

**Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Portabel
Berbasis ATmega328P**

Naskah Publikasi

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat D3**

Program Studi D3 Teknik Elektromedik



**Diajukan oleh :
ILHAM PURNOMO AJI
20163010059**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTROMEDIK
PROGRAM VOKASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

Portabel *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) Berbasis ATmega328P

Ilham Purnomo Aji, Hanifah Rahmi Fajrin, Muhammad Irfan
Prodi D3 Teknik Elektromedik Program Vokasi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jln. Brawijaya, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55183
Telp. (0274)387656, Fax (0274)387646
E-mail : ilham.purnomo.2016@vokasi.umy.ac.id, hanifah.fajrin@vokasi.umy.ac.id

ABSTRAK

Nyeri merupakan sesuatu yang tidak menyenangkan yang diakibatkan oleh kerusakan jaringan. Rasa nyeri dapat membuat tidak nyaman dan perilaku seseorang akan berubah. Seseorang yang mengalami nyeri akan terganggu dalam melakukan aktivitas. Salah satu cara yang efektif untuk menyembuhkan nyeri yaitu dengan menggunakan alat terapi TENS. Oleh karena itu pada penelitian ini dirancang alat terapi TENS. Alat TENS dirancang dengan menggunakan *Integrated Circuit Microcontroller* ATmega328P, LCD sebagai *display*, PWM sebagai pembangkit gelombang. Pada alat menggunakan sumber tegangan dari Baterai. Alat dilengkapi dengan pengaturan frekuensi (35 Hz – 180 Hz), intensitas tegangan (0 Volt – 28,49 Volt), waktu terapi yaitu 15 menit, 20 menit, dan 30 menit, serta mode terapi yaitu *burst* dan *continuous*. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran dengan alat ukur. Pada pengukuran frekuensi alat TENS yang telah dibuat didapatkan nilai koreksi terbesar yaitu 0,103 pada frekuensi 70 Hz, lalu pada pengukuran *timer* 15 menit, 20 menit, dan 30 menit didapatkan koreksi terbesar yaitu 6 detik pada *timer* 30 menit. Sedangkan pada pengukuran tegangan maksimal didapatkan rata – rata yaitu 28,49 Volt. Didapatkan perbedaan pada mode *burst* dan *continuous* yaitu gelombang yang dihasilkan pada mode *continuous* secara terus menerus dan menggunakan frekuensi 35 Hz – 180 Hz, pada mode *burst* gelombang yang dihasilkan memiliki jeda selama satu detik dan menggunakan frekuensi 100 Hz. Dari hasil pengambilan data didapatkan kesimpulan bahwa setiap hasil pengukuran frekuensi dan *timer* memiliki koreksi tidak jauh bahkan sangat mendekati, intensitas tegangan tertinggi masih aman untuk digunakan, kapasitas dapat digunakan terapi selama kurang lebih 6 jam.

Kata Kunci : Nyeri, TENS

1. PENDAHULUAN

Nyeri adalah sesuatu yang tidak menyenangkan yang diakibatkan oleh kerusakan jaringan. Nyeri dapat dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, pekerjaan, tingkat

pendidikan, gaya hidup individu. Nyeri terbanyak terjadi pada usia 55 - 64 tahun dan penderita nyeri lebih banyak adalah perempuan yaitu sebagai ibu rumah tangga [1]. Seseorang yang menderita atau

penderita nyeri akan terganggu dalam melakukan aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Seseorang yang mengalami nyeri akan merasa tidak nyaman dan perilakunya akan berubah.

