in an automotive industry for productivity enhancement - A case study," *Int. J. Eng. Res. Africa*, vol. 29, no. 1, pp. 175–185, 2017, doi: 10.4028/www.scientific.net/JERA.29.175.
- [44] T. Pravinprabu, S. J. Rajarajan, P. Kannan, and T. Jayakumar, "Analysis of lean implementation and practices in SME's using VSM," *AIP Conf. Proc.*, vol. 3037, no. 1, p. 20043, Apr. 2024, doi: 10.1063/5.0196618.