

ARTIKEL PENELITIAN

Penerapan Model Lean Six Sigma Dalam Menurunkan Waktu Tunggu Layanan Pra-Analitik Di Laboratorium Rumah Sakit Fatmawati Jakarta

*Dewi Inderiati¹⁾, Danni Hidayat²⁾, Lidya Utamai²⁾, Citra Amaniah Anhar¹⁾

¹⁾Program Studi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jakarta III, Jakarta, Indonesia

²⁾Laboratory Department, Fatmawati Hospital, Jakarta, Indonesia

*Correspondence author : Dewi Inderiati, dregina.biomedic@gmail.com, Jakarta, Indonesia,

Abstrak

Kesalahan pra-analitik merupakan kontributor utama ketidaktepatan hasil laboratorium yang menyumbang hingga 70% kesalahan pemeriksaan. Rumah Sakit Fatmawati menghadapi permasalahan lamanya waktu tunggu pasien di laboratorium yang berdampak pada kualitas pelayanan dan kepuasan pasien. Lean Six Sigma (LSS) menawarkan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan mengurangi kesalahan serta pemborosan. Penelitian ini bertujuan menerapkan model LSS untuk meningkatkan efisiensi layanan pra-analitik di Rumah Sakit Fatmawati. Metode yang digunakan studi pendekatan *action research* dengan kerangka DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan audit proses. Analisis dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan LSS berhasil menurunkan waktu tunggu secara signifikan, dari rata-rata 129,13 menit menjadi 83,04 menit (penurunan 46,09 menit atau 35,7%). Perubahan ini dicapai melalui eliminasi aktivitas non-value added dan optimalisasi alur pelayanan. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penerapan LSS efektif diterapkan pada layanan pra-analitik laboratorium untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas pelayanan.

Kata Kunci : *Lean Six Sigma*, Waktu Tunggu, Pra-Analitik, Pelayanan Laboratorium

Abstract

Pre-analytical errors represent a major source of inaccuracy in laboratory testing, contributing to approximately 70% of total diagnostic errors. At Fatmawati Hospital, prolonged patient waiting times within the laboratory workflow have emerged as a critical issue, adversely affecting both service quality and patient satisfaction. Lean Six Sigma (LSS) provides a structured methodology to systematically identify, analyze, and eliminate process inefficiencies and errors. This study aimed to apply the LSS framework to enhance the operational efficiency of pre-analytical laboratory services. An action research design was employed, utilizing the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) model. Data collection methods included direct observation, structured interviews, and process audits, with subsequent analysis conducted using descriptive and inferential statistics. Implementation of LSS led to a statistically significant reduction in patient waiting times, decreasing from a mean of 129.13 minutes to 83.04 minutes — an improvement of 46.09 minutes or approximately 35.7%. This outcome was achieved through the elimination of non-value-added activities and the optimization of service pathways. In summary, the findings demonstrate that Lean Six Sigma is an effective approach for improving efficiency and service quality within pre-analytical laboratory operations. The results underscore the potential of LSS to serve as a transformative tool in laboratory process management.

Keywords: *Lean Six Sigma, Waiting Time, Pre-analytical Process, Laboratory Services*

PENDAHULUAN

Rumah sakit merupakan merupakan fasilitas pelayanan kesehatan yang menyediakan layanan kesehatan perorangan mencakup rawat inap, rawat jalan, gawat darurat, serta layanan penunjang lainnya dengan berorientasi pada keselamatan dan mutu (Permenkes RI, 2022). Dalam sistem layanan kesehatan, laboratorium klinik merupakan komponen vital dalam sistem pelayanan kesehatan, menyediakan data diagnostik yang mendukung pengambilan keputusan medis (Ibrahim *et al.*, 2022). Namun demikian, tantangan utama yang dihadapi laboratorium saat ini adalah meningkatnya beban kerja dengan sumber daya yang terbatas, sehingga memerlukan upaya peningkatan efisiensi dan efektivitas yang mencakup mulai dari proses permintaan pemeriksaan hingga pengolahan spesimen sebelum analisis (Isa *et al.*, 2020). Sebagian besar kesalahan dalam proses laboratorium terjadi pada fase pra-analitik, yang mencakup hampir 70% dari keseluruhan kesalahan laboratorium (Wahyu Wijayati & Ayuningtyas, 2021). Tahapan pra-analitik meliputi persiapan pasien, pengambilan spesimen, transportasi, penerimaan, hingga pelabelan sampel (Putri *et al.*, 2023). Kesalahan pada fase ini berdampak signifikan terhadap keakuratan hasil laboratorium, yang berpotensi mempengaruhi hingga 60-70% keputusan medis (Prasetio *et al.*, 2023; Parkavi *et al.*, 2024). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Mukhopadhyay *et al.*, 202) mencatat bahwa lebih dari 50% kesalahan laboratorium terjadi pada fase pra analitik masih menjadi sumber utama kesalahan, meliputi identifikasi pasien, pengambilan, dan penanganan spesimen yang tidak tepat.