Nyeri tersebut dapat diatasi dan disembuhkan dengan melakukan terapi, yaitu dengan menggunakan *Transcutaneous electrical nerve stimulation* (TENS). Fakta yang terjadi dilapangan penggunaan TENS untuk mengurangi rasa nyeri dalam penggunaan alat terapi tersebut berdasarkan dengan tingkat rasa nyeri dan kenyamanan dalam terapi. Setiap individu memiliki ketebalan kulit dan resistansi yang berbeda-beda, sehingga untuk mendapatkan kenyamanan dalam proses terapi akan berbeda dalam penggunaan. Nyeri yang terjadi pada setiap individu berbeda-beda yaitu nyeri akut dan nyeri kronis [2], nyeri tersebut memiliki perbedaan pemberian terapi TENS agar efektif dalam proses penyembuhannya. Terapi yang digunakan untuk nyeri akut yaitu lebih efektif menggunakan *continous mode* dan frekuensi yang tinggi, sedangkan untuk nyeri kronis lebih efektif menggunakan *burst mode* dan frekuensi rendah.

Pada penelitian yang telah dilakukan dengan judul “Pemberian *Transcutaneous electrical nerve stimulation* (TENS) menurunkan intensitas nyeri pada pasien bedah urologi di ruang rawat inap marwah RSU haji Surabaya”. Pada penelitian

tersebut bertujuan untuk mengetahui efektifitas penggunaan TENS pada penderita nyeri pasca bedah urologi, dengan menggunakan rancangan “*Quast Experimental*” dengan populasi target 12 responden di RSU haji Surabaya. Pada penelitian yang telah dilakukan dari 6 responden paska bedah urologi didapatkan hasil yaitu 100% mengalami nyeri sedang. Hasil *post test* yang didapatkan 50% (3 orang) mengalami penurunan hingga skala nyeri ringan, bahkan 50% (3 orang) mengalami penurunan hingga sampai skala tidak nyeri. Pada penelitian ini menunjukkan pemberian TENS terhadap perubahan nyeri pasien paska bedah urologi memiliki pengaruh terhadap rasa nyeri tersebut. Kelebihan pada penelitian ini menunjukkan alat terapi TENS dapat digunakan sebagai terapi alternatif untuk mengurangi rasa nyeri pasca bedah urologi. Kekurangan pada penelitian ini yaitu hanya melakukan penelitian terhadap nyeri pasca bedah urologi dan tidak dilengkapi dengan spesifikasi alat TENS yang digunakan dalam penelitian[3].

Penelitian selanjutnya dengan judul “Pengaruh terapi TENS dan *EXERCISE* terhadap nyeri pada penderita *Frozen shoulder* di RSUD Dr. Moewardi Surakarta”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas pemberian TENS dan Exercise pada penderita frozen shoulder, dengan menggunakan metode penelitian

yaitu *pre test* dan *post test* dengan *quast eksperimental*. Pada penelitian menggunakan sampel dibagi 2 kelompok yaitu variabel intervensi (TENS dan *exercise*) dan variabel control. menunjukkan mean variabel independent dengan perlakuan sebelum intervensi (TENS dan *exercise*) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 48,67 dan standar deviasi 15,52 dan setelah perlakuan nilai rata-rata sebesar 15,33 dan standar deviasi 10,77. Sedangkan pada variabel kontrol sebelum sebesar 48,67 dengan standar deviasi 10,08 dan setelah nilai rata-rata sebesar 44,67 dengan standar deviasi 10,47. Pada penelitian ini membuktikan adanya pengaruh pemberian TENS dan Exercise terhadap penurunan nyeri pada penderita *frozen shoulder*. Kelebihan pada penelitian ini memberikan gambaran tentang pengaruh terapi TENS dan exercise terhadap nyeri pada penderita *frozen shoulder*. Kekurangan pada penelitian ini yaitu hanya melakukan penelitian terhadap nyeri *frozen shoulder* dan tidak dilengkapi dengan spesifikasi alat TENS yang digunakan dalam penelitian[4].

