Analisis Akurasi Infusion Pump Lokal Berbasis TKDN Menggunakan Metode Ketidakpastian Pengukuran

Analysis of Local Infusion Pump Accuracy Based on TKDN Using Measurement Uncertainty Method

Dedy Iskandar[1], Eka Nuryanto Budisusila[2]
[1,2)] Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung, Indonesia
Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Terboyo Kulon, Kec. Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah 50112
Alamat korespondensi: dedyiskandar7181@gmail.com

Abstrak

Kebijakan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) mendorong pemanfaatan alat kesehatan produksi nasional, yang menimbulkan pertanyaan mengenai keakuratan dan keamanannya. Penelitian ini bertujuan menganalisis akurasi infusion pump produk dalam negeri dengan metode pengukuran uncertainty. Sebanyak empat unit dari empat merek (Endo, ESA Tech, Inmedik, dan Krisma Care) diuji pada parameter flow rate dengan variasi 10, 50, 100, 200, dan 300 mL/jam. Setiap titik pengujian dilakukan enam kali pengulangan menggunakan Infusion Device Analyzer Fluke IDA 5 yang telah terkalibrasi. Data dianalisis melalui perhitungan rata-rata, koreksi, simpangan baku, dan ketidakpastian diperluas (k = 2). Hasil penelitian membuktikan bahwa seluruh infusion pump TKDN (100%) memenuhi batas toleransi ±10% sesuai standar PO.002-18 dan dinyatakan laik pakai. Nilai koreksi tertinggi sebesar 25,57 mL/jam (8,5%) tercatat pada merek Endo dengan setting 300 mL/jam, sementara koreksi terendah sebesar 0,21 mL/jam (0,7%) ditemukan pada ESA Tech. Seluruh titik pengukuran pada keempat merek menunjukkan konsistensi dalam batas toleransi yang diizinkan. Temuan ini tidak hanya membuktikan akurasi dan keandalan infusion pump produk dalam negeri yang setara dengan standar klinis, tetapi juga mendukung kebijakan pemerintah dalam mendorong penggunaan alat kesehatan dalam negeri tanpa mengorbankan aspek keselamatan pasien. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar rekomendasi bagi rumah sakit dan pemangku kepentingan untuk semakin mempercayai dan mengadopsi produk alat kesehatan dalam negeri yang telah terbukti kualitasnya.

Kata kunci: Infusion Pump, TKDN, Kalibrasi, Flow Rate, Ketidakpastian Pengukuran

Abstract

The Domestic Component Level (TKDN) policy encourages the use of domestically produced medical devices, raising questions about their accuracy and safety. This study aims to analyze the accuracy of domestic infusion pumps using the measurement uncertainty method. Four units from four different brands (Endo, ESA Tech, Inmedik, and Krisma Care) were tested on flow rate parameters at variations of 10, 50, 100, 200, and 300 mL/hour. Each test point was repeated six times using a calibrated Fluke IDA 5 Infusion Device Analyzer. Data were analyzed by calculating the mean, correction, standard deviation, and expanded uncertainty (k = 2). The results prove that all TKDN infusion pumps (100%) met the ±10% tolerance limit according to the PO.002-18 standard and were declared fit for use. The highest correction value of 25.57 mL/hour (8.5%) was recorded for the Endo brand at a setting of 300 mL/hour, while the lowest correction of 0.21 mL/hour (0.7%) was found in ESA Tech. All measurement points across the four brands showed consistency within the permitted tolerance limits. These findings not only prove that domestically produced infusion pumps have accuracy and reliability equivalent to required clinical standards but also support the government's policy in promoting the use of domestic medical devices without compromising patient safety. Therefore, this study's results can serve as a basis for recommending that hospitals and stakeholders increasingly trust and adopt proven-quality domestic medical devices.