Rumah Sakit Fatmawati sebagai salah satu rumah sakit rujukan nasional memiliki jumlah kunjungan laboratorium yang sangat tinggi, mencapai 70-80 ribu tes per bulan, sehingga mengakibatkan beban layanan yang berat (Laporan Bulanan Instalasi Laboratorium RS Fatmawati, 2024). Kapasitas ruang tunggu yang terbatas dan waktu tunggu pasien hingga 2-3 jam menyebabkan keluhan pasien dan menurunkan kualitas pelayanan (Bahiizza *et al.*, 2023). Upaya manajemen mutu fokus pada tahap analitik sudah diterapkan melalui penggunaan *Westgard Rule* dan *Six Sigma*, namun pada tahap pra-analitik belum optimal (Prasetio *et al.*, 2023). Hal ini terjadi karena tahap pra analitik sendiri memiliki serangkaian variabel dan beberapa titik kritis yang terkait dengan berbagai kesalahan (Putri *et al.*, 2023). Perubahan sistem informasi ke sistem digital (EMR) pun turut menjadi tantangan baru, seperti ketidaksesuaian permintaan pemeriksaan dan edukasi pengguna yang belum optimal (Sari *et al.*, 2023). Waktu tunggu pasien di laboratorium menjadi salah satu indikator penting dalam

mutu pelayanan kesehatan (Yunitasari, 2018).

Lean Six Sigma (LSS) adalah metodologi yang menggabungkan prinsip Lean (eliminasi pemborosan) dan Six Sigma (pengurangan variasi) untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas proses. *Lean Six Sigma* telah lama diadopsi di sektor industri dan mulai diterapkan di layanan kesehatan untuk mengurangi pemborosan dan variasi proses (Thakur et al., 2022). Dalam konteks laboratorium klinik, penerapan LSS telah terbukti efektif dalam mengurangi waktu tunggu, meningkatkan kepuasan pasien, dan memastikan kepatuhan terhadap standar kualitas. Penelitian yang dilakukan Ibrahim et al. (2022), melaporkan bahwa penerapan LSS di laboratorium universitas di Mesir meningkatkan ketepatan dan menurunkan *turnaround time*. Metode ini bekerja dengan mengidentifikasi dan menghilangkan aktivitas non-value added, mempercepat aliran proses, serta meningkatkan keselamatan pasien (Firman et al., 2019). Penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa implementasi LSS mampu meningkatkan ketepatan waktu hasil laboratorium, mengurangi variasi proses, dan meningkatkan produktivitas tenaga kesehatan (Wardani et al., 2023; Rachh et al., 2023). Selain itu, penerapan LSS selaras dengan standar akreditasi laboratorium internasional seperti ISO 15189:2022 yang mengedepankan manajemen mutu dan kompetensi teknis (ISO, 2022). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengevaluasi penerapan LSS pada layanan pra-analitik di Laboratorium RSUP Fatmawati.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif observasional analitik untuk mengevaluasi penerapan *Lean Six Sigma* dalam meningkatkan efisiensi waktu tunggu layanan pra-analitik di laboratorium. Pendekatan ini sesuai untuk mengamati perubahan alur dan waktu pelayanan sebelum dan sesudah intervensi Lean Six Sigma tanpa manipulasi variabel secara langsung. Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium RSUP Fatmawati Jakarta Selatan selama tiga bulan, yaitu dari Maret hingga Juni 2024. Populasi penelitian adalah seluruh pasien rawat jalan dari poliklinik yang melakukan pemeriksaan laboratorium selama periode penelitian. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling* dan ditentukan menggunakan rumus Slovin dengan jumlah minimum 98 hingga maksimum 370 pasien dengan margin of error 5–10%.

