

## Terapi Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) 3 Mode Berbasis Arduino Nano

Nadilla Eva Chair<sup>1\*</sup>, Setyo Adi Nugroho<sup>2</sup>, Kuart Supriyadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis/Fakultas Sains Teknologi, ITS PKU Muhammadiyah Surakarta

\*Email : 2202405056@students.itspku.ac.id

### Kata kunci:

### Abstrak

TENS,  
3 Mode TENS,  
Arduino Nano.

Metode efektif untuk mengurangi atau menyembuhkan rasa nyeri adalah melalui terapi menggunakan alat Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS), menggunakan frekuensi gelombang listrik yang akan disalurkan ke bagian tubuh yang terasa nyeri. Metode yang digunakan yaitu Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan alat TENS dengan 3 mode berbasis Arduino Nano, dilengkapi dengan pengaturan waktu sehingga pemberian dosis akan terpantau dan lebih aman. TENS mode continuous dirancang dengan frekuensi 1-200Hz, mode intermittent dengan frekuensi 100Hz dengan selang waktu 1 detik kontraksi dan 1 detik relaksasi dan modulation dengan frekuensi 100Hz. Hasil pengujian pada ketiga mode didapatkan keakurasian mode continuous 99%-99,95%, keakurasian mode intermittent 99,9%, keakurasian mode modulation 99,9% dan keakurasian pengaturan waktunya 99,98%-100%. Dengan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa alat TENS sesuai dengan perancangan alat.

## Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) Therapy With 3 Modes Base On Arduino Nano

### Keyword:

### Abstract

TENS,  
3 Mode of TENS  
Arduino Nano.

An effective method for reducing or alleviating pain is through therapy using Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) devices, which utilize electrical wave frequencies that are transmitted to the painful areas of the body. The method employed is Research and Development (R&D) aimed at developing a TENS device with 3 modes based on Arduino Nano, equipped with a timing setting so that the dose administration can be monitored and is safer. The continuous mode of TENS is designed with a frequency of 1-200Hz, the intermittent mode with a frequency of 100Hz with a contraction interval of 1 second and relaxation of 1 second, and modulation with a frequency of 100Hz. Testing results on the three modes show that the accuracy of the continuous mode is 99%-99.95%, the accuracy of the intermittent mode is 99.9%, the accuracy of the modulation mode is 99.9%, and the accuracy of the timing setting is 99.98%-100%. With these research results, it can be concluded that the TENS device is in accordance with the design of the device. Therefore, the TENS device can be used a therapy tool.

## PENDAHULUAN

Cidera otot juga dapat disebabkan terkena stroke, stroke sendiri merupakan penyakit yang diakibatkan adanya penyempitan pada pembuluh darah di otak, menyebabkan sistem syaraf terhenti atau mengalami gangguan syaraf bahkan tidak bisa di gerakkan (Widyaningsih dan Herawati, 2022). Pasien stroke yang mengalami hemiparisis dapat mengakibatkan gangguan fungsional, mobilitas serta gangguan aktivitas (Anggardani dkk, 2023). *Exercise therapy* merupakan salah satu intervensi atau tindakan fisioterapi yang memfokuskan pada latihan gerak atau kegiatan fisik baik secara aktif maupun pasif yang sistematis untuk meningkatkan kekuatan otot (Krisnawati dan Anggiat, 2021).

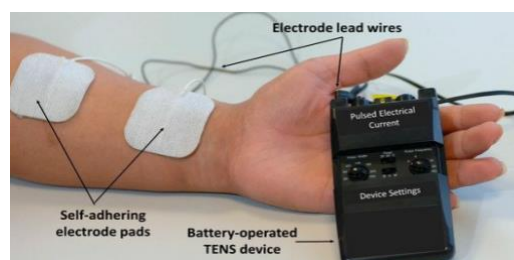
Kekakuan otot menyebabkan rasa sakit atau nyeri dan kelemahan otot pada pasien yang menjadi hambatan potensi keberhasilan rehabilitasi (Arifianto, 2021).

