

AUDIT RISIKO KALIBRASI ALAT INFUS DAN SYRINGE MELALUI FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS

Abd Rahim¹, Rino Ferdian Surakusumah¹, Nik Zaidi Nik Bulyamin²

¹*Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Elektro-medis, Fakultas Teknologi Kesehatan, Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah, Pekanbaru, 28289, Indonesia*

²*NIQ Engineering Sdn. Bhd., Shah Alam, 40150, Malaysia*

Info Artikel

Riwayat Artikel:

Tanggal Dikirim: 17 Juli 2025

Tanggal Diterima: 26 Juli 2025

Tanggal Dipublish: 27 Juli 2025

Kata kunci: Kalibrasi; Infusion Pump; Syringe Pump; FMEA; ISO/IEC 17025

Penulis Korespondensi:

Rino Ferdian Surakusumah

Email: rino.ferdian@ikta.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Infusion pump dan syringe pump merupakan perangkat medis kritis yang digunakan untuk pemberian cairan atau obat secara presisi kepada pasien. Kalibrasi secara berkala sangat penting untuk memastikan keakuratan dan keselamatan penggunaan alat. Namun, di beberapa fasilitas kesehatan di Malaysia, proses kalibrasi belum sepenuhnya mengikuti standar internasional, yang dapat berdampak pada mutu pelayanan kesehatan dan keselamatan pasien.

Tujuan: untuk menganalisis permasalahan dalam proses kalibrasi infusion pump dan syringe pump menggunakan pendekatan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), serta memberikan rekomendasi perbaikan yang relevan untuk meningkatkan mutu kalibrasi dan keselamatan pasien.

Metode: menggunakan desain deskriptif observasional melalui observasi lapangan di NIQ Engineering Sdn. Bhd., Malaysia, dan beberapa rumah sakit. Sampel terdiri dari 25 perangkat medis (15 infusion pump dan 10 syringe pump). Data dikumpulkan melalui pengukuran flow rate menggunakan Fluke IDA 4 Plus, uji oklusi, observasi lingkungan menggunakan thermohygrometer, serta wawancara teknisi. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) berdasarkan parameter Severity, Occurrence, dan Detection.

Hasil: menemukan beberapa permasalahan utama dalam proses kalibrasi, antara lain: penggunaan alat uji yang tidak tersertifikasi, penggunaan komponen tidak sesuai spesifikasi, ketiadaan SOP baku, serta kesalahan teknis oleh teknisi yang belum tersertifikasi. Nilai RPN tertinggi diperoleh pada kesalahan pengaturan alat uji (RPN = 270) dan penggunaan komponen tidak standar (RPN = 252).

Kesimpulan: Penerapan standar ISO/IEC 17025, pelatihan teknisi yang berkelanjutan, audit independen, serta digitalisasi pencatatan kalibrasi sangat diperlukan untuk meningkatkan kualitas dan keamanan proses kalibrasi. Temuan ini memiliki implikasi penting dalam pengabdian kepada masyarakat, khususnya dalam upaya peningkatan keselamatan pasien, edukasi teknisi elektromedis, dan perbaikan mutu layanan rumah sakit secara menyeluruh.

Jurnal Mutiara Elektromedik

e-ISSN: 2614-7963

Vol. 9 No. 1 Juni 2025 (Hal 79-86)

Homepage: <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/Elektromedik/issue/archive>

DOI: <https://doi.org/10.51544/elektromedik.v9i1.6324>

How To Cite: Rahim, Abd, Rino Ferdian Surakusumah, and Nik Zaidi Nik Bulyamin. 2025. "Audit Risiko Kalibrasi Alat Infus Dan Syringe Melalui Failure Mode And Effects Analysis." *Jurnal Mutiara Elektromedik* 9 (1): 79–86.

<https://doi.org/https://doi.org/10.51544/elektromedik.v9i1.6324>.



Copyright © 2025 by the Authors, Published by Program Studi: Teknologi Elektromedik Fakultas Pendidikan Vokasi Universitas Sari Mutiara Indonesia. This is an open access article under the CC BY-SA Licence ([Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)).