Keywords: Infusion Pump, TKDN, Calibration, Flow Rate, Measurement Uncertainty

Pendahuluan

Infusion pump merupakan perangkat medis yang digunakan untuk memasukkan cairan ke dalam tubuh pasien dalam jumlah besar maupun kecil. Alat ini dapat digunakan untuk pemberian nutrisi maupun obat, seperti insulin, hormon, antibiotik, obat kemoterapi, dan analgesik, secara terkendali (1), (2),(3).

Infus set merupakan salah satu komponen penting dalam terapi intravena, berfungsi sebagai penyalur cairan dari botol infus menuju kateter intravena yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah vena (1) . Sementara itu, *Infusion Device Analyzer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur parameter *flow* (aliran) dan *occlusion* (penyumbatan) pada *infusion pump*. Alat ini tersedia dalam beberapa varian kanal dan mampu mengukur *flow, average flow,* serta *occlusion pressure*. Pada penggunaan *infusion pump* di ruang ICU, diperlukan alat dengan tingkat akurasi yang tinggi (4), (5)

Ketidaksesuaian dosis infus dapat menimbulkan efek negatif pada tubuh pasien (6), (7), (8). Pemberian dosis yang berlebihan, misalnya, dapat menyebabkan berbagai komplikasi seperti sesak napas, hipertensi, dan sakit kepala (9), (10), (11).

Dalam bidang kesehatan, pemerintah Indonesia mewajibkan penggunaan produk dalam negeri. Kebijakan ini diatur melalui dua regulasi utama (12), yaitu:

1. Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 2018 tentang Pemberdayaan Industri.
2. Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2021 tentang Pengadaan Barang/Jasa.

Melalui regulasi tersebut, setiap pengadaan barang atau jasa pemerintah diwajibkan menggunakan produk dalam negeri dengan nilai *Tingkat Komponen Dalam Negeri* (TKDN) minimal 40 persen (13), (14).

Selain itu, Pasal 86 Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 menegaskan kewajiban penggunaan produk dalam negeri dalam pengadaan barang dan jasa. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 juga mempercepat peningkatan penggunaan produk dalam negeri, termasuk produk usaha mikro, kecil, dan koperasi, dalam rangka menyukseskan Gerakan Nasional Bangga Buatan Indonesia pada pengadaan barang/jasa pemerintah (15), (160, (17). Dengan demikian, produk yang dapat masuk dalam daftar pengadaan harus memiliki nilai TKDN minimal 25 persen, sedangkan produk dengan TKDN di bawah 25 persen maupun produk impor tidak diperbolehkan (18), (19).

Dalam konteks alat kesehatan, salah satu produk yang terdampak kebijakan ini adalah *infusion pump*. Maraknya produk alat kesehatan dalam negeri (TKDN) di pasaran memberikan dampak positif bagi perkembangan riset dan teknologi, meskipun masih terdapat keraguan terhadap kualitas produk tersebut (20), (21),(22).

Metode

a. Metode Penelitian

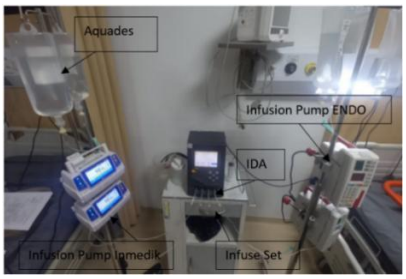
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan membandingkan hasil pengukuran akurasi infusion pump terhadap standar toleransi yang ditetapkan dalam Pedoman Operasional No. PO.002/DIRJEN YANKES/2018. Prosedur pengujian dimulai dengan pemilihan infusion set yang akan digunakan. Setelah infusion set sesuai, proses dilanjutkan ke tahap pemilihan infusion pump yang menjadi objek uji. Pada tahap berikutnya, jumlah tetesan atau laju aliran (flow rate) diatur sesuai titik pengujian yang telah ditentukan.