Salah satu terapi yang dapat dilakukan untuk mengembalikan optimalisasi kekuatan otot dan mengurangi rasa nyeri. diakibatkan cedera otot atau kekejangan otot paska stroke adalah dengan terapi *Electrostimulator* atau *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) (Hestikaputri, 2022). Hasil dari penggunaan *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) terdapat penurunan nyeri, terdapat peningkatan kekuatan otot, terdapat *Range of Motion* (ROM), serta terdapat peningkatan aktivitas fungsional (Purwasih dkk, 2020). TENS memberikan Pereda nyeri sebhektif yang sangat baik (Faradilla dan Wahyuni, 2023). Menurut Isidorus et al (2024) bahwa Latihan stabilitas core dan TENS memiliki pengaruh yang signifikan pada nyeri.

Pada tahun 2023, Muslihun dkk membuat alat “Rancang Bangun Elektrostimulator Berbasis Arduino Mega 2560” menggunakan frekuensi 2 – 8 Hz Prinsip kerja dari alat ini adalah frekuensi yang dipilih sesuai dengan kebutuhan dan tegangan berfrekuensi tersebut akan dikuatkan dengan *transformator* sehingga akan menstimulasi otot dan saraf dengan gelombang kejut sesuai dengan frekuesinya melalui elektroda yang ditempelkan pada permukaan kulit dalam batas waktu yang ditentukan sehingga otot dan saraf menjadi lebih rileks dan nyaman (Muslihun dkk, 2023).

#### 1. *Trancutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS)

TENS adalah sebuah perangkat elektromedis untuk terapi yang memiliki *output* aliran listrik berdenyut yang dilewatkan elektroda ke permukaan kulit dengan tujuan mengurangi rasa nyeri pada tubuh, penggunaan TENS untuk meredakan atau mengurangi nyeri lebih baik dibandingkan dengan menggunakan obat-obatan, hal ini dikarenakan efek samping yang dihasilkan kecil. Keluhan yang paling umum adalah reaksi kulit jenis alergi (2-3% pasien) dan hal ini disebabkan oleh material elektroda, gel konduktif, tetapi skrng sudah dibuat dengan menggunakan elektroda yang sudah dilapisi perekat yang mengurangi resiko tersebut (Watson, 2023). TENS menimbulkan kontraksi pada saraf dan otot memberikan reaksi terapi yang efektif, penggunaan frekuensi pada TENS sangat berpengaruh pada hasil, semakin tinggi frekuensi yang digunakan maka akan menimbulkan kontraksi yang kuat. TENS terutama digunakan untuk meredakan gejala dari berbagai jenis rasa sakit tanpa memandang asalnya seperti neciceptive, neuropatik dan neciplatic (Johnson, 2021). Dalam penggunaan TENS terdapat beberapa pengaturan mode, frekuensi, amplitude dan waktu, pengaturan mode terdapat 3 yaitu mode *continous*.



Gambar 1. TENS  
Sumber : Johnson (2021)

#### 2. Mode Pada TENS

##### a. *Mode Continous*

Pada mode *continous* efektif untuk mengatasi rasa nyeri akut dengan stimulasi yang konstant, cocok untuk penggunaan normal atau awal mencoba TENS. Pada terapi TENS mode *continous* pada output frekuensi akan konstant, apabila di setting 10Hz maka selama proses terapi frekuensi yang keluar konstant 10Hz (Landgraf, 2025).