Penelitian selanjutnya dengan judul “*Immediate Effect of TENS in Pain Management of Musculoskeletal Condition*”. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek langsung dari pemberian frekuensi tinggi dan frekuensi rendah pada alat TENS dalam mengurangi rasa nyeri pasien

dalam kondisi muskuloskeletal. Pada penelitian ini menggunakan desain studi percobaan klinis eksperimental pada 30 sampel meliputi pria dan wanita, dengan nyeri muskuloskeletal akut dan kronis. Untuk nyeri akut menggunakan frekuensi tinggi yaitu 80-130 Hz, sedangkan untuk nyeri kronis menggunakan frekuensi rendah yaitu 2-5 Hz. Kelebihan pada penelitian ini yaitu menunjukkan penurunan rasa nyeri yang cukup besar. Kekurangan pada penelitian ini yaitu belum dirancang alat TENS yang digunakan[5].

Penelitian selanjutnya dengan judul “*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Using Microcontroller*” menggunakan ATmega328 sebagai *microcontroller* dan menggunakan PWM sebagai pembangkit gelombang. Pada alat ini dilengkapi dengan buzzer sebagai peringatan ketika intensitas mencapai batas yang ditetapkan serta LED sebagai indikator. LCD digunakan untuk menampilkan intensitas sinyal yang diberikan ke pasien. Kekurangan pada alat ini masih menggunakan rangkaian power supply dan membutuhkan tegangan dari Perusahaan Listrik Negara (PLN)[6].

Oleh karena permasalahan diatas, penulis berkesimpulan diperlukan alat TENS yang dapat digunakan secara efektif untuk mengurangi nyeri kronis maupun akut. Penulis membuat alat TENS

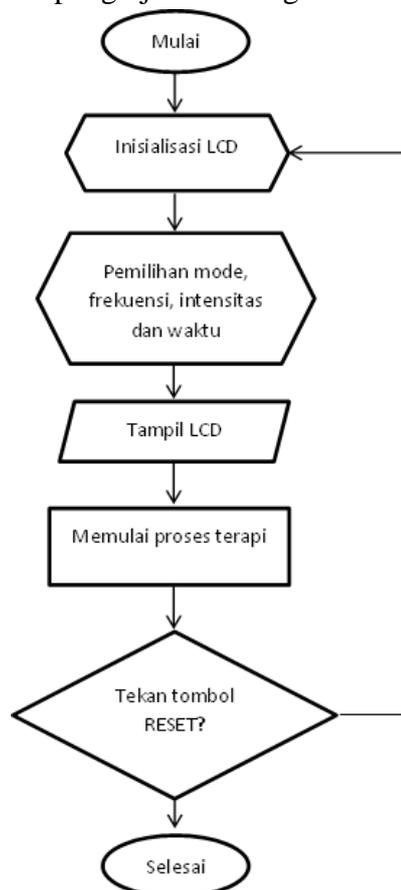
dengan dilengkapi pengaturan frekuensi 35 Hz – 180 Hz, mode terapi yaitu *burst* dan *continuous*, waktu terapi 15 menit, 20 menit, 30 menit, serta pengaturan intensitas tegangan (maksimal 28,49 Volt).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu: perancangan *software*, perancangan *hardware*, pengambilan data.

2.1 Perancangan Software

Berdasarkan perancangan alat yang telah dilakukan, didapatkan diagram alir pada Gambar 1 untuk proses penelitian yang digunakan dalam pengerjaan alat tugas akhir :



Gambar 1 Diagram Alir

Berdasarkan diagram alir pada Gambar 1 bahwa proses dimulai dengan inisialisasi LCD. Kemudian melakukan pengaturan alat, yaitu pengaturan mode terapi *burst* / *continuous*, pemilihan frekuensi 35 Hz – 180 Hz, pemilihan waktu terapi yaitu 15 menit, 20 menit, dan 30 menit, pengaturan intensitas tegangan maksimal 28,49 Volt. Setelah pengaturan alat selesai akan tertampil pada LCD sesuai pengaturan dan proses terapi berlangsung sampai waktu yang digunakan habis. Setelah waktu selesai proses terapi berhenti dan apabila melakukan *RESET* maka akan kembali ke inisialisasi LCD.

