

**ANALISA PARAMETER FREKUENSI PADA PENGUJIAN
DAN KALIBRASI ELEKTROSTIMULATOR**

Nur Hadziqoh¹, Romi Mulyadi², Yeni Pertiwi³, Nani Lasiyah⁴, Muddasir⁵
(1,2,3,4,5)Prodi Teknologi Rekayasa Elektro-medis,Fakultas Teknologi Kesehatan, Institut
Kesehatan dan Teknologi Alinsyirah, Jl Parit Indah No.38
⁸email: romi.mulyadi@ikat.ac.id

ABSTRAK

Elektrostimulator merupakan suatu perangkat yang menghasilkan banyak sinyal listrik kecil dan mengirimkannya ke dalam tubuh melalui sebuah elektroda yang ditempatkan di permukaan kulit di dekat area yang mengalami rasa sakit atau di atasnya. *Elektrostimulator* digunakan secara luas untuk mengamati respons sel saraf dan otot terhadap rangsangan listrik tertentu. Pada penelitian ini dilakukan proses analisa parameter frekuensi pada pengujian dan kalibrasi *elektrostimulator* yang mana diadakannya kalibrasi bertujuan untuk mengetahui beberapa penyimpangan antara alat yang dikalibrasi dengan kalibratornya. Untuk metode yang dipakai yaitu menggunakan metode kerja yang sudah ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia yang mencakup diantaranya dari pemeriksaan fisik dan fungsi alat,keselamatan listrik serta pengujian kinerja pengukuran frekuensi. Untuk hasil dari penelitian ini pada pemeriksaan fisik dan fungsi alat sebesar 10 %,untuk pemeriksaan keselamatan listrik nilai yang didapat 40 %, pengujian kinerja sebesar 50 %. Sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan proses kalibrasi elektrostimulator dengan menganalisis lebih dari satu parameter frekuensi.

Kata Kunci: *Elektrostimulator, Kalibrasi, Elektroda*

ABSTRACT

An electrostimulation is a device that generates many small electrical signals and sends them into the body via an electrode placed on the surface of the skin near or above the painful area. Electrostimulators are widely used to observe the response of nerve and muscle cells to certain electrical stimuli. In this research, the process of analyzing the frequency parameters in the testing and calibration of the electro-stimulators where the calibration was carried out aims to find out some deviations between the calibrated device and the calibrator. The method used is the work method that has been established by the Ministry of Health of the Republic of Indonesia which includes, among other things, physical examination and equipment function, electrical safety, and frequency measurement performance testing. For the results of this study on physical examination and tool function by 10%, for electrical safety checks the value obtained is 40%, and performance testing is 50%. As a recommendation for further research, it is suggested to develop an electro-stimulator calibration process by analyzing more than one frequency parameter.

Keywords: *Electrostimulation, Calibration, Electrode.*

PENDAHULUAN

Kelistrikan sangat penting dalam aspek kehidupan manusia, salah satu penggunaan listrik adalah di rumah sakit. Selain sebagai penerangan, kelistrikan dalam dunia kesehatan dimanfaatkan untuk terapi penyakit salah satunya adalah alat *elektrostimulator*. *Elektrostimulator* merupakan suatu perangkat yang menghasilkan banyak sinyal listrik kecil dan mengirimkannya ke dalam tubuh melalui sebuah elektroda yang ditempatkan di permukaan kulit di dekat area yang mengalami rasa sakit atau di atasnya (Hutomo et al., 2019).

Elektrostimulator digunakan secara luas untuk mengamati respon sel saraf dan otot terhadap rangsangan listrik tertentu (Utari et al., 2017). Untuk memastikan bahwa peralatan kesehatan memenuhi standar pelayanan dan dapat digunakan dengan aman, diperlukan pengujian dan kalibrasi secara teratur. Setiap peralatan kesehatan yang digunakan di fasilitas pelayanan kesehatan dan fasilitas kesehatan lainnya harus diuji dan/atau dikalibrasi secara berkala oleh Balai Pengujian Fasilitas Kesehatan atau Institusi Pengujian Fasilitas Kesehatan (Suprihatin, 2021).