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu: data dikumpulkan

melalui observasi langsung terhadap proses layanan pra-analitik dan pencatatan waktu tunggu pasien menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan. Kegiatan dikategorikan ke dalam value added, necessary non value added, dan non value added. Pengelompokan aktivitas ini mengacu pada prinsip *Value Stream Mapping* dalam Lean Healthcare, di mana aktivitas diklasifikasikan menurut kontribusinya terhadap nilai pelayanan. Aktivitas *Value Added* (VA) merupakan kegiatan yang memberikan nilai langsung bagi pasien, seperti pengambilan spesimen dan verifikasi data yang tepat. *Necessary Non-Value Added* (NNVA) mencakup kegiatan administratif yang dibutuhkan seperti entri data ke Sistem Informasi Manajemen Rumah Sakit (SIMRS). Sedangkan *Non-Value Added* (NVA) meliputi kegiatan seperti antrean ganda dan input berulang yang tidak diperlukan dan dapat dieliminasi (Thakur et al., 2022; Ibrahim et al., 2022; dan Firman et al., 2019). Penerapan Lean Six Sigma mengikuti tahapan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) untuk memodifikasi alur pelayanan. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan statistik deskriptif kuantitatif untuk mengetahui rerata, distribusi waktu tunggu, serta perbandingan sebelum dan sesudah penerapan *Lean Six Sigma*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

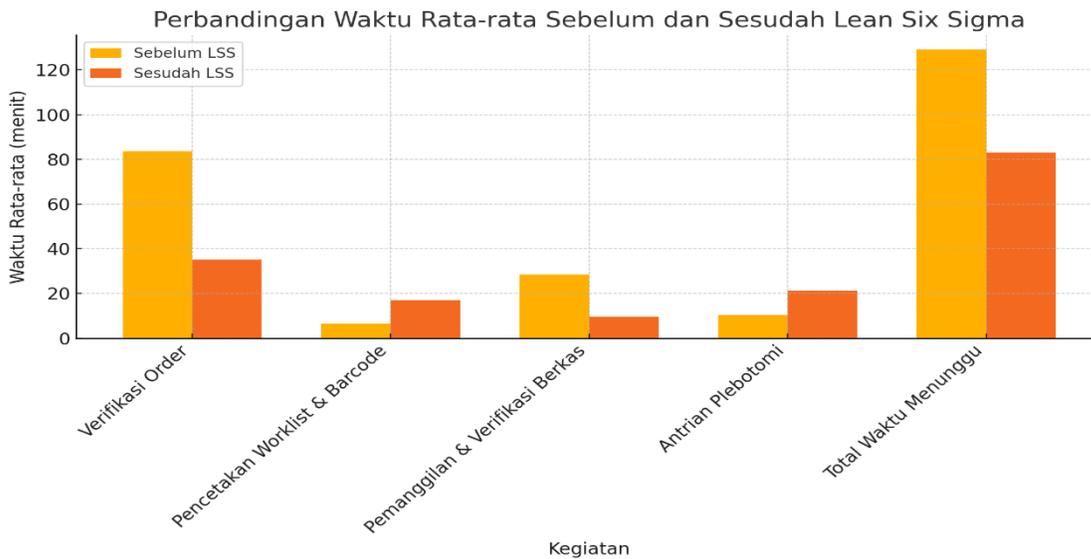
Penerapan *Lean Six Sigma* (LSS) diharapkan dapat mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas *non-value added* (NVA), serta mengoptimalkan alur tahap pra analitik pelayanan laboratorium khususnya pada pasien yang melakukan pemeriksaan dari poli rawat jalan. Kegiatan di mulai dari pengambilan nomor antrian sampai dengan dilakukan plebotomi untuk mengambil sampel pemeriksaan, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1.
Kegiatan Pendaftaran Layanan Pemeriksaan Laboratorium Rawat Jalan