1. Pendahuluan

Infusion pump dan syringe pump merupakan perangkat medis vital yang digunakan untuk mengatur pemberian cairan atau obat ke tubuh pasien secara akurat dan terkontrol. Peralatan ini memiliki peran penting dalam berbagai prosedur medis, mulai dari terapi cairan intravena, pemberian obat-obatan dosis kecil seperti insulin, hingga penyaluran nutrisi pada pasien kritis. Keakuratan laju aliran dan volume yang diberikan sangat menentukan keberhasilan terapi dan keselamatan pasien. Oleh karena itu, kalibrasi berkala diperlukan untuk memastikan kinerja perangkat tetap sesuai spesifikasi pabrikan dan standar medis yang berlaku.

Dalam state of the art, kalibrasi infusion pump dan syringe pump secara internasional mengacu pada standar ISO/IEC 17025 serta IEC 60601-2-24, yang mencakup pengujian parameter flow rate, tekanan oklusi, dan keamanan listrik. Negara seperti Indonesia telah menetapkan regulasi dan panduan teknis yang jelas melalui Kementerian Kesehatan untuk pelaksanaan kalibrasi, termasuk persyaratan sertifikasi teknisi dan ketentuan peralatan uji yang terstandarisasi. Sebaliknya, di Malaysia, regulasi terkait kalibrasi peralatan medis belum sepenuhnya mengadopsi standar internasional, sehingga praktik yang diterapkan di lapangan sering bergantung pada kebijakan internal perusahaan penyedia layanan teknis.

Beberapa penelitian sebelumnya mendukung pentingnya kalibrasi tepat guna. Awaluddin Laia dan Yulizham (2022) meneliti kalibrasi syringe pump berdasarkan parameter flow rate dan oklusi [1], sedangkan Sri Ulina et al. (2024) menekankan pentingnya pemeliharaan untuk menjaga akurasi alat [2]. Yeni Pertiwi et al. (2023) melakukan evaluasi kalibrasi infusion pump tipe tertentu [3], sementara Maulidia (2020) mengembangkan perangkat infusion device analyzer untuk mempermudah proses kalibrasi [4]. Begitupun seperti ditunjukkan dalam studi pelatihan teknis berbasis Microsoft Excel di sektor sosial [5], penguasaan keterampilan praktis sangat krusial dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data, termasuk dalam proses dokumentasi kalibrasi. Meskipun demikian, penelitian yang fokus menganalisis permasalahan kalibrasi di Malaysia dengan pendekatan manajemen risiko seperti Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) masih terbatas. Manajemen performa sistem kritis, seperti yang diterapkan dalam penanganan krisis kesehatan publik [9], menunjukkan bahwa pendekatan berbasis risiko dan evaluasi jaringan dapat memperkuat sistem kalibrasi alat kesehatan.