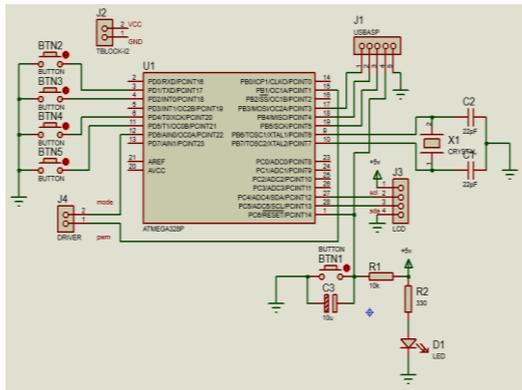
2.2 Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan *hardware*, dilakukan dengan pembuatan blok rangkaian, yang terdiri rangkaian system *minimum microcontroller* ATmega328P, dan rangkaian *driver*.

2.2.1 Rangkaian Minimum System

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian *minimum system* ATmega 328p adalah:

1. Menggunakan ATmega 328p.
2. Menggunakan *Crystal*.
3. Membutuhkan tegangan kerja sebesar +5V, dan GND.
4. Menggunakan push button, resistor 10k, 330, LED, dan kapasitor 10uf, 22 pf.



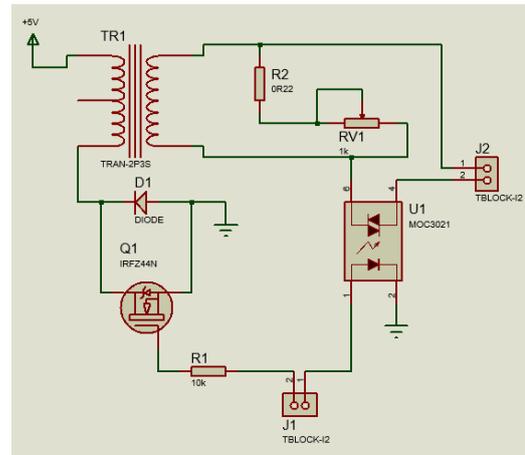
Gambar 3 Rangkaian *Minimum System*

Rangkaian *minimum system* ini digunakan sebagai pengontrol dari *system* modul yang dibuat, sebagai penampil data serta pengolah data, sebagai pembangkit gelombang menggunakan PWM. Rangkaian *minimum* terdiri dari AT Mega 328p, *Crystal*, dan *button reset*.

2.2.2 Rangkaian *Driver*

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian *driver* adalah:

1. *Mosfet* IRFZ44N sebagai *Switching transformer*.
2. *Transformator step up* untuk menaikkan tegangan.
3. Resistor variabel untuk pengatur intensitas tegangan.
4. MOC-3021 sebagai saklar mode terapi.



Gambar 4 Rangkaian *Driver Relay*

Input sinyal PWM yang dihasilkan oleh OC1A memberikan *trigger* agar kolektor pada Mosfet terhubung ke emitor, sehingga akan mendapatkan Ground. Resistor variabel digunakan untuk mengatur intensitas atau tegangan yang digunakan pada saat terapi berlangsung. MOC3021 digunakan sebagai saklar sebelum terhubung dengan elektroda. Ketika mode yang digunakan *continuous* maka digital pin 6 akan memberikan tegangan pada kaki 1 MOC. Apabila mode yang digunakan adalah *burst* maka kaki 1 MOC akan mendapat *input* 1 Hz dari digital pin 6.

2.3 Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengukuran Frekuensi menggunakan osiloskop, pengukuran timer menggunakan *stopwatch*, pengukuran tegangan menggunakan *multimeter*, dan pengukuran

kapasitas baterai. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali.

2.4 Design Alat

Pada Gambar 5 merupakan *design* modul alat Tugas Akhir yang telah dibuat.