No	Kegiatan	Value added	Nessesary non value added	Non value added
1	Pengambilan nomor antrian	√		
2	Cek validitas bukti layanan			√
3	Cek kesesuaian bukti layanandengan data pasien	√		
4	Cek tanggal order		√	

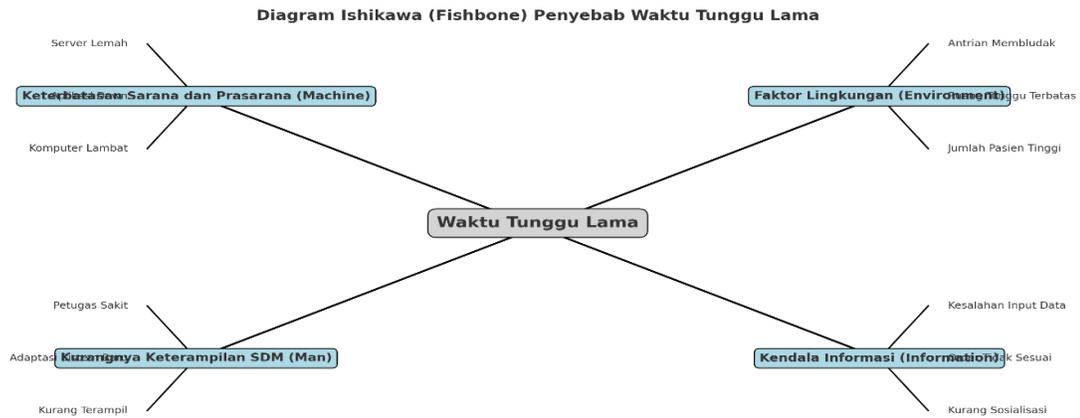
5	Cek nama dokter		√
6	Cek jenis order pemeriksaan	√	
7	Cek persiapan pasien		√
8	Perubahan order pemeriksaan		√
9	Cetak bukti layanan		√
10	Cetak worklist	√	
11	Cetak barcode	√	
12	Penyatuan bukti layanan, barcodedan worklist		√
13	Penempelan bukti pengambilanhasil pemeriksaan	√	
14	Cek kesesuaian worklist dan barcode		√
15	Cek kesesuaian data pasien dengan worklist dan barcode		√

Berdasarkan Tabel 1 observasi awal di atas, ditemukan bahwa alur pelayanan pra-analitik terdiri dari 15 kegiatan, dengan rincian *Value Added* (VA) terdapat 6 kegiatan (40%), *Necessary Non-Value Added* (NNVA) terdapat 5 kegiatan (33,33%), dan *Non-Value Added* (NVA) terdapat 4 kegiatan (26,67%).



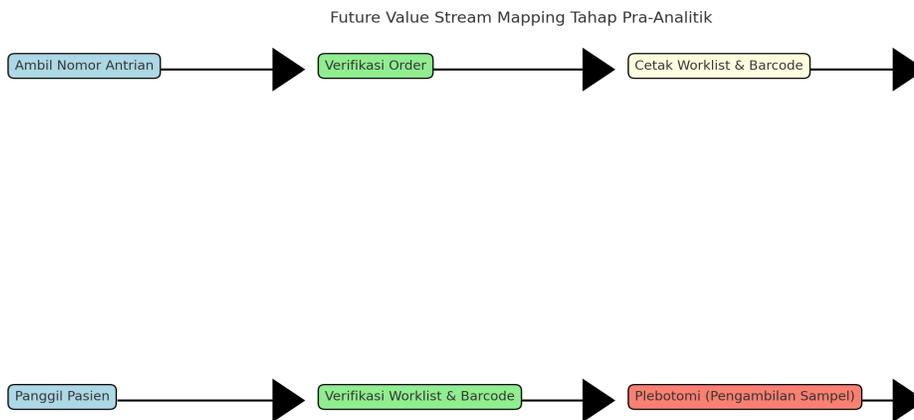
Gambar 1. Grafik Perbandingan Waktu Rata-rata Sebelum dan Sesudah Penerapan Lean Sig Sigma

Berdasarkan Gambar 1 di atas, bahwa penerapan Lean Sig Sigma terjadi penurunan waktu tunggu terutama pada kegiatan verifikasi order dan pemanggilan atau verifikasi berkas. Penurunan berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan kelancaran alur layanan pra-analitik di laboratorium.