##### b. *Mode Intermittent*

Pada Mode *intermittent* efektif untuk mengurangi rasa nyeri kronis, yang menimbulkan semburan stimulasi, cocok untuk penderita nyeri kronis yang merasakan intensitas nyeri di level lebih tinggi dari normal. Pada terapi TENS mode *intermittent* terjadi 1 detik semburan kontraksi dan 1 detik semburan relaksasi dengan 1 settingan frekuensi (Landgraf, 2025).

c. Mode *modulation*

Pada Mode *modulation* menggunakan frekuensi bervariasi dan siklus sehingga mampu mengurangi adaptasi saraf. Untuk mengurangi rasa nyeri akut atau kronis, cocok untuk penderita nyeri akut, kronis, atau yang sarafnya dalam perawatan. Pada terapi TENS mode modulation terdapat perputaran lebar denyut dan laju pada frekuensi (Landgraf, 2025)

3. Frekuensi

Frekuensi merupakan sebuah ukuran getaran atau gelombang yang terjadi dalam satuan waktu dengan satuan Hertz(Hz). Jika didalam TENS frekuensi merujuk pada seberapa sering ia mengirimkan pulse listrik ke elektroda atau dapat diartikan dengan seberapa sering mendapatkan stimulasi. Jadi jika kita mengatur frekuensi 10Hz maka dirasakan 10 pulse listrik dalam 1 detik. Berikut merupakan rentang penggunaan frekuensi pada TENS (Jaya dan Ilham 2019).

Tabel 1. Frekuensi Terapi

Rentang Frekuensi	Kegunaan
2-5 Hz	Pelepasan Endorfin (morfin alami tubuh)
2-10 Hz	Nyeri Kronis
35-50 Hz	Nyeri Sedang
80-120 Hz	Nyeri Akut
90-130 Hz	Paling Umum Digunakan

4. Waktu Terapi

Dikarenakan menggunakan keamanan yang cukup tinggi maka terapi TENS dapat digunakan selama dan sesering yang diperlukan.

Tabel 2. Waktu Terapi

Waktu	Kegunaan
40 Menit	Waktu yang ideal untuk hasil terbaik
30 Menit	Waktu untuk penderita Nyeri Kronis sambil bergerak aktif
20-60 Menit	Waktu untuk penderita nyeri akut, 4 kali dalam sehari
20-30 Menit	Waktu untuk penderita nyeri kronis, 5 kali seminggu

5. Arduino Nano

Arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat *open source* dan sering digunakan untuk merancang dan membuat perangkat elektronik. Arduino Nano adalah salah satu papan *microcontroller* yang memiliki ukuran kompak, lengkap dengan fitur yang mendukung penggunaan *breadboard*, papan Arduino Nano menggunakan *microcontroller* ATmega328. IC ATmega 328 pada Arduino Nano dalam bentuk *smd* yang memiliki 22 pin *input/output* terdiri dari 12 pin digital *input/output*, 6 diantaranya adalah pin yang memiliki fungsi PWM (*pulse with modulation*), 8 pin memiliki fungsi sebagai ADC (*analog to digital converter*), dan 2 pin berfungsi sebagai komunikasi

data *serial* yaitu untuk upload program ataupun untuk mengirim dan menerima data yaitu 1 pin TX dan 1 pin RX (Widhiawan dkk, 2021)



Gambar 2. Arduino Nano  
Sumber : Triawan dan Sardi (2020)

#### 6. Elektroda

Elektroda adalah media yang melaluinya arus listrik yang dihasilkan TENS disalurkan ke tubuh pasien. Elektroda merupakan suatu konduktor yang ujungnya terbuat dari logam atau tembaga, dan logam tersebut dihubungkan dengan kabel keluaran TENS. Kemudian lapisan permukaan logam lainnya dengan pasta atau jeli elektrolit. Elektroda yang biasa digunakan pada TENS adalah elektroda mengambang tipe.