Gambar 5 Alat Tugas Akhir

Pada modul alat Tugas Akhir memiliki 4 buah *push button* sebagai tombol *ENTER*, *UP*, *DOWN*, dan *RESET* yang digunakan untuk melakukan *setting* alat. Potensiometer digunakan untuk mengatur intensitas tegangan, sedangkan untuk penampil *setting* alat menggunakan LCD 16x2.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengujian dan pengukuran alat TENS meliputi beberapa pengujian, yaitu :

3.1 Pengukuran Frekuensi

Pengukuran frekuensi dilakukan sebanyak 10 kali dengan menggunakan osciloskop dan didapatkan data seperti berikut :

Tabel 1 Pengukuran frekuensi mode *continuous*

Frekuensi (Hz)	Rata - Rata	Koreksi
35	34,978	0,022
40	39,972	0,028
45	45,00	0
50	50,044	0,044
55	54,959	0,041
60	59,995	0,005
65	70,103	0,103
70	70,103	0,103
75	74,97	0,03
80	79,972	0,028
85	85,015	0,015
90	89,99	0,01
95	94,98	0,02
100	99,987	0,013
105	104,99	0,01
110	110,0	0
115	115,0	0
120	120,0	0
125	125,0	0
130	129,98	0,02
135	135,0	0
140	139,97	0,03
145	145,0	0
150	149,98	0,02
155	154,97	0,03
160	160,0	0

165	165,0	0
170	169,98	0,02
175	175,0	0
180	99,987	0,013

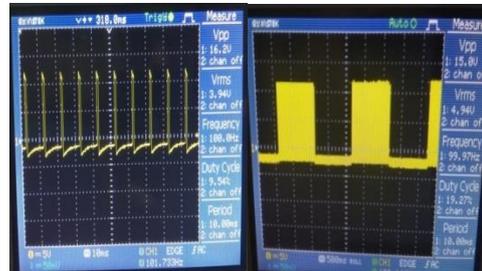
Tabel 1 menunjukkan hasil dari pengukuran frekuensi pada mode *continuous* yaitu menggunakan frekuensi 35 Hz – 180 Hz, didapatkan koreksi terbesar yaitu 0,103 pada frekuensi 70 Hz, sedangkan koreksi terkecil yaitu 0.

Tabel 2 Pengukuran Frekuensi mode *burst*

Perobaan	Hasil Pengukuran (Hz)
1	100,00
2	100,00
3	99,97
4	100,01
5	100,03
6	100,00
7	100,00
8	99,99
9	100,00
10	100,00
Rata-rata	100,00
Koreksi	0

Tabel 2 menunjukkan hasil dari pengukuran frekuensi pada mode *burst* yaitu menggunakan frekuensi

100 Hz, didapatkan rata – rata yaitu 100 Hz dan koreksi 0.



Gambar 6 Perbedaan gelombang mode *continuous* dan *burst*

Pada gambar 6 merupakan perbedaan gelombang yang dihasilkan pada mode *continuous* (kiri) dan *burst* (kanan), pada mode *continuous* gelombang dihasilkan secara terus menerus. Sedangkan pada mode *burst* gelombang yang dihasilkan memiliki jeda 1 detik, karena disemburkan pada frekuensi 2 Hz.

3.2 Pengukuran Timer

Pengukuran *timer* dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan menggunakan *stopwatch* dan didapatkan data seperti berikut :

Tabel 3 Pengukuran timer 15 menit, 20 menit, 30 menit.

Timer (detik)	Rata - Rata	Koreksi
900	898	2
1200	1197	3
1800	1794	6

Tabel 3 merupakan hasil dari pengukuran timer 15 menit, 20 menit, 30 dan 30 menit, dari pengambilan data sebanyak sepuluh kali didapatkan koreksi terbesar yaitu 6 detik pada *timer* 30 menit.

3.3 Pengukuran intensitas tegangan maksimal

Pengukuran intensitas tegangan maksimal dilakukan dalam kondisi alat pada pengaturan intensitas maksimal.

Tabel 4 Pengukuran intensitas tegangan maksimal

Perobaan	Hasil Pengukuran (V)
1	28,4
2	28,5
3	28,5
4	28,4
5	28,4
6	28,5
7	28,6
8	28,5
9	28,6
10	28,5
Rata-rata	28,49

Tabel 4 merupakan hasil pengukuran intensitas tegangan maksimal, didapatkan rata – rata tegangan yaitu 28,49 Volt.