Gambar 2. Diagram Ishikawa Penyebab Waktu Tunggu Lama

Berdasarkan Gambar 2 ini, menunjukkan secara rinci penyebab utama waktu tunggu lama pada layanan pra-analitik laboratorium RS. Fatmawati. Faktor-faktor penyebab meliputi keterbatasan sarana dan prasarana, kurangnya keterampilan SDM, faktor lingkungan, dan kendala informasi. Setiap faktor diuraikan lebih detail dalam sub-faktor yang berkontribusi terhadap lambatnya aliran pelayanan.



Gambar 3. Future Value Stream Mapping Tahap Pra-Analitik

Gambar 3, terdiri dari dua bagian yang disusun berdampingan untuk membandingkan proses layanan pra-analitik sebelum dan sesudah penerapan Lean Six Sigma. Diagram ini

bukan merupakan grafik berkelanjutan, melainkan dua kondisi yang berbeda dalam kerangka *Value Stream Mapping* (VSM). Aktivitas yang dikategorikan sebagai *Non-Value Added* (NVA) dalam penelitian ini mencakup antrean ganda, input data berulang, verifikasi manual berkas pasien, dan pemanggilan pasien yang tidak terstandar. Sementara itu, aktivitas *Value Added* (VA) meliputi pengambilan spesimen, verifikasi identitas, dan proses input hasil ke sistem SIMRS. Pada kondisi awal, total waktu layanan pra-analitik mencapai 129,13 menit. Setelah perbaikan proses, total waktu menurun menjadi 83,04 menit, menghasilkan efisiensi waktu sebesar 46,09 menit atau sekitar 35,7% lebih cepat. Penurunan waktu paling signifikan terjadi pada proses verifikasi berkas dan pemanggilan pasien (Thakur et al., 2022; Ibrahim et al., 2022; dan Firman et al., 2019).

Pembahasan

Tahap pra-analitik dalam pelayanan laboratorium dikenal sebagai fase yang paling krusial dan rentan terhadap terjadinya kesalahan. Sejumlah penelitian menyebutkan bahwa 60 hingga 70 persen kesalahan laboratorium bersumber dari tahap ini (Thakur, Jain, & Lamba, 2022). Kesalahan yang terjadi umumnya meliputi pengambilan spesimen yang tidak tepat, kesalahan pelabelan, dan ketidaksesuaian pengiriman spesimen. Dampaknya bukan hanya terhadap validitas hasil pemeriksaan, namun juga berdampak pada proses pengambilan keputusan klinis (Ibrahim, Ghaly, & Al-Ali, 2022). Situasi serupa terjadi di Laboratorium RS. Fatmawati yang menjadi objek penelitian ini. Rumah sakit rujukan nasional ini menghadapi tantangan signifikan berupa tingginya volume pasien dan keterbatasan ruang tunggu, sehingga memicu terjadinya waktu tunggu layanan laboratorium yang panjang (Firman, Rahmawati, & Santosa, 2019).

Penerapan Lean Six Sigma (LSS) dengan pendekatan DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) dalam penelitian ini terbukti memberikan solusi yang efektif. Aktivitas-aktivitas layanan pra-analitik dianalisis dan dikelompokkan menjadi aktivitas yang bernilai tambah (*Value Added/VA*), aktivitas perlu namun tidak bernilai tambah (*Necessary Non Value Added/NNVA*), serta aktivitas yang tidak bernilai tambah (*Non Value Added/NVA*). Hal ini berdampak nyata pada penurunan waktu tunggu pasien, terutama pada tahap verifikasi order dan pemanggilan/verifikasi berkas. Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan hasil studi oleh Ibrahim et al (2022) dan Inal et al., (2017), yang menunjukkan bahwa

penerapan pendekatan Lean Six Sigma di lingkungan laboratorium klinik mampu mempercepat proses pelayanan dan secara signifikan mengurangi waktu tunggu hasil pemeriksaan secara signifikan (Ibrahim, Ghaly, & Al-Ali, 2022; Inal, Serdar, & Ozturk, 2017).