Gambar 3. Pad Elektroda

#### 7. Transformator

*Transformator* adalah suatu peralatan/mesin listrik statis (tidak bergerak/berputar) yang dapat memindahkan, serta mengubah/mentransformasi besaran daya listrik dari satu rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain pada frekuensi yang sama. Suatu *transformator* dapat menaikkan atau menurunkan tegangan dari suatu rangkaian listrik akan tetapi diikuti dengan turun atau naiknya aliran arus pada rangkaian listrik yang lain. Proses pemindahan dayanya dilakukannya melalui suatu gandengan magnetik antara kedua rangkaian listrik yang dihubungkan, sementara proses transformasi besarnya menggunakan prinsip induksi elektromagnetik di dalam gandengan magnetik tersebut. *Transformator* pada dasarnya terbentuk dari dua kumparan induktif yang terpisah/terisolasi satu sama lain secara elektrik (agar tak terjadi aliran arus hubung singkat antara keduanya) tetapi terdangeng secara magnetik melalui suatu rangkaian magnetik berupa aliran fluks dalam suatu inti besi yang memiliki nilai reluktansi rendah (Citarasa dkk, 2022)

#### 8. *Liquid Crystal Display (LCD)*

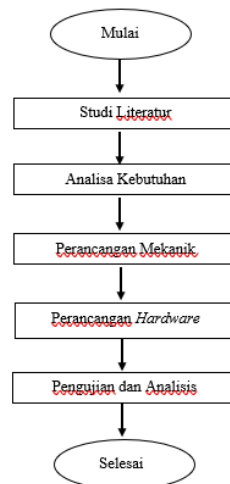
LCD merupakan komponen elektronika yang berfungsi untuk menampilkan suatu data dapat berupa karakter, huruf, simbol maupun grafik. Karena ukurannya yang kecil maka LCD banyak dipasangkan dengan *Microcontroller*. LCD tersedia dalam bentuk modul yang mempunyai pin data, kontrol catu daya, dan pengatur kontras (Suryantoro, 2019).



Gambar 4. LCD 16x4  
Sumber : Yusa dkk (2021)

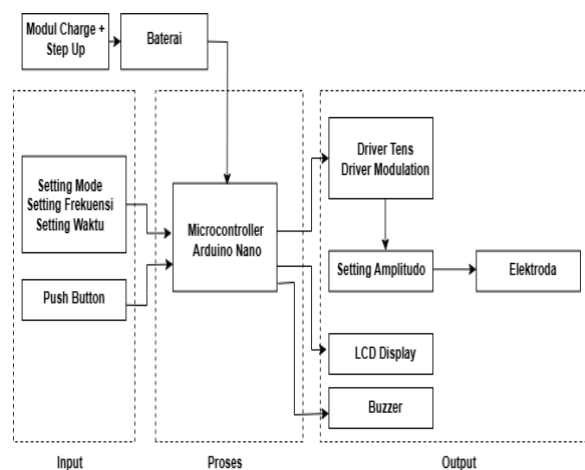
## METODE

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian Rancang Bangun Research and Development (RnD), yang menggunakan pendekatan pengkajian dan mengembangkan produk yang sudah ada. Metode dengan melakukan rancang bangun berupa alat dengan mengembangkan hasil dari riset terhadap permasalahan yang ditemukan. Membangun alat TENS dengan 3 Mode (*Continuous, Intermittent, dan Modulation*) dengan pengaturan frekuensi 1-200Hz pada mode Continuous dan terdapat pengaturan waktu otomatis dengan berbasis Arduino Nano (Okpatrioka 2023).



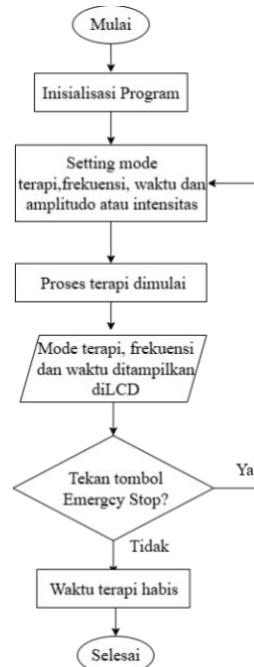
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Perancangan alat dilakukan dengan merancang rangkaian sesuai kebutuhan serta menyiapkan komponen, sedangkan blok diagram digunakan untuk menggambarkan hubungan antarbagian utama sistem sehingga mempermudah perancangan TENS 3 Mode berbasis Arduino Nano.