Pengukuran dilakukan menggunakan Infusion Device Analyzer Fluke IDA 5 sebagai alat kalibrator untuk menilai apakah keluaran dari infusion pump memenuhi standar. Empat merek infusion pump dalam negeri. Variasi flow rate diuji pada titik 10, 50, 100, 200, dan 300 mL/jam untuk merepresentasikan rentang dosis klinis yang luas, mulai dari pemberian obat dosis rendah hingga infus berkecepatan tinggi.Setiap titik pengukuran diulang sebanyak enam kali untuk memastikan reliabilitas data dan meminimalkan variasi acak.

Gambar 1. Proses Pengujian

b. Perencanaan Pengukuran

Pengukuran merupakan cara untuk mengetahui atau menentukan nilai suatu besaran dengan membandingkannya terhadap standar atau satuan yang telah ditetapkan. Di dalam pengukuran unit infusion pump diperlukan unit *infuse device Analyzer* agar bisa mengetahui besaran yang diinginkan dan ketahuinya.



Gambar 2. Pengujian Infuse Pump terhadap Kalibrator

Pengujian *flow rate* pada unit *infusion pump* diawali dengan pemilihan infus set TKDN yang kompatibel dengan spesifikasi infusion pump yang akan diuji. Jika infus set telah dipilih, proses dilanjutkan ke tahap pemilihan *infusion pump* TKDN (dalam empat unit dengan empat merek berbeda) dengan spesifikasi seperti Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Spesifikasi Infuse Pump yang diuji

Merk	Rentang Flow Rate	Akurasi	Tahun Produksi
Endo	1 - 100 ml/h	±5%	2022
ESA	0,1 – 1200 ml/h	±5%	2022
Inmedik	0,10 – 1500 ml/h	±5%	2023
Krisma Care	0,1- 1200 ml/h	±5%	2023

Setelah *infusion pump* terpilih, langkah berikutnya adalah mengatur jumlah tetesan/cairan pada *infusion pump* tersebut, kemudian menghubungkannya dengan alat kalibrator *Infusion Device Analyzer* (IDA) sebagai alat referensi yang telah dikalibrasi oleh laboratorium terakreditasi KAN pada 16-02-2021 dengan sertifikat No. S.21 001 551. Dan selanjutnya ialah mengatur mode pengujian *flow rate*. Setelah semua terkonfigurasi dengan benar, pengujian dilaksanakan dengan melakukan 6 kali pengukuran data dalam satu titik ukur.

c. Analisis data

Dalam melakukan analisis data, penulis menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Dimana cara penafsiran dan pengambilan kesimpulan berdasarkan pengumpulan data yang telah diperoleh sebelumnya melalui pengujian dan penganalisisan yang dilakukan. Setelah melakukan pengambilan data, penulis akan mengolah data dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk merumuskan rata-rata tekanan setiap pengambilan data, nilai standar deviasi dan nilai ketidakpastian kemudian penulis akan mengolah data menggunakan rumus sebagai berikut:

1. C = n std – nuut

Dimana,

C : Nilai koreksi pada UUT

nstd : Nilai pembacaan yang terukur pada standard

nuut : Nilai pembacaan yang ditampilkan oleh UUT [23]

2. Standar Deviasi (Stdev)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{(n-1)}}$$

Dimana σ : standard deviasi

3. Metode Ketidakpastian Pengukuran Aliran

No.	Komponen	Satuan	Distribusi	U	pembagi	ui	vi	ci	uici	uici^2	uici^4/vi
1	Pengukuran berulang	(ml/h)	Normal								
2	Sertifikat alat ukur	(ml/h)	Normal								
3	Resolusi	(ml/h)	Rectangular								
5	Drift	(ml/h)	Rectangular								
						Sumsq					
						Combined standard uncertainty, u_c					
						Effective degree of freedom, v_{eff}					
						Coverage faktor, k = Student's for u_{eff} ar					
						Expanded uncertainty U = k.uc					

Gambar 3. Perumusan Ketidakpastian Pengukuran

Proses perhitungan dimulai dengan mengidentifikasi seluruh komponen ketidakpastian yang berkontribusi terhadap hasil pengukuran. Komponen pertama adalah ketidakpastian dari pengukuran berulang (U1), yang diperoleh dari simpangan baku hasil pengukuran pada setpoint 10 mL/jam. Misalnya, jika enam kali pengukuran menghasilkan nilai yang memiliki simpangan baku 0,12 mL/jam, maka nilai tersebut digunakan sebagai U1.