Selain efisiensi proses, penelitian ini juga menyoroti faktor penyebab utama terjadinya waktu tunggu yang lama. Melalui penggunaan Diagram Ishikawa, diketahui bahwa permasalahan berakar pada keterbatasan sarana dan prasarana, kurangnya keterampilan SDM, faktor lingkungan, serta kendala informasi. Penemuan ini sejalan dengan penelitian Jain et al. (2022) yang menegaskan bahwa identifikasi akar penyebab merupakan langkah fundamental dalam penerapan Lean Six Sigma untuk menjamin keberhasilan perbaikan berkelanjutan.

Selanjutnya, penggunaan Future Value Stream Mapping (FVSM) menunjukkan gambaran yang lebih sederhana dan efisien setelah implementasi Lean Six Sigma. Aktivitas non-value added seperti antrean ganda, verifikasi berkas secara manual, dan pemanggilan pasien yang tidak terstruktur berhasil dieliminasi atau disederhanakan. Salah satu perbaikan utama adalah digitalisasi proses verifikasi order dan penguatan integrasi dengan sistem informasi SIMRS, sehingga mempercepat aliran data dan menghindari duplikasi input. Perubahan ini memungkinkan pasien menjalani proses layanan dengan alur yang lebih ringkas dan waktu tunggu yang jauh lebih singkat. Secara kuantitatif, waktu layanan pra-analitik menurun dari **129,13 menit menjadi 83,04 menit**, atau berkurang **46,09 menit (sekitar 35,7%)**. Penurunan paling signifikan terjadi pada tahap verifikasi dan pemanggilan, yang sebelumnya mendominasi waktu tunggu. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim, Ghaly, dan Al-Ali (2022), yang menunjukkan bahwa dengan mengurangi langkah-langkah yang tidak penting dan menyusun ulang alur kerja laboratorium menjadi lebih sederhana, proses pelayanan bisa berlangsung lebih cepat dan hasil yang diterima pasien menjadi lebih baik (Ibrahim, I., Ghaly, M., & Al-Ali, H. (2022).

Keberhasilan implementasi Lean Six Sigma dalam penelitian ini tidak terlepas dari pentingnya edukasi dan pelatihan sumber daya manusia (SDM). Studi oleh Meng (2020), yang dilakukan di laboratorium klinik rumah sakit umum, menunjukkan bahwa pelatihan berkelanjutan bagi staf laboratorium secara signifikan menurunkan kejadian kesalahan pra-analitik. Jenis kesalahan yang paling sering ditemukan mencakup kesalahan identifikasi pasien, kesalahan labeling tabung spesimen, serta pengambilan spesimen yang tidak sesuai prosedur. Dalam studinya, Meng mencatat bahwa program pelatihan rutin, termasuk simulasi

pengambilan spesimen dan pembaruan SOP, mampu meningkatkan kepatuhan prosedural hingga lebih dari 85% dan menurunkan insiden kesalahan hingga 40% dalam tiga bulan pertama. Temuan ini memperkuat rekomendasi dalam penelitian ini, bahwa selain perbaikan alur proses layanan, pelatihan dan evaluasi berkala harus menjadi bagian tak terpisahkan dari strategi mutu jangka panjang di Laboratorium RSUP Fatmawati untuk memastikan pelayanan tetap konsisten dan aman bagi pasien.

Secara keseluruhan, penerapan Lean Six Sigma pada layanan pra-analitik di Laboratorium RSUP Fatmawati terbukti berhasil. Penurunan rata-rata waktu tunggu pasien dari 129,13 menit menjadi 83,04 menit atau sebesar 35,7% merupakan pencapaian yang sangat berarti. Temuan ini mempertegas bahwa Lean Six Sigma merupakan metode yang adaptif dan efektif dalam meningkatkan efisiensi serta mutu pelayanan laboratorium rumah sakit.

SIMPULAN

Penerapan Lean Six Sigma dalam layanan pra-analitik laboratorium RSUP Fatmawati berhasil mengidentifikasi dan mengeliminasi aktivitas yang tidak memberikan nilai tambah, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan efisiensi proses. Analisis menggunakan Diagram Ishikawa dan FVSM memberikan pemahaman mendalam tentang akar penyebab masalah dan alur proses yang optimal. Keberhasilan ini didukung oleh pelatihan dan standarisasi prosedur yang berkelanjutan.