Gambar 6. Blok Diagram

Flowchart adalah diagram visual dengan simbol standar yang digunakan untuk menggambarkan alur proses secara sistematis, sehingga mempermudah pemahaman prinsip kerja TENS 3 Mode berbasis Arduino Nano.



Gambar 7. Flow Chart

Pengujian pada penelitian ini berfokus pada keluaran frekuensi gelombang aliran listrik yang dihasilkan, pengujian relevan mode terapi dan waktu *setting prototype*. Hasil pada pengujian yang nantinya akan dilakukan analisis untuk pengembangan penelitian-penelitian selanjutnya.

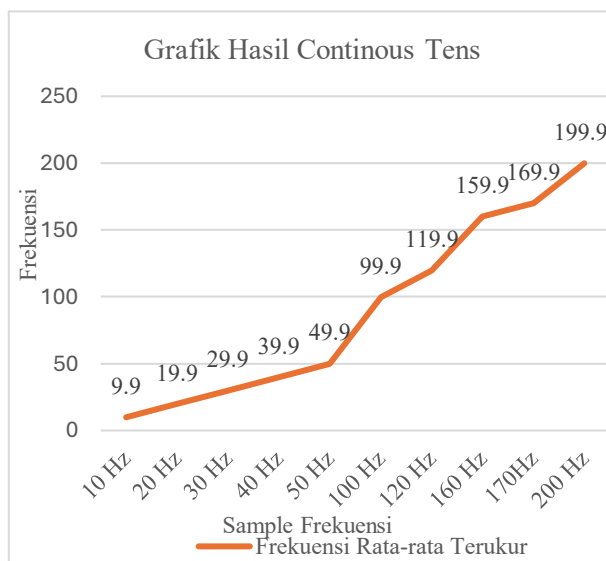
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dihasilkan Alat TENS 3 Mode Berbasis Arduino Nano, dilakukan pengujian pada Mode Continuous, Mode Intermittent, Mode Modulation dan Waktu.



Gambar 7. Alat TENS

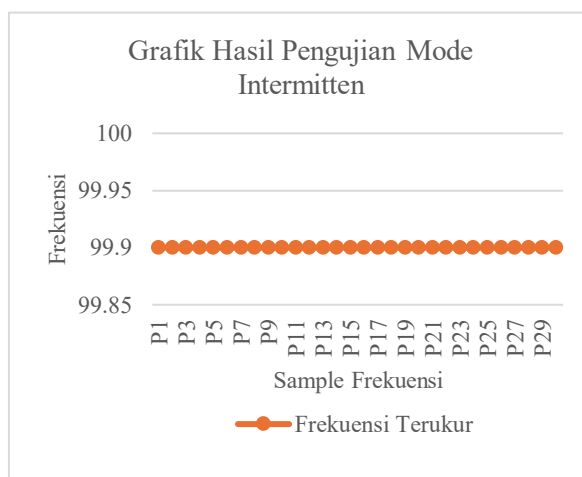
1. Pengujian Mode Continuous



Gambar 8. Grafik Mode *Continuous*

Dari ke 10 sampel setting frekuensi 10 Hz, 20Hz, 30Hz, 40Hz, 50Hz, 100Hz, 120Hz, 150Hz, 170Hz dan 200Hz dilakukan 30 kali pengujian maka didapat rata-rata dan sipangan sebagaimana tabel 4.4 dan pada Gambar 4.1 yang merupakan grafik dari hasil pengujian mode *Continuous*. Terdapat lonjakan grafik pada sampel 50Hz dan 100Hz itu dikarenakan sampel yang diambil secara acak berurutan jadi terlihat jauh karna jarak frekuensi 50Hz dan 100Hz, tetapi pada nilai simpangannya masih sama hanya 0,1 di keduanya.