Komponen kedua adalah ketidakpastian yang berasal dari sertifikat kalibrasi alat ukur (U2). Berdasarkan data sertifikat, nilai ketidakpastian diperluas yang tercantum adalah 0,14 mL/jam. Oleh karena itu, nilai 0,14 digunakan sebagai kontribusi U2 dalam perhitungan.

Komponen ketiga adalah ketidakpastian resolusi alat (U3). Jika resolusi tampilan alat adalah 0,1 mL/jam, maka ketidakpastian resolusi dihitung sebagai setengah dari nilai tersebut, yaitu 0,05 mL/jam. Namun, apabila metode penelitian menggunakan nilai resolusi penuh, maka U3 ditetapkan sebesar 0,1 mL/jam seperti yang digunakan pada penelitian ini.

Komponen terakhir adalah ketidakpastian akibat drift alat (U4), yaitu perubahan karakteristik alat ukur dari waktu ke waktu. Nilai U4 dihitung sebagai persentase tertentu dari ketidakpastian sertifikat. Pada penelitian ini, drift diasumsikan sebesar 10% dari U2, sehingga jika U2 bernilai 0,14 mL/jam, maka U4 dihitung sebesar 0,014 mL/jam.

Setiap komponen ketidakpastian (U) kemudian dibagi dengan sebuah faktor untuk menghitung nilai ketidakpastian baku (ui). Untuk

pengukuran berulang, pembaginya adalah √6; untuk sertifikat alat ukur, pembaginya adalah 2; sementara untuk resolusi dan drift, pembaginya adalah √3. Pada komponen resolusi (U3), nilai tersebut dikalikan dengan 0.5 terlebih dahulu sebelum dibagi. Hasil perhitungannya adalah ui1 = U1/√6, ui2 = U2/2, ui3 = (U3 × 0.5)/√3, dan ui4 = U4/√3.

Selanjutnya, ditetapkan derajat kebebasan (vi) untuk setiap komponen, yaitu vi1 = 5 (berdasarkan n-1 dari 6 pengulangan pengukuran), vi2 = 50, vi3 = 50, dan vi4 = 50. Seluruh komponen juga memiliki koefisien sensitivitas (ci) sebesar 1. Kontribusi ketidakpastian (uici) untuk setiap sumber dihitung dengan mengalikan ui dengan ci, yang kemudian dikuadratkan untuk mendapatkan nilai $uici^2$.

Langkah berikutnya adalah menghitung kuadrat dari masing-masing kontribusi ($uici^2$) dan nilai $uici^4$ dibagi dengan derajat kebebasannya (vi). Ketidakpastian gabungan (U) dihitung dengan menjumlahkan keempat nilai $uici^2$. Sementara itu, jumlah dari seluruh nilai $uici^4/vi$ dinyatakan sebagai V.

Ketidakpastian baku gabungan (uc) merupakan akar kuadrat dari U. Derajat kebebasan efektif (veff) diturunkan dari rumus (uc^4) / V. Dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan efektif yang telah diperoleh, faktor cakupan (k) ditetapkan sebesar 2. Akhirnya, ketidakpastian diperluas (Expanded Uncertainty) dihitung sebagai hasil perkalian antara faktor cakupan (k) dan ketidakpastian baku gabungan (uc) (24).

d. Telaah Teknis

Berdasarkan Pedoman Operasional No. PO.002/DIRJEN YANKES/2018, hasil pengujian dinyatakan memenuhi persyaratan jika ≥70% titik pengukuran berada dalam batas toleransi, dan tidak memenuhi jika <70%.