Kalibrasi adalah serangkaian tindakan yang mengaitkan nilai yang diperlihatkan oleh suatu perangkat pengukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang direpresentasikan oleh objek pengukur, dengan nilai yang sudah diketahui yang terkait dengan ukuran yang diukur dalam situasi tertentu (Leonardo et al., 2019). Untuk menjamin keselamatan alat digunakan perlu adanya pemeliharaan serta kalibrasi yang terjadwal. Manfaat melakukan kalibrasi bertujuan untuk mendukung penerapan sistem mutu. Melalui kalibrasi, kita dapat mengetahui sejauh mana perbedaan antara nilai pengukuran yang

akurat dan nilai pengukuran yang diperoleh dari alat yang digunakan (Firdaus et al., 2020). Untuk alat kalibrator *elektrostimulator* adalah alat osiloskop.

Osiloskop adalah sebuah perangkat pengukur elektronik yang memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan bentuk sinyal, baik sinyal analog maupun sinyal digital, sehingga memungkinkan pengguna untuk melihat, mengukur, menghitung, dan menganalisis sinyal-sinyal tersebut sesuai dengan bentuk keluaran yang diinginkan. Osiloskop dapat dipilah menjadi dua jenis, yaitu osiloskop analog dan osiloskop digital. Keduanya memiliki prinsip kerja yang serupa, yaitu menerima sinyal input berupa tegangan listrik dan menampilkannya pada sebuah layar (Bachmid et al., 2017).

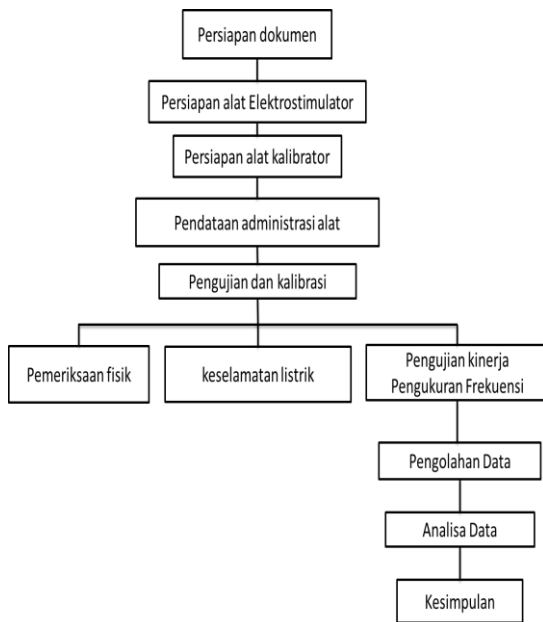
Salah satu isu umum yang muncul pada *Elektrostimulator* adalah ketika terlalu banyak memberikan rangsangan listrik pada otot, dapat mengakibatkan kerusakan pada jaringan atau sel otot. Akibatnya, otot yang mengalami kontraksi dapat mengalami rasa nyeri. Jika kerusakan tersebut terjadi secara luas atau dalam skala yang besar, dapat berdampak serius pada fungsi ginjal (Rizqi, 2018).

Untuk meningkatkan keamanan pasien, penting bahwa alat kesehatan memiliki jaminan kualitas yang baik. Untuk mengatasi masalah ini, baik tenaga kesehatan maupun calon tenaga kesehatan yang menggunakan atau bertanggung jawab atas alat harus secara rutin melakukan kalibrasi setidaknya sekali dalam setahun. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengenalkan kebiasaan melakukan kalibrasi alat laboratorium sebagai bagian dari praktik perkuliahan. Diharapkan bahwa melalui kegiatan

kalibrasi alat laboratorium, terutama di laboratorium yang menggunakan alat kesehatan seperti laboratorium terapi, mahasiswa elektromedis yang akan menjadi tenaga kesehatan akan lebih memahami kondisi alat sebelum menggunakannya. Selain itu, kegiatan kalibrasi alat dalam praktik di laboratorium merupakan aspek penting dalam proses akreditasi program studi atau institusi yang terkait.

METODE

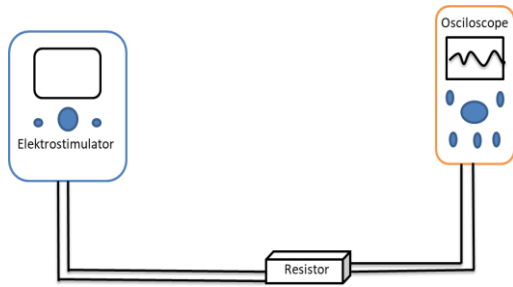
Tahapan metode penelitian ini ditampilkan dalam flowchart berikut:



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

1. Mempersiapkan dokumen, adapun dokumen yang disiapkan adalah Metode kerja, Instruksi kerja, Lembar kerja serta label.
2. Persiapkan alat Elektrostimulator serta periksa kelengkapan aksesoris setelah itu persiapkan alat kalibrator yaitu Oscilloscope.