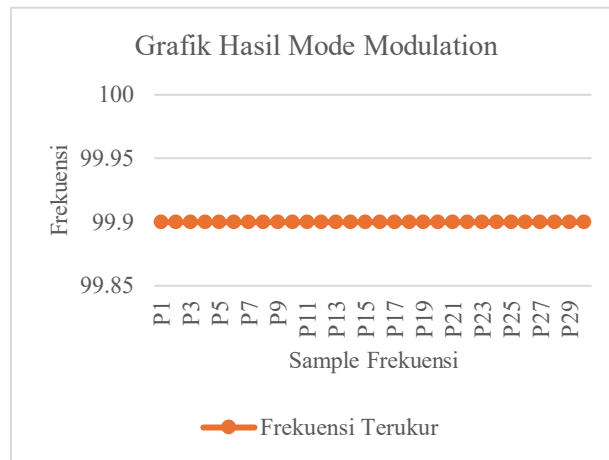
2. Pengujian Mode *Intermittent*



Gambar 9. Grafik Mode *Intermittent*

Pada Gambar 9 merupakan grafik hasil dari mode *intermittent*, didapatkan grafik yang lurus menandakan hasilnya stabil. Pada grafik terlihat garis lurus terdapat pada titik 99,9 sesuai dengan rata rata dari 30 percobaan dengan sampel frekuensi 100Hz didapatkan rata-rata 99,9.

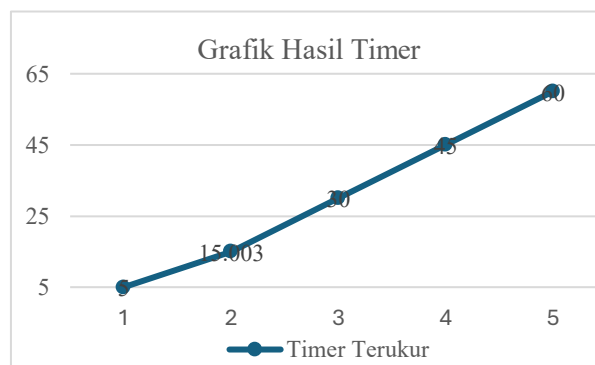
### 3. Pengujian Mode Modulation



Gambar 10. Grafik Mode II

Pada Gambar 10 merupakan grafik hasil dari mode *intermittent*, didapatkan grafik yang lurus menandakan hasilnya stabil. Pada grafik terlihat garis lurus terdapat pada titik 99,9 sesuai dengan rata-rata dari 30 percobaan dengan sampel frekuensi 100Hz didapatkan rata-rata 99,9.

### 4. Pengujian Waktu



Gambar 11. Grafik Waktu

Pada gambar 11 merupakan grafik hasil pengujian setting waktu pada alat TENS, didapatkan hasil grafik yang meningkat sesuai dengan sampel waktunya.

### SIMPULAN

1. Alat Terapi Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) dengan 3 Mode (*continuous*, *intermittent* dan *modulation*) berbasis Arduino Nano telah berhasil dibuat.
2. Prose validasi Alat Terapi Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) dengan 3 Mode (*continuous*, *intermittent* dan *modulation*) berbasis Arduino Nano sudah sesuai berdasarkan hasil keakurasian frekuensi yaitu terendah 99% dan tertinggi 99,95% sehingga alat TENS dapat digunakan.

### REFERENSI

Anggardani, A., Imamah, I.N., Haniyatun, I. (2023). Penerapan Rom Exercise Bola Karet Untuk Meningkatkan Kekuatan Otot Genggam Pasien Stroke Di RSUD Dr. Moewardi Surakarta. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Kesehatan*. 2 (2): 86–97. <https://doi.org/10.55606/jurrikes.v2i2.1738>.