Hasil

a. *Infusion Pump* Endo

Tabel 2. Hasil Telaah Teknis Endo

Setting Alat (ml/h)	Penunjukkan Alat Ukur (ml/h)	Koreksi (ml/h)	Ketidakpastian (ml/h)
10	10.95	0.95	± 0.15
50	55.14	5.14	± 0.16
100	109.65	9.65	± 0.15
200	217.61	17.61	± 0.16
300	325.57	25.57	± 0.16

Tabel 1 menunjukkan hasil telaah teknis pada Infusion Pump Endo pada berbagai setpoint pengujian. Pengukuran laju aliran pada setting 10, 50, 100, 200, dan 300 mL/jam menghasilkan nilai pembacaan berturut-turut sebesar 10.95; 55.14; 109.65; 217.61; dan 325.57 mL/jam. Nilai koreksinya adalah 0.95; 5.14; 9.65; 17.61; dan 25.57 mL/jam, dengan ketidakpastian ±0.15 mL/jam pada setting 10 mL/jam dan ±0.16 mL/jam untuk setting lainnya.

Hasil ini menunjukkan bahwa Infusion Pump Endo masih berada dalam batas toleransi ±10%, sehingga dikategorikan LAIK PAKAI. Secara klinis, penyimpangan yang masih dalam batas toleransi ini menandakan bahwa aliran cairan infus yang dihantarkan tetap aman, baik untuk pemberian obat dosis rendah maupun cairan volume tinggi. Variasi koreksi pada merek ini dapat dipengaruhi oleh kualitas motor peristaltic, akurasi sensor internal, serta mekanisme kontrol kecepatan yang digunakan oleh produsen.

b. *Infusion Pump* ESA Tech

Tabel 3. Hasil Telaah Teknis ESA Tech

Setting Alat (ml/h)	Penunjukkan Alat Ukur (ml/h)	Koreksi (ml/h)	Ketidakpastian (ml/h)
10	9.46	-0.54	± 0.15
50	48.37	-1.63	± 0.16
100	99.63	-0.37	± 0.16
200	192.39	-7.61	± 0.15
300	285.16	-14.84	± 0.16

Berdasarkan Tabel 2, nilai pembacaan alat untuk setting 10, 50, 100, 200, dan 300 mL/jam adalah 9.46; 48.37; 99.63; 192.39; dan 285.16 mL/jam, dengan koreksi masing-masing sebesar –0.54; –1.63; –0.37; –7.61; dan –14.84 mL/jam. Ketidakpastian pengukuran berada pada rentang ±0.15 hingga ±0.16 mL/jam.

Hasil menunjukkan bahwa seluruh titik pengujian masih dalam batas toleransi, sehingga perangkat ini dinyatakan LAIK PAKAI. Dari sudut pandang klinis, pembacaan yang sedikit lebih rendah dari setpoint menunjukkan adanya kecenderungan under-infusion, tetapi masih dalam batas yang aman. Variasi ini dapat muncul akibat perbedaan algoritma kontrol feedback pada motor penggerak atau variasi kualitas komponen mekanik pompa yang digunakan oleh ESA Tech.

c. *Infusion Pump* Inmedik

Tabel 4. Hasil Telaah Teknis Inmedik

Setting Alat (ml/h)	Penunjukkan Alat Ukur (ml/h)	Koreksi (ml/h)	Ketidakpastian (ml/h)
10	10.49	0.49	± 0.15
50	48.68	-1.32	± 0.15
100	96.21	-3.79	± 0.17
200	192.49	-7.51	± 0.15
300	288.78	-11.22	± 0.16

Tabel 3 memperlihatkan bahwa nilai pembacaan pada setting 10–300 mL/jam adalah 10.49; 48.68; 96.21; 192.49; dan 288.78 mL/jam, dengan koreksi 0.49; –1.32; –3.79; –7.51; dan –11.22 mL/jam. Ketidakpastian pengukuran berada pada kisaran ±0.15 hingga ±0.17 mL/jam.