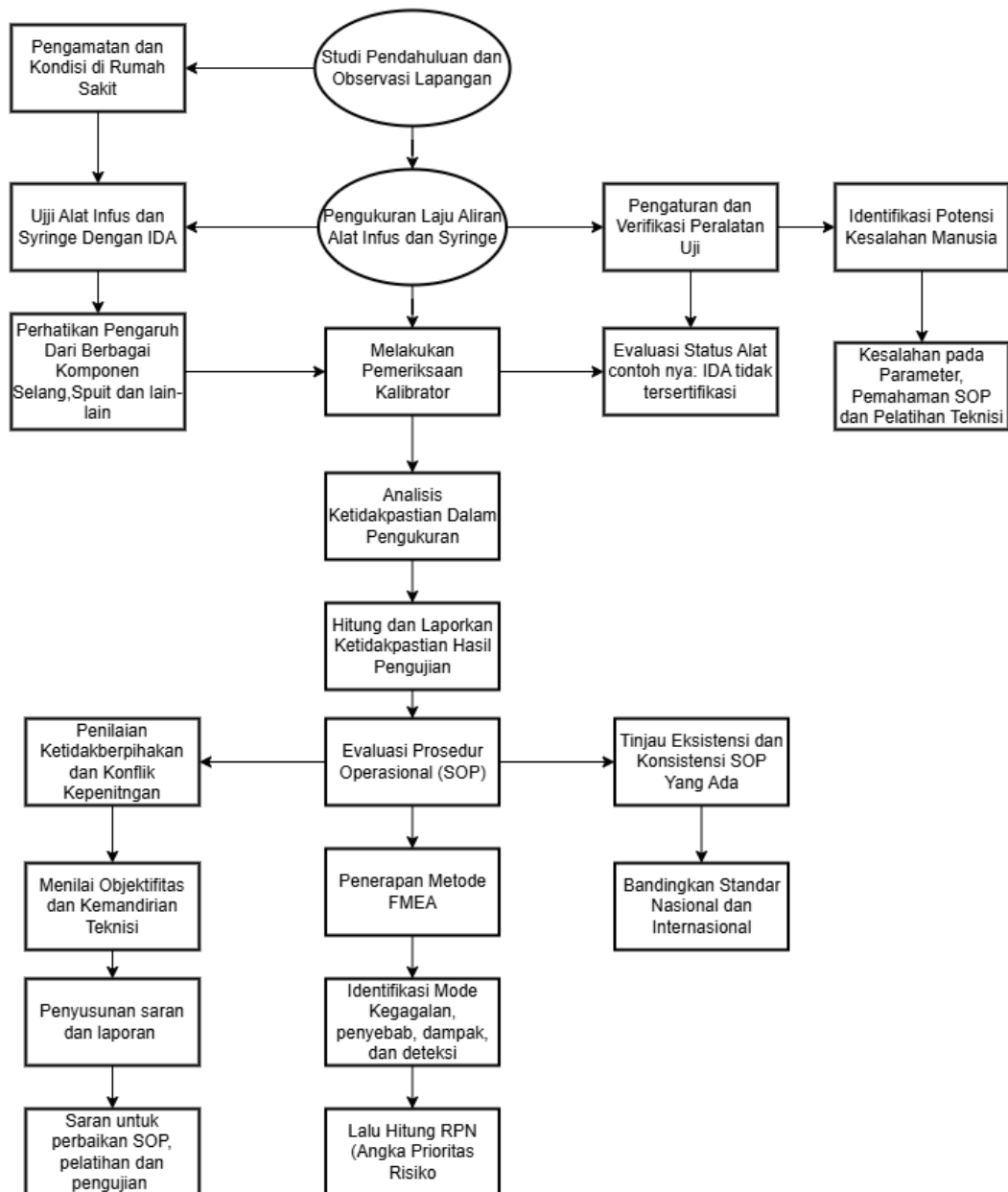
Urgensi penelitian ini terletak pada upaya meminimalkan risiko kegagalan kalibrasi yang dapat berdampak langsung pada keselamatan pasien. Tanpa prosedur yang terstandarisasi dan pengawasan berkala, potensi terjadinya kesalahan teknis, penggunaan komponen tidak sesuai, serta ketidakpastian pengukuran akan meningkat. Selain itu, minimnya pelatihan teknisi dan keterbatasan peralatan kalibrasi yang tersertifikasi turut menjadi faktor penyumbang rendahnya mutu kalibrasi.

2. Metode

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif observasional sebagaimana dijelaskan dalam literatur metodologi penelitian oleh Suryani [7] dan Sugiyono [8] dengan pendekatan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan memprioritaskan potensi kegagalan pada proses kalibrasi infusion pump dan syringe pump. Pendekatan ini memungkinkan peneliti menilai tingkat keparahan (severity), frekuensi kejadian (occurrence), dan kemungkinan deteksi (detection) dari setiap potensi kegagalan, kemudian menghitung Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar rekomendasi perbaikan.

Flow Chart desain metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Metode Penelitian

2.2 Pengaturan dan Sampel

Penelitian dilaksanakan di sebuah perusahaan pengujian dan kalibrasi alat kesehatan dan beberapa fasilitas kesehatan di Malaysia. Subjek penelitian mencakup seluruh proses kalibrasi infusio pump dan syringe pump yang dilakukan selama periode tersebut. Sampel ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan kriteria inklusi: (1) perangkat infusio pump dan syringe pump yang digunakan di fasilitas kesehatan dan masih beroperasi, (2) pernah digunakan dalam pelayanan pasien dalam enam bulan terakhir, dan (3) tersedia untuk dilakukan pengujian ulang. Kriteria eksklusi meliputi perangkat yang rusak berat atau tidak dapat dioperasikan. Total sampel terdiri dari 15 unit infusio pump dan 10 unit syringe pump yang mewakili berbagai merek dan tipe.