- Arifianto, D. (2021). Functional Electrical Stimulation Dengan Pulsa Biphasic Untuk Membantu Fungsi Ekstremitas Atas Pasien Pasca Stroke. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 23 (1): 40. <https://doi.org/10.20473/jbp.v23i1.2021.40-48>.
- Citarasa, I.B.F., Satiawan, I.N.W dan Sukmada, I.M.B. (2022). *Transformator Elektronika*. Mataram, NTB, Indonesia: Mataram University Press.
- Faradilla, A, dan Wahyuni, W. (2023). Efektivitas TENS Untuk Menurunkan Tingkat Nyeri Dan Meningkatkan Fungsional Pada Remaja Dengan Dismenore. *Griya Widya: Journal of Sexual and Reproductive Health*. 2(2): 54–61. <https://doi.org/10.53088/griyawidya.v2i2.605>.
- Hardini, K.F dan Husada, Y.S. (2022). *Penatalaksanaan Fisioterapi Dengan Modalitas Transcutaneous Electrical Stimulation (TENS) Dan Terapi Latihan Terhadap Penurunan Nyeri Dan Peningkatan Aktivitas Fungsional Pada Pasien Osteoarthritis Genu*. 6 (4): 2318–22. <https://doi.org/10.36312/jisip.v6i4.3671/http>.
- Herdiandanu, E dan Djawa, B. (2020). Jenis Dan Pencegahan Cedera Pada Ekstrakurikuler Olahraga Futsal Di SMA. *Jurnal Pendidikan Olahraga Dan Kesehatan*. 08: 97–108. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-jasmani/article/view/37006>.
- Hestikaputri, A. (2022). Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Pasca Rekontruksi Anterior Cruciate Ligament (Acl) Dextra Dengan Transcutaneous Setting Electrical Nerve Stimulation (Tens), Cryotherapy, Dan Terapi Latihan. *Universitas Widya Husada Semarang*.
- Ibnu, K.A. (2019). *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation ( TENS ) Portabel Portabel Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation ( TENS ) Berbasis ATmega328P*. 1–10.
- Isidorus, J., Toding, F.S dan Ginting, RI. (2024). The Effect of Tens and Core Stability Exercise on the Functional Ability of Mechanical Lower Back Pain Patients. *Jurnal Kesmas Dan Gizi (Jkg)*. 6(2): 333–42. <https://doi.org/10.35451/jkg.v6i2.2133>.
- Islam, S., Husein, M., Abadi, A.K., Wijaya, M.B., Kristiono, AA dan Dewi, IS. (2024). Dampak Penggunaan Compression Garments Pada Pelari Marathon Dalam Mencegah Cedera Otot: Sebuah Studi Literature. *Jurnal Ilmu Keolahragaan Undiksha*. 12 (3): 213–21. <https://doi.org/10.23887/jiku.v12i3.89756>.
- Ita, S, Ibrahim, I, Hasan, B dan Ansar CS. (2022). Pelatihan Penanganan Cidera Olahraga Menggunakan Metode RICE, Sport Massage, Dan Kinesiotaping Pada Tim Akuatik PON-XX Papua Tahun 2021. *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*. 2 (2): 539–44. <https://doi.org/10.54082/jamsi.281>.
- Jaya, I dan Ilham, M. (2019). Sistem Monitoring Supply Air Pada Alat Hemodialisa Berbasis Arduiono Uno Atmega 328. *JURNAL LITEK : Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*. 16 (2): 48–51.
- Johnson, M.I. (2021). Resolving Long-Standing Uncertainty about the Clinical Efficacy of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) to Relieve Pain: A Comprehensive Review of Factors Influencing Outcome. *Medicina (Lithuania)*. 57 (4). <https://doi.org/10.3390/medicina57040378>.
- Krisnawati, D dan Anggiat, L. (2021). Terapi Latihan Pada Kondisi Stroke: Kajian Literatur = Exercise Therapy In Stroke Condition: A Literature Review. *Jurnal Fisioterapi Terapan Indonesia*. 1 (1): 1–10.
- Landgraf, B. (2025). *How To Use A Tens Unit*. Carex.Com. <https://carex.com/blogs/resources/how-to-use-a-tens-unit>.
- Liwun, Stephanus Benedictus Bera. (2022). Analisis Keluhan Muskuloskeletal Dan Usulan Terapi Manual Untuk Mereduksi Nyeri Pada Leher Dan Bahu (Kasus: Pedagang Tahu Pikul Keliling). *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*. 27 (1): 43–55. <https://doi.org/10.35760/tr.2022.v27i1.4658>.
- Muslihun, M., Aba, N dan Kromen, Y.R. (2023). Rancang Bangun Arduino Mega 2560 Elektrosimulator Berbasis Electrostimulator Design Based On Arduino Mega 2560. 4 (2): 11–15.
- Mustari, M., Kurniawan, R dan Ramlan, R. (2024). Analisis Efisiensi Transformator Dalam Pembangkit Listrik Di PT. PLN Indonesia Power UPDK Keramasan. *Jurnal Penelitian Sains*. 26 (2): 137. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i2.944>.