Keseluruhan hasil berada dalam batas toleransi, sehingga perangkat ini LAIK PAKAI. Secara klinis, variasi koreksi yang semakin besar pada laju aliran tinggi dapat menunjukkan bahwa stabilitas mekanik pompa menurun ketika beban motor meningkat. Hal ini umum terjadi pada pompa yang menggunakan motor berdaya sedang atau sistem occlusion pressure yang tidak sepenuhnya stabil pada kecepatan tinggi.

d. *Infusion Pump* Krisma Care

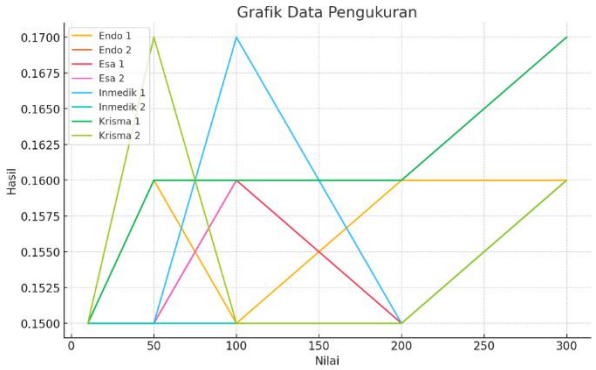
Tabel 5. Hasil Telaah Teknis Krisma Care

Setting Alat (ml/h)	Penunjukkan Alat Ukur (ml/h)	Koreksi (ml/h)	Ketidakpastian (ml/h)
10	10.69	0.69	± 0.15
50	46.73	-3.27	± 0.16
100	93.18	-6.82	± 0.16
200	184.97	-15.03	± 0.16
300	276.75	-23.25	± 0.17

Pada Tabel 4, nilai pembacaan alat untuk masing-masing setpoint adalah 10.69; 46.73; 93.18; 184.97; dan 276.75 mL/jam. Nilai koreksi yang dihasilkan yaitu 0.69; –3.27; –6.82; –15.03; dan –23.25 mL/jam, dengan ketidakpastian ±0.15 hingga ±0.17 mL/jam.

Meskipun koreksi pada setpoint tinggi terlihat cukup besar, nilai tersebut tetap berada dalam toleransi ±10%, sehingga tetap dinyatakan LAIK PAKAI. Penyimpangan terbesar pada laju 300 mL/jam dapat memengaruhi terapi cairan cepat, tetapi masih dalam rentang yang dapat diterima secara medis. Variasi besar pada merek ini berasal dari jenis motor yang digunakan, performa roller mechanism, serta kualitas flow sensor.

Pembahasan



Gambar 4. Grafik Data Pengukuran Ketidakpastian

Gambar 4. mengilustrasikan nilai ketidakpastian yang dirangkum dari pengujian menggunakan kalibrator IDA-5, seluruh unit infusion pump produk dalam negeri (100%) dinyatakan LAIK PAKAI. Deviasi hasil pengukuran flow rate pada semua titik setting (10, 50, 100, 200, dan 300 mL/jam) konsisten berada dalam batas toleransi ±10% yang disyaratkan standar. Simpangan (deviation) terendah yang tercatat adalah 0,21 mL/jam (≈0,7%), sementara simpangan tertinggi adalah 25,57 mL/jam (≈8,5%). Hasil ini membuktikan bahwa kinerja infusion pump TKDN tidak hanya memenuhi tetapi juga konsisten dalam memenuhi kriteria kinerja yang diperlukan untuk penggunaan klinis.

Berdasarkan hasil pengujian terhadap empat unit *infusion pump* merk TKDN dengan metode kalibrasi berulang sebanyak 6 kali pada setiap titik pengukuran, dapat diinterpretasikan bahwa seluruh unit (Endo, ESA Tech, Inmedik, dan Krisma Care) dinyatakan LAIK PAKAI berdasarkan ketentuan Pedoman Operasional No. PO.002/DIRJEN YANKES/2018.