3. Melakukan pendataan alat Elektrostimulator dan Oscilloscope mulai dari identitas pengujian nama alat merk,model,nomor,tanggal pelaksanaan serta nama ruangan tempat dilakukan kalibrasi.
4. Melakukan pengujian dan kalibrasi,pengujian pertama yaitu pemeriksaan fisik alat mulai dari badan dan permukaan alat, kotak-kotak alat, kabel catu utama ,sekring pengaman, kabel elektroda, tombol saklar dan kontrol serta tampilan indikator.
5. Setelah melakukan pemeriksaan fisik alat dilanjutkan dengan pengujian keselamatan listrik pada alat,untuk pemeriksaan keselamatan listrik mengacu pada MK Pengujian Keselamatan Listrik Nomor MK 001-18.
6. Kemudian melakukan pengujian kinerja adapun parameter yang diukur yaitu pengukuran frekuensi. Langkah-langkah pengukurannya yaitu pertama siapkan alat elektrostimulator dan oscilloscope kemudian lakukan pengkoneksian kedua alat tersebut setelah alat saling terkoneksi atur decade resistance box untuk nilai 1000 ohm hidupkan alat *Elektrostimulator* dan *Oscilloscope* kemudian setting *Elektrostimulator* pada frekuensi 10 Hz, Intensitas 10 mA,pulse duration 100 µs dan waktu terapi 10 menit,setelah itu baca nilai frekuensi (HZ) yang terbaca pada *Oscilloscope* dan catat pada lembar kerja ketika keadaan pembacaan telah stabil,



Gambar 2. Instalasi Kalibrasi Elektrostimulator (Bachmid et al., 2017)

- Lakukan langkah tersebut untuk mendapatkan pembacaan berulang yang dilakukan sebanyak 6 kali pengulangan, untuk frekuensi yang disetting pada elektrostimulator adalah 50 Hz, 150 Hz, 250 Hz.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam konteks kalibrasi alat *elektrostimulator*, data yang diperoleh dapat diorganisir menjadi tujuh tabel yang berbeda, yakni: data mengenai sarana dan alat yang digunakan, data alat ukur yang digunakan, data pengukuran kondisi lingkungan, data pengujian fisik dan fungsi alat elektrostimulator, data uji keselamatan listrik, data pengukuran kinerja alat elektrostimulator, dan analisis ketidakpastian dalam pengukuran kinerja alat elektrostimulator.

Pendataan sarana dan alat

Langkah awal dalam melakukan kalibrasi alat elektrostimulator adalah melaksanakan pendataan sarana dan peralatan yang terlibat. Pendataan ini dilakukan untuk memverifikasi kesesuaian alat dan sarana dengan prosedur yang berlaku serta mencegah kesalahan saat membuat laporan dan menetapkan status alat. Pendataan mencakup identifikasi merek alat, tipe, dan nomor seri.

Tabel 1. Pendataan sarana dan alat

Merk	BTL
Type/Model	BTL-4000
Nomor Seri	05BP0B011336

Alat ukur yang digunakan

Pengumpulan data mengenai peralatan pengukur melibatkan mencatat merek, tipe, dan seri peralatan. Dalam penelitian ini, terdapat empat jenis peralatan pengukur yang digunakan.

Tabel 2. Pendataan alat ukur

No	Nama Alat	Merk	Model/Tipe	No. Seri
1	Oscilloscope	N/A	N/A	N/A
2	Electrical Safety Analyzer	Mextron	QA-90	9390
3	Resistor	N/A	N/A	N/A
4	Thermohygrometer	EOSun	ETP 101	N/A

Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan

Thermohygrometer digunakan untuk melakukan pengukuran kondisi lingkungan, termasuk temperatur dan kelembaban ruangan.