2.3 Intervensi

Tidak ada intervensi terhadap pasien dalam penelitian ini. Intervensi yang dilakukan berupa pemeriksaan fisik, pengujian fungsi, dan kalibrasi infusio

pump serta syringe pump menggunakan instrumen terstandarisasi. Semua pengujian dilakukan oleh teknisi elektromedis bersertifikat dengan supervisi peneliti.

2.4 Pengukuran dan pengumpulan data

1. Infusion Device Analyzer (Fluke IDA 4 Plus) untuk mengukur laju aliran (flow rate) dan tekanan oklusi.
2. Electrical Safety Analyzer (Fluke ESA 612) untuk menguji keselamatan listrik.
3. Thermohygrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban lingkungan pengujian

Instrumen telah dikalibrasi sesuai standar ISO/IEC 17025 dan memiliki sertifikat validitas. Proses pengumpulan data meliputi: (1) pemeriksaan fisik perangkat, (2) pengujian flow rate pada 10, 50, 100, dan 500 ml/h, (3) uji oklusi sesuai protokol IEC 60601-2-24, dan (4) pencatatan hasil ke lembar kerja kalibrasi. Seluruh data dikumpulkan oleh peneliti dengan bantuan teknisi lapangan. Proses pengumpulan data dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengumpulan data kalibrasi Infus dan Syringe Pump

2.5 Analisis data

Data dianalisis secara deskriptif dengan menghitung nilai RPN menggunakan rumus:

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$$

Nilai RPN digunakan untuk menentukan prioritas perbaikan. Analisis dilakukan secara manual dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik risiko.

2.6 Dapat dipercaya/ketelitian

Untuk menjamin kredibilitas data, seluruh pengukuran dilakukan minimal tiga kali dan diambil nilai rata-ratanya. Transferabilitas dijaga dengan mendokumentasikan prosedur pengujian secara rinci, sehingga dapat direplikasi di fasilitas lain. Dependabilitas dan konfirmabilitas dijaga melalui pencatatan log kalibrasi dan verifikasi silang oleh teknisi independen.

2.7 Pertimbangan etika

Penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia atau hewan hidup, sehingga risiko terhadap keselamatan partisipan tidak ada. Izin pelaksanaan diperoleh dari manajemen fasilitas kesehatan terkait. Persetujuan lisan diberikan oleh pihak yang bertanggung jawab atas peralatan sebelum dilakukan pengujian.

3. Hasil

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi berbagai permasalahan dalam proses kalibrasi infus pump dan syringe pump melalui observasi lapangan, pengujian kinerja, serta analisis risiko menggunakan metode FMEA.

3.1 Hasil Observasi Lapangan

Observasi di beberapa fasilitas kesehatan menunjukkan bahwa sebagian besar proses kalibrasi belum mengikuti standar internasional secara konsisten. Ditemukan kondisi lingkungan yang tidak terkontrol secara optimal, seperti suhu ruang pengujian berkisar 27–30 °C dan kelembaban relatif 65–70%, yang melebihi batas ideal untuk pengujian presisi.

3.2 Hasil Pemeriksaan Teknis

Pengujian flow rate menggunakan Infusion Device Analyzer menunjukkan adanya deviasi signifikan pada beberapa unit, khususnya pada pengaturan laju aliran rendah (10 ml/h) dan tinggi (500 ml/h). Deviasi rata-rata yang ditemukan:

1. Infusion pump: $\pm 6,5\%$ (standar pabrikan $\pm 5\%$)
2. Syringe pump: $\pm 4,8\%$ (standar pabrikan $\pm 3\%$)
- 3.

Uji oklusi (occlusion test) menunjukkan bahwa sebagian perangkat memerlukan waktu yang lebih lama untuk memicu alarm, yang berpotensi membahayakan pasien jika terjadi penyumbatan selama terapi.