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian uncertainty terhadap empat unit infusion pump TKDN dengan empat merek berbeda (Endo, ESA Tech, Inmedik, dan Krisma Care) dapat disimpulkan bahwa seluruh unit (100%) dinyatakan LAIK PAKAI. Hasil kalibrasi menunjukkan deviasi aliran pada semua titik setting (10-300 mL/jam) berada dalam batas toleransi ±10%, dengan simpangan terendah 0,21 mL/jam (≈0,7%) dan tertinggi 25,57 mL/jam (≈8,5%). Infusion pump TKDN terbukti memiliki akurasi yang baik, presisi tinggi, dan kompatibel dengan infus set TKDN, sehingga memenuhi kriteria kinerja klinis yang dipersyaratkan.

Saran

Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan menambah jumlah sampel serta variasi merek agar generalisasi temuan menjadi lebih kuat. Selain itu,

kajian serupa yang mencakup parameter lain seperti *occlusion pressure* dan uji keselamatan listrik secara lebih terperinci perlu dilakukan untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif. Penelitian juga dapat diperluas dengan memantau kinerja alat dalam jangka panjang (*longitudinal study*) guna menilai keandalan dan durabilitas produk TKDN.

Daftar Rujukan

1. D. Iskandar and A. Kholiq, "Analisis Infus Set Terhadap Keakurasian Infus Pump di Ruang ICU RSUD Karanganyar," Politek. Kesehat. Kementerian Kesehatan. Surabaya, 2017.

2. M. dos S. Silva et al., "Precision and reliability study of hospital infusion pumps: a systematic review," Biomed Eng Online, vol. 22, no. 1, p. 26, Mar. 2023, doi: 10.1186/s12938-023-01088-w.

3. N. Lasiyah, R. Syahputra, and F. Ramadhan, "RANCANG BANGUN INFUS PUMP DAN PENDETEKSI DARAH DENGAN SENSOR INFRARED BERBASIS IOT," 2025, doi: 10.51544/elektromedik.v8i2.5618.

4. O. Atanda, J. West, T. Stables, C. Johnson, R. Merrifield, and J. Kinross, "Flow rate accuracy of infusion devices within healthcare settings: a systematic review," Ther Adv Drug Saf, vol. 14, Jan. 2023, doi: 10.1177/20420986231188602.

5. A. M. Maghfiroh, N. Havilda, and S. Das, "Development of Infusion Device Analyzer Equipped with Occlusion Detection and a Real-Time Parameters Monitoring on Computer System," Jurnal Teknokes, vol. 15, no. 1, pp. 21–27, Mar. 2022, doi: 10.35882/teknokes.v15i1.4.

6. B. I. Valk and M. M. R. F. Struys, "Etomidate and its Analogs: A Review of Pharmacokinetics and Pharmacodynamics," Clin Pharmacokinet, vol. 60, no. 10, pp. 1253–1269, Oct. 2021, doi: 10.1007/s40262-021-01038-6.

7. I. Khalid, S. Ulina, Mhd. A. Primasyukra, and H. Dabukke, "ANALISA PEMELIHARAAN KOREKTIF PADA ALAT INFUS PUMP," JURNAL MUTIARA ELEKTROMEDIK, vol. 8, no. 2, pp. 43–48, Dec. 2024, doi: 10.51544/elektromedik.v8i2.5515.

8. N. Sholihah, A. Kholiq, and S. Sumber, "Monitoring Infusion Pump Via Wireless (Occlusion part)," Indonesian Journal of electronics, electromedical engineering, and medical informatics, vol. 2, no. 1, pp. 34–41, Feb. 2020, doi: 10.35882/ijeeemi.v2i1.7.

9. D. Alihodzic, A. Broeker, M. Baehr, S. Kluge, C. Langebrake, and S. G. Wicha, "Impact of Inaccurate Documentation of Sampling and Infusion Time in Model-Informed Precision Dosing," Front Pharmacol, vol. 11, Mar. 2020, doi: 10.3389/fphar.2020.00172.