Tabel 3. Hasil pengukuran kondisi lingkungan

No	Parameter	Terukur		Rata-Rata		
1	Temperatur Ruangan	Awal	26,5 °C	Akhir	27,0 °C	26.75
2	Kelembaban Ruangan	Awal	50 %	Akhir	47 %	48.3

Hasil Uji fisik dan fungsi Alat Elektrostimulator

Setelah diperhatikan, alat tersebut beroperasi secara normal berdasarkan tabel 4 yang mencakup pengujian fisik dan fungsi yang melibatkan bagian casing, kotak kontak, kabel daya, sekring, tombol saklar, dan indikator/display.

Tabel 4. Hasil uji fisik dan fungsi

No	Parameter	Bahasa Pengamatan	Hasil Pengamatan	Score
1	Badan /casing	Periksa bagian luar unit, pastikan bersih, terpasang ketat satu dan lainnya dan tidak ada bekas tertimpa cairan ataupun gangguan lainnya	1	
2	Kotak-kontak alat	Periksa apakah ada gangguan pada kotak kontak (AC-Power). Gerak gerakan kotak kontak untuk memastikan keamanannya. goyang-goyangkan kontak untuk memastikan tidak ada baut atau mur yang longgar.	1	
3	Kabel catu daya	Periksa kabel, apakah terlihat ada kerusakan atau bagian isolasi yang terkelupas	1	100
4	Sekering / Fuse	Periksa sekering yang terdapat pada bagian luar rangkaian, apakah nilai tahanan dan tipenya sesuai dengan spesifikasi yang tertulis pada alat.	1	
5	Selektor/tombol	Sebelum mempergunakan/mengubah-ubah tombol kontrol, periksa posisi, jika terlihat tidak berada pada posisinya (periksa dengan menggunakan mode pemeriksaan standar). Bandingkan dengan posisi kontrol. Ingat pengaturan tersebut dan jangan lupa mengembalikan pada posisi awal apabila sudah selesai menggunakan alat.	1	
6	Indikator / Display	Pastikan lampu indikator dan tampilan berfungsi seluruhnya, yakinlah bahwa bagian tampilan digital berfungsi.	1	

Hasil Uji Keselamatan Listrik

Untuk Pemeriksaan keselamatan listrik Parameter yang diukur adalah *Insulation Earth Leakage Current Normal Condition for Class Resistance Patient Leakage Current Normal Condition Enclosure Leakage Current Normal Condition Protective Earth Resistance for Class I Current Consumption (switch On) Voltage L1 - L2 Voltage L1 - GND Voltage L2 – GND*

Tabel 5. Hasil Uji Kelistrikan

No	Parameter	Terukur	Ambang batas	Hasil	Score	
1	Insulation Resistance	> 200	MΩ	NL	1	
2	Earth Leakage Current Normal Condition	2	μA	5000	1	
3	Patient Leakage Current Normal Condition	N/A	μA	≤100 (B&B F) or ≤ 10(C F)	1	
4	Enclosure Leakage Current Normal Condition	0	μA	100	1	
5	Protective Earth Resistance	0	mΩ	200	1	
6	Current Consumption (switch On)	0.098	mA	NL	1	100
7	Current Consumption (switch Off)	0.043	mA	NL	1	
8	Voltage L1 - L2	203.7	Vac	NL	1	
9	Voltage L1 - GND	N/A	Vac	NL	1	

10	Voltage L2 - GND	N/A	Vac	NL	1
11	Class: II				
12	Applied Part Type: BF				

Hasil Pengukuran kinerja alat Elektrostimulator

Pada pengujian kinerja alat, pengukuran dilakukan dengan menggunakan parameter Akurasi Frekuensi Terapi. Terdapat tiga titik pengukuran yang dilakukan mulai dari 50 hingga 250 Hz, dan setiap titik pengukuran diulang sebanyak enam kali. Hasil pengukuran tersebut ditampilkan dalam tabel dan masih memenuhi toleransi yang telah ditetapkan oleh metode kerja Kemenkes, yaitu sebesar $\pm 20\%$.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Akurasi Frekuensi

No	Setting Alat (Hz)	Penunjukan Standar (Hz)						Penyimpangan yang diijinkan
		1	2	3	4	5	6	
1	50	49.8	49.9	50.1	50.1	50	50	$\pm 20\%$
2	150	150	150.2	150.2	150	150	150.3	
3	250	250.4	250.3	250.4	250.4	250.1	250.5	

Hasil Analisa Ketidakpastian dalam pengukuran alat Elektrostimulator

Tabel 7 menampilkan hasil perhitungan ketidakpastian pengukuran yang telah dihitung. Pada titik 250, terdapat ketidakpastian tertinggi sebesar 0.145. Nilai ini masih dalam batas toleransi yang telah ditetapkan sebesar $\pm 20\%$. Dari hasil analisa ketidakpastian dalam pengukuran alat elektrostimulator memberikan gambaran bahwasanya alat

tersebut masih layak digunakan sesuai dengan spesifikasinya, yang memberikan manfaat positif seperti meminimalisir kecelakaan kerja, menghindari cacat pada alat serta mendukung kesehatan dan keselamatan dalam penggunaan alat tersebut.