REFERENSI

- Bahiizza, I., Susanti, N. M., & Kurniawan, D. (2023). Analisis waktu tunggu pasien pada pelayanan laboratorium di rumah sakit swasta. *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*, 11(2), 85–93.
- Firman, R., Hamdani, D., & Puspitasari, E. (2019). Implementasi Lean Six Sigma pada layanan kesehatan untuk meningkatkan efisiensi operasional. *Jurnal Administrasi Rumah Sakit*, 7(1), 21–31.
- Ibrahim, M. A., Ezzat, O. M., & Mostafa, A. M. (2022). Application of Lean Six Sigma to improve laboratory turnaround time: A university hospital experience. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 35(4), 473–489.
- Ibrahim, I., Ghaly, M., & Al-Ali, H. (2022). Using Lean Six Sigma to Improve Timeliness of Clinical Laboratory Test Results in a University Hospital in Egypt. *International Journal of Lean Six Sigma*, 13(5), 1159–1183.
- Inal, T. C., Goruroglu Ozturk, F., & Cetiner, S. (2017). Lean six sigma methodologies improve laboratory turnaround time. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 31(6), e22194.
- Inal, T. C., Serdar, M. A., & Ozturk, C. (2017). Lean Six Sigma methodologies improve clinical laboratory efficiency. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 55(1), 135–143.

- International Organization for Standardization (ISO). (2022). *ISO 15189:2022 - Medical laboratories- Requirements for quality and competence*.
- Isa, S. M., Nurhidayati, & Saputra, R. (2020). Optimalisasi alur layanan laboratorium klinik melalui pendekatan lean healthcare. *Jurnal Sistem Informasi Kesehatan*, 9(2), 130–138.
- Jain, A., Kumar, A., & Gupta, R. (2022). Root cause analysis using Ishikawa diagram and Pareto chart for continuous quality improvement in clinical laboratories. *Journal of Laboratory Physicians*, 14(1), 15–22.
- Meng, X. (2020). The role of continuous training in minimizing pre-analytical errors in clinical laboratories. *Clinical Biochemistry*, 78, 1–5.
- Mukhopadhyay, P., Sharma, A., & Jain, M. (2021). Pre-analytical errors in laboratory medicine: An overview. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 36(1), 5–14.
- Parkavi, S., Priya, D., & Somasundaram, S. (2024). Pre-analytical errors and their impact on patient safety: A review. *Clinical Laboratory Science Journal*, 37(2), 99–106.
- Permenkes RI. (2022). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2022 tentang Standar Pelayanan Rumah Sakit. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Prasetyo, E. R., Nabila, S., & Sudrajat, A. (2023). Evaluasi kesalahan tahap pra-analitik pada laboratorium rumah sakit: Studi observasional. *Jurnal Ilmiah Laboratorium Medik Indonesia*, 12(3), 215–223.
- Putri, R. D., Puspitasari, D., & Wulandari, N. (2023). Upaya penurunan kesalahan pra-analitik dengan pendekatan lean management. *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik*, 17(1), 45–53.
- Sari, A. D., Rachmawati, D., & Kusuma, P. (2023). Tantangan implementasi sistem informasi digital di laboratorium rumah sakit. *Jurnal Manajemen dan Informatika Kesehatan*, 10(1), 19–28.
- Thakur, R., Hsu, S. H., & Fontenot, G. (2022). Lean Six Sigma applications in healthcare: A systematic review. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 35(5), 482–499.
- Wahyu Wijayati, D., & Ayuningtyas, D. (2021). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi kesalahan pra-analitik di laboratorium rumah sakit. *Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia*, 9(3), 142–150.
- Wardani, A. N., Saputro, H. R., & Prabowo, S. A. (2023). Penerapan Lean Six Sigma untuk meningkatkan produktivitas laboratorium. *Jurnal Kesehatan Laboratorium Medik Indonesia*, 14(2), 74–82.
- Yunitasari, R. (2018). Waktu tunggu sebagai indikator mutu pelayanan laboratorium. *Jurnal Manajemen Rumah Sakit Indonesia*, 7(1), 11–18.