10. N. M. Vieira, M. P. de O. Pires, G. B. Crespo, L. P. P. Nascimento, M. A. S. Peterlini, and M. L. G. Pedreira, "Start-up delay in syringe infusion pumps with different rates and priming techniques of intravenoust sets," Rev Gaucha Enferm, vol. 43, 2022, doi: 10.1590/1983-1447.2022.20210071.en.

11. L. F. Wakidi, K. Maulidya S. P, and M. Nosike, "Electronic Infusion Flow Regulator with Occlusion Detection," Jurnal Teknokes, vol. 15, no. 1, pp. 14–20, Mar. 2022, doi: 10.35882/teknokes.v15i1.3.

12. L. S. Nova, D. A. Puspitasari, and F. Febriani, "Penerapan Kebijakan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) Terhadap Pengembangan Industri Alat Kesehatan," Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan, vol. 15, no. 3, pp. 231–239, Sep. 2025, doi: 10.52643/jbik.v15i3.5260.

13. A. L. Rahmiyati, D. U. Kulsum, and W. L. Hafidiani, "ANALISIS PENYELENGGARAAN SISTEM PEMELIHARAAN ALAT RADIOLOGI RUMAH SAKIT," Jurnal Ilmiah Kesehatan, vol. 18, no. 3, pp. 93–97, Dec. 2019, doi: 10.33221/jikes.v18i3.390.

14. D. Agustina et al., "MANAJEMEN LOGISTIK ALAT KESEHATAN DI PUSKESMAS KEC. BAHOROK KAB. LANGKAT".

15. Dian Irmawati, Nani Yuniar, and Rahman, "IMPLEMENTASI PENGELOLAAN ALAT MEDIS DI PUSKESMAS WUA-WUA KOTA KENDARI TAHUN 2022," JURNAL ADMINISTRASI DAN KEBIJAKAN KESEHATAN, vol. 4, Apr. 2023.

16. S. Utomo, "Valuasi Teknologi Terhadap

Produk Alat Kesehatan Industri Manufaktur Sebagai Upaya Peningkatan Inovasi dan Daya Saing Menggunakan Metode TMCRL (Technology Manufacturing Commercialization Readiness Level)," Maret, vol. 7, no. 1, pp. 89–99, Mar. 2022, doi: 10.32493/informatika.v7i1.16720.

17. S. Utomo, "Pengukuran Produk Alat Kesehatan Industri Manufaktur dalam Negeri sebagai Upaya Peningkatan Daya Saing Menggunakan Metode T-M-C-R-L (TECHNOLOGY Manufacturing Commercialization Readiness Level)," Jurnal Informatika Universitas Pamulang, vol. 7, no. 1, pp. 89–99, 2022.

18. Dia Sari N, Hubban Fathia M, Nur Syahidah H, Rahmadani Sagala, and Zanzabila Aulya, "ANALISIS PEMELIHARAAN ALAT KESEHATAN DAN PELAYANAN DI DINAS KESEHATAN KABUPATEN BATUBARA," vol. 6, Jun. 2025.

19. N. Heryani, E. Purwaningsih, and A. Rumah Sakit, "Analisis Manajemen Logistik Alat Medis di RSUD Inche Abdoel Moeis Samarinda," 2024.

20. Kementrian Kesehatan RI, "Permenkes Nomor 54 Tahun 2015," 2015, Indonesia.

21. Syaifudin, Moch Prastawa ATP, and Dyah Titisai, "Pengaruh Infusion Set Pada Kalibrasi Infus Pump," Poltekkes Kemenkes Surabaya, 2021.

22. M. Bagaskara, W. Dwiono, and L. Hayat, "Rancang Bangun Pengatur Infus Berbasis Mikrokontroller," 2020. [Online]. Available: http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/JRRE

23. C. Leonardo and D. Harlianto Tanudjaya, "ANALISIS KALIBRASI PENGUKURAN DAN KETIDAKPASTIAN SOUND LEVEL METER," Jakarta, May 2023.

24. DIRJEN FASYANKES, "Metode Kerja," 2020, Indonesia.