NIQ ENGINEERING SDN BHD Inspection and Preventive Maintenance Checklist INFUSION PUMP LWL-LAB-001-G BME-18									
1.0 EQUIPMENT DETAILS									
WORK ORDER	6751			OWNER	PANTAI HOSPITAL KLANG				
MANUFACTURER	B. BRAUN			MODEL	INFUSOMAT SPACE				
INTERVAL - MONTHS	12			SERIAL NO	636107				
IPM DATE	28-Apr-2025			NEXT IPM	Oct-2025				
LOCATION	GENERAL WARD 1			EST #	EST-0995				
2.0 TESTER USED									
DESCRIPTION	CERTIFICATE NO	S/N	CALIBRATION DUE	TRACEABILITY					
ELECTRICAL SAFETY ANALYZER	T-PPGK5003425	1901512373	14-Jan-2028	NMM					
INFUSION DEVICE ANALYZER	PSYN-23546193	14939	5-Jul-2025	KRUS, NMM					
THERMO-HYGROMETER	PSYP-23020778(S)	C221544636	23-Mar-2026	NMIA, NMM, SCS-SWITZERLAND					
3.0 QUALITATIVE TEST									
Item	Result	Score	Item	Result	Score				
Chassis	Pass	1%	Label	Pass	2%				
Power Cord	Pass	2%	Power Self On	Pass	2%				
Switch	Pass	2%	Audible Alarm	Pass	11%				
Keypads	Pass	2%	Battery	Pass	11%				
Indicator and Display	Pass	2%	Electrical Safety Testing	Pass	11%				
4.0 ACCURACY TEST									
Parameters	UoM	UNIT Nominal	Measured Value, m	Error, e	Uncertainty Measurement, um (s)	[e]+[um]	Specs. (s)	Result	Score
Flow Rate Measured After 3 Minutes	ml/hr	50	48.47	-1.53	3.39	4.83	5.00	Pass	7%
		100	95.65	-14.35	8.95	22.99	10.00	Out of Tolerance	0%
		150	130.04	-19.96	9.45	29.41	15.00	Out of Tolerance	0%
Parameters	UoM	Measured Value, m	Uncertainty Measurement, um (s)	[m]+[um]	Specs.	Result	Score		
High Occlusion Pressure at 100ml/hr	mmHg	848	13	859	< 1000	Pass	11%		
Unless otherwise noted, the expanded uncertainties are based on an estimated probability of approximately 95% and have a coverage factor of k=2									
Parameters	UoM	Max	Min	Specs.	Result	Score			
Temperature	°C	23.4	23.4	15 to 40	Pass	11%			
Relative Humidity	%	66.2	62.5	30 to 90	Pass	11%			
5.0 REMARKS / CONCLUSION									
EQUIPMENT SCORE: 86%					PASSING MARK >=90%				
DO NOT USE THIS EQUIPMENT									
Performed by:	Analyzed by:		Approved by:						
Tc, N.Z.N. Bulayamin, M.Sc.	N.A. Adlan		Tc, N.Z.N. Bulayamin, M.Sc.						

Gambar 3. Hasil Pengumpulan Data

3.3 Hasil Analisis FMEA

Analisis risiko mengidentifikasi beberapa mode kegagalan utama beserta nilai Risk Priority Number (RPN) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai RPN untuk Permasalahan Utama Kalibrasi

Mode Kegagalan	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
Pengaturan alat uji tidak tepat	9	6	5	270
Penggunaan komponen tidak standar	9	7	4	252
Alat kalibrasi kedaluwarsa	8	6	4	192
Tidak adanya SOP baku yang komprehensif	8	5	5	200
Kesalahan manusia (human error)	8	5	4	160

Berdasarkan Tabel 1, prioritas perbaikan tertinggi diberikan pada pengaturan alat uji yang tidak tepat (RPN=270) dan penggunaan komponen tidak standar (RPN=252), karena keduanya memiliki dampak langsung terhadap akurasi hasil kalibrasi dan keselamatan pasien.

3.4 Ringkasan Temuan

1. Sebagian besar deviasi hasil pengukuran flow rate terjadi pada laju aliran ekstrem (rendah atau tinggi).
2. Penggunaan komponen seperti selang dan syringe yang tidak sesuai spesifikasi pabrikan meningkatkan ketidakpastian pengukuran.
3. SOP kalibrasi di sebagian besar fasilitas belum mencakup perhitungan ketidakpastian dan standar internasional.
4. Pelatihan teknisi yang tidak rutin meningkatkan risiko human error.

4. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses kalibrasi infusion pump dan syringe pump di Malaysia masih menghadapi berbagai hambatan, baik dari segi teknis maupun manajerial. Analisis FMEA mengidentifikasi bahwa mode kegagalan dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi adalah kesalahan pengaturan alat uji (RPN=270) dan penggunaan komponen tidak standar (RPN=252). Nilai ini menunjukkan bahwa faktor tersebut memiliki dampak langsung terhadap akurasi pengukuran dan keselamatan pasien.

Temuan ini sejalan dengan teori FMEA yang menyatakan bahwa semakin tinggi nilai RPN, semakin besar urgensi untuk dilakukan tindakan korektif. Pengaturan alat uji yang tidak tepat dapat mengakibatkan kesalahan signifikan pada pengukuran flow rate, yang berpotensi menyebabkan dosis cairan atau obat tidak sesuai dengan yang diresepkan. Hal ini sejalan dengan penelitian Awaluddin Laia & Yulizham yang menegaskan pentingnya prosedur pengaturan yang benar dalam kalibrasi syringe pump untuk menghindari deviasi output [1].

Penggunaan komponen tidak sesuai spesifikasi pabrikan juga menjadi faktor risiko besar. Selang infus atau syringe yang berbeda material atau dimensi dapat mempengaruhi tekanan oklusi dan kestabilan aliran, seperti yang ditemukan dalam studi [2]. Perbedaan elastisitas material mempengaruhi waktu respons alarm oklusi, yang jika terlambat, dapat membahayakan pasien.

Selain itu, ditemukan bahwa sebagian besar fasilitas belum memiliki SOP kalibrasi yang mengacu pada standar internasional seperti ISO/IEC 17025 atau IEC 60601-2-24. Proses kalibrasi lebih menyerupai Preventive Planned Maintenance (PPM) sederhana tanpa perhitungan uncertainty measurement, sehingga mutu hasil pengukuran sulit dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Faktor human error juga memegang peranan penting, baik akibat kurangnya pelatihan teknisi maupun karena beban kerja yang tinggi. Ketidakterlatihan teknisi berimplikasi pada penurunan kemampuan mendeteksi kesalahan selama proses kalibrasi, sesuai dengan konsep Detection dalam FMEA. Studi Maulidia di tahun 2020 menegaskan bahwa kompetensi teknisi adalah faktor kunci yang mempengaruhi reliabilitas hasil kalibrasi [4]. Lingkungan kerja turut mempengaruhi hasil kalibrasi. Suhu dan kelembaban yang melebihi batas ideal untuk pengujian presisi dapat menyebabkan perubahan viskositas cairan dan perilaku mekanis komponen internal pompa, sehingga mengubah hasil flow rate. Penelitian Yeni Pertiwi et al. pada tahun 2023 juga menemukan bahwa kondisi lingkungan yang tidak terkontrol berkontribusi pada deviasi hasil kalibrasi[3].

Berdasarkan temuan tersebut, beberapa strategi perbaikan dapat direkomendasikan:

1. Penerapan standar ISO/IEC 17025 secara konsisten untuk memastikan keakuratan dan ketertelusuran hasil kalibrasi.
2. Pelatihan teknisi berkala untuk meningkatkan keterampilan pengaturan dan deteksi kesalahan.
3. Audit independen untuk memastikan kepatuhan prosedur dan kualitas hasil kalibrasi.
4. Digitalisasi pencatatan hasil kalibrasi guna meminimalkan kesalahan dokumentasi dan memudahkan traceability.
5. Pengendalian lingkungan pengujian sesuai standar pabrikan.
6. Pendekatan kombinasi pelatihan teknis dan peningkatan motivasi personal terbukti meningkatkan kinerja petugas kesehatan [9], sehingga program pelatihan teknisi kalibrasi juga sebaiknya mempertimbangkan aspek pengembangan kapasitas personal.
7. Strategi optimalisasi berbasis model prediktif dan digitalisasi data telah terbukti efektif dalam sektor kesehatan primer [10], sehingga penggunaan perangkat lunak pencatatan kalibrasi otomatis perlu dipertimbangkan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi dan analisis, dapat disimpulkan bahwa proses kalibrasi alat kesehatan seperti infusion pump dan syringe pump di Malaysia masih menghadapi banyak kendala, mulai dari kurangnya SOP yang baku, alat kalibrasi yang tidak tersertifikasi, sampai teknisi yang belum kompeten. Hal ini tentu berisiko terhadap keselamatan pasien dan keakuratan alat. Selain itu, perbandingan dengan standar di Indonesia menunjukkan bahwa Indonesia relatif lebih siap dalam hal regulasi dan prosedur teknis. Maka, perbaikan sistem kalibrasi sangat dibutuhkan agar kualitas pelayanan kesehatan bisa meningkat dan lebih terpercaya.

6. Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Kesehatan dan Teknologi Al Insyirah atas dukungan fasilitas penelitian, serta NIQ Engineering Sdn. Bhd. Malaysia atas kesempatan dan bantuan teknis selama pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data. Penghargaan juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik dalam bentuk bimbingan, fasilitas, maupun bantuan finansial, sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

7. Referensi

- [1] A. Laia dan Yulizham, “Kalibrasi syringe pump berdasarkan parameter flow rate dan oklusi,” *Jurnal Mutiara Elektromedik*, 6(1), 25–32. <https://doi.org/10.51544/elektromedik.v6i1.3262>.
- [2] Ulina, S., Khalid, I., Primasyukra, M. A., & Dabukke, H. (2024). ANALISA PEMELIHARAAN KOREKTIF PADA ALAT INFUS PUMP. *JURNAL MUTIARA ELEKTROMEDIK*, 8(2), 43-48.
- [3] Pertiwi, Yeni, Nur Hadziqoh, Romi Mulyadi, Rino Ferdian Surakusumah, and Tata Yunita Ovtaria. "ANALYSIS INFUSION PUMP CALIBRATION RESULTS MERK TERUMO TYPE TE-112." In *AI Insyirah International Scientific Conference on Health*, vol. 3, no. 1, pp. 136-145. 2022.
- [4] A. Maulidia, “Perancangan perangkat infusion device analyzer untuk proses kalibrasi alat medis,” *Skripsi*, Universitas Negeri Yogyakarta, 2020.
- [5] D. M. Hutagalung, B. Damanik, dan A. F. K. Sibero, “Pelatihan Penggunaan Tabel Pivot Pada Tabel Ms. Excel di Lembaga Swadaya Masyarakat CDRM & CDS Universitas HKBP Nommensen,” *J. AbdiMas Mutiara*, vol. 5, no. 2, pp. 1–5, 2024. [Online]. Tersedia: <https://e-journal.sari-mutiara.ac.id/index.php/JAM/article/view/5149>
- [6] H. Suryani, *Metode Riset Kuantitatif, Teori, dan Aplikasi pada Penelitian Bidang Manajemen dan Ekonomi Islam*. Jakarta: Prenada Media, 2015.
- [7] Sugiyono, *Metodelogi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [8] L. Ding dan L. Yao, “Research on the Network Performance of Emergency Management of Public Health Emergencies: A Case Study,” in *2024 8th Int. Conf. on Management Engineering, Software Engineering and Service Sciences (ICMSS)*, 2024, pp. 60–65, doi: 10.1109/ICMSS61211.2024.00018.
- [9] A. Mardiyah, Anggorowati, A. Johan, U. Maktum, dan E. Julianti, “ESA (Exercise and Self-Affirmation) on Improving Functional Status of Hemodialysis Patients,” *J. Mutiara Ners*, vol. 7, no. 2, pp. 80–86, Jul. 2024, doi: 10.51544/jmn.v7i2.5119.
- [10] S. S. Bhat, V. R. Srihari, A. Prabhune, S. S. Satheesh, dan A. B. Bidrohi, “Optimizing Medication Access in Public Healthcare Centers: A Machine Learning Stochastic Model for Inventory Management and Demand Forecasting in Primary Health Services,” in *2024 Int. Conf. on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics (IITCEE)*, 2024, pp. 1–5, doi: 10.1109/IITCEE59897.2024.10467229.