3.4 Pengukuran Kapasitas Baterai

Pengukuran kapasitas baterai dilakukan dengan *multimeter* dan *stopwatch* dengan cara mencatat jumlah waktu untuk menghabiskan tegangan 0,01 Volt pada proses terapi.

Tabel 5 Pengukuran kapasitas baterai

Percobaan	Waktu (detik)
1	302
2	305
3	303
4	307
5	304
6	308
7	310
8	306
9	304
10	309
Rata-rata	306

Tegangan baterai = 4,04 Volt saat penuh

Tegangan baterai = 3,32 Volt alat mati

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= (4,04-3,32) \times 100 \times 306 \\ &= 22.032 \text{ detik} \\ &= \pm 6 \text{ jam} \end{aligned}$$

Perhitungan lama pemakaian alat TENS pada saat melakukan terapi adalah selama kurang lebih 6 jam.

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan proses pembuatan dan studi literatur perencanaan, pengujian alat dan

pendataan, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat portabel TENS berbasis ATMEGA328P berfungsi dengan baik setelah dilakukan pengukuran dan pengujian menggunakan alat pembanding.
2. Dari hasil uji coba dengan membandingkan nilai yang dihasilkan modul TA dengan alat pembanding didapatkan hasil tidak menyimpang jauh bahkan sangat mendekati.
3. Pada pengukuran frekuensi dilakukan sebanyak 10 kali, didapat nilai koreksi terbesar adalah 0,103 pada frekuensi 70 Hz. Sedangkan pada frekuensi yang lain memiliki koreksi dibawah nilai tersebut bahkan beberapa tidak memiliki koreksi.
4. Perbedaan antara mode continuous dan burst yaitu, mode continuous menghasilkan gelombang secara terus menerus. Sedangkan mode burst gelombang yang dihasilkan memiliki jeda satu detik.
5. Pada hasil pengukuran timer sebanyak 10 kali, didapat semakin lama waktu yang digunakan akan menghasilkan koreksi semakin besar. Dimana koreksi terbesar yaitu pada timer 30 menit dengan koreksi 6 detik.
6. Pada pengukuran intensitas tertinggi dilakukan sebanyak 10 kali, didapat hasil rata – rata yaitu 28,49 Volt. Sehingga aman untuk digunakan.

7. Kapasitas baterai pada alat dalam keadaan penuh dapat digunakan selama kurang lebih 6 jam.
8. Dari hasil pengukuran frekuensi, timer, dan intensitas tegangan dan nilai koreksi yang didapatkan, maka disimpulkan bahwa alat aman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. D. Kandou Manado, A. F. Amalia, T. Runtuwene, and M. A. H. N. Kembuan, "Profil nyeri di poliklinik saraf RSUP Prof," *J. e-Clinic*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2016.
- [2] S. Aisyah, "Manajemen Nyeri Pada Lansia Dengan Pendekatan Non Farmakologi," *J. keperawatan muhammadiyah*, vol. 2, no. 1, pp. 178–182, 2017.
- [3] B. M. Nuach *et al.*, "Pemberian Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) Menurunkan Intensitas Nyeri Pada Pasien Bedah Urologi di Ruang Rawat Inap Marwah RSU Haji Surabaya," universitas airangga, 2010.
- [4] D. I. R. Sud, M. Surakarta, and F. Kedokteran, "Pengaruh Terapi Tens Dan Exercise Terhadap Nyeri Pada Penderita Frozen Shoulder," universitas sebelas maret, 2009.
- [5] P. Nidhi and P. Shweta, "Immediate Effect of TENS in Pain Management of Musculoskeletal Condition," RK University, 2015.
- [6] F. Murina and S. Di Francesco, "Transcutaneous electrical nerve stimulation Using Microcontroller," *Electr. Stimul. Pelvic Floor Disord.*, vol. 6, no. 5, pp. 105–117, 2015.