Tabel 7. Hasil analisa ketidakpastian pengukuran frekuensi

N O	Penunjukan Alat (HZ)	Koreksi	Ketidakpastian pengukuran
1	50	-0.02	0.124
2	150	0.12	0.140
3	250	0.35	0.145

SIMPULAN

Hasil kalibrasi analisis parameter frekuensi menunjukkan bahwa pada pengujian pemeriksaan fisik dan fungsi sebesar 10%, pengujian keselamatan listrik sebesar 40%, dan pengukuran uji kinerja sebesar 50%. Dengan total skor 100%, alat ini dinyatakan layak digunakan karena skornya melebihi batas yang ditetapkan. Sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan proses kalibrasi elektrostimulator dengan menganalisis lebih dari satu parameter frekuensi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachmid, A., Poekoel, V., & Wuwung, J. (2017). Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 6(1), 15–26.
- Firdaus, A. J. A., Pramono, D., & Purnomo, W. (2020). Pengembangan Sistem Informasi UPT Kalibrasi Dinas Kesehatan

- Kabupaten Malang Berbasis WEB. *Jurnal Sistem Informasi, Teknologi Informasi, Dan Edukasi Sistem Informasi*, 1(1), 23–34. <https://doi.org/10.25126/justsi.v1i1.3>
- Hutomo, A. P., Suhariningsih, S., & Astuti, S. D. (2019). Rancang Bangun Sistem Pengendali Tegangan Stimulasi Elektrostimulator Otomatis Berbasis Resistansi Tubuh. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 20(3), 146. <https://doi.org/10.20473/jbp.v20i3.2018.146-15>
- Leonardo, C., Suraidi, & Tanudjya, H. (2019). Analisis Kalibrasi Pengukuran Dan Ketidakpastian Sound Level Meter. *Jurnal TEKNIK INDUSTRI*, 8(1), 46–53.
- Rizqi, A. S. (2018). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) Affecting Pain Treshold. *Link*, 14(2), 79. <https://doi.org/10.31983/link.v14i2.3775>
- Suprihatin, E. E. (2021). Pengaruh Penganggaran, Prosedur Kalibrasi, Dan Praktik Sumber Daya Manusia Terhadap Kepatuhan Pelaksanaan Kalibrasi Alat Kesehatan Di Puskesmas Se-Kabupaten Gunungkidul. *Jurnal Riset Manajemen Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Widya Wiwaha Program Magister Manajemen*, 8(1), 67–79. <https://doi.org/10.32477/jrm.v8i1.248>
- Utari, E. L., Buyung, I., & Putra, I. M. G. (2017). Simulasi Alat Elektrostimulator Akupuntur Berbasis Mikrokontroler Atmega16. *Teknoin*, 23(1), 29–42. <https://doi.org/10.20885/teknoin.v23.iss1.art4>
- S. F. Wang, J. P. Lee, and H. L. Hwa, “Effect of transcutaneous electrical nerve stimulation on primary dysmenorrhea,” *Neuromodulation*, vol. 12, no. 4, pp. 302–309, 2009, doi: 10.1111/j.1525-1403.2009.00226.x.
- M. Program, S. Fisioterapi, F. Kedokteran, and U. Udayana, “Pemberian Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) Dapat Meningkatkan Ketajaman,” no. August, pp. 1–8, 2013.
- A. S. Rizqi, “Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) Affecting Pain Treshold,” *Link*, vol. 14, no. 2, p. 79, 2018, doi: 10.31983/link.v14i2.3775.
- A. Sonwane, C. Y. Patil, and G. Deshmukh, “and Basic Principles for the use of TENS,” 2018 2nd Int. Conf. Trends Electron. Informatics, no. Icoei, pp. 285–287, 5193.