- Okpatrioka, O. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*. 1 (March): 86–100. <https://doi.org/10.47861/jdan.v1i1.154>.
- Pramono, D.R.Y., Djajanti, C.W dan Wahyuni, L.D.S. (2024). Implementasi Edukasi Pemulihan Cidera Muskuloskeletal Pada Petugas Kebersihan , Security Dan Taman Di Lingkungan RW 13 Kebraon Surabaya. *Abdimas Kesehatan*. 6 : 404–9.
- Purwasih, Y, Prodyanasari, A dan Salam, AJPPIKV. (2020). Penatalaksanaan Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Pada Low Back Pain Myogenic Management of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) in Myogenic Low Back Pain. *JURNAL PIKes Penelitian Ilmu Kesehatan*. 1(1): 16–21.
- Ramadhani, K dan Widyaningrum, R. (2022). *Buku Ajar Dasar-Dasar Anatomi Dan Fisiologi Tubuh Manusia*. Uad Press : Pustaka. [https://www.google.co.id/books/edition/Dasar\\_dasar\\_Anatomi\\_dan\\_Fisiologi\\_Tubuh/ATTFEAAQBAJ?hl=jv&gbpv=1&dq=klasifikasi+sendi&pg=PA37&printsec=frontcover](https://www.google.co.id/books/edition/Dasar_dasar_Anatomi_dan_Fisiologi_Tubuh/ATTFEAAQBAJ?hl=jv&gbpv=1&dq=klasifikasi+sendi&pg=PA37&printsec=frontcover).
- Suryantoro, H. (2019). Prototype Sistem Monitoring Level Air Berbasis Labview Dan Arduino Sebagai Sarana Pendukung Praktikum Instrumentasi Sistem Kendali. *Indonesian Journal of Laboratory*. 1 (3): 20. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48718>.
- Triawan, Y dan Sardi, J. (2020). Perancangan Sistem Otomatisasi Pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*. 1(2): 76–83. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.30>.
- Watson. (2023). No Title. *Pgsuipedia*. [https://www.physio-pedia.com/Transcutaneous\\_Electrical\\_Nerve\\_Stimulation\\_\(TENS\)#Introduction](https://www.physio-pedia.com/Transcutaneous_Electrical_Nerve_Stimulation_(TENS)#Introduction).
- Widhiawan, B.A.W., Handoko, S dan Darjat, D. (2021). Perancangan Sistem Charging Baterai Menggunakan Buck-Boost Converter Dengan Sumber Panel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino Nano. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*. 10(1): 17–25. <https://doi.org/10.14710/transient.v10i1.17-25>.
- Widyaningsih, D.A.D dan Herawati, I. (2022). Peran Fisioterapi Dalam Meningkatkan Kemampuan Fungsional pada Kasus Post Stroke Hemiparrese Dextra E. C Non Hemoragik (Case Study). *Journal of Innovation Research and Knowledge*. 2(3): 797–804. <https://www.bajangjournal.com/index.php/JIRK/article/view/3140>.
- Yusa, M., Santoso, J.D dan Sanjaya, A. (2021). Implementasi Dan Perancangan Pengukur Tinggi Badan Menggunakan Sensor Ultrasonik. *Pseudocode*. 8 (1): 90–97. <https://doi.org/10.33369/pseudocode.8.1.90-97>.