

## **Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)**

### **Berbasis ATMega 16**

Fajaryoedho Satryatama<sup>1</sup>, Nur Hudha Wijaya<sup>1</sup>, Bambang Giri Atmaja<sup>2</sup>  
Teknik Elektromedik Program Vokasi  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jalan Brawijaya, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55183  
Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646  
fajaryoedhosatryatama@gmail.com<sup>1</sup>, nurhudhawijaya@umy.ac.id<sup>1</sup>, 45atma@gmail.com.<sup>2</sup>

### **ABSTRAK**

Wanita mengalami masa reproduksi dengan ditandai munculnya gejala menstruasi, biasanya dimulai antara usia 10 sampai 16 tahun. Menstruasi yang dialami oleh wanita dapat mengganggu kesehatan tubuhnya sendiri, salah satunya adalah nyeri haid/*dysmenorrhea*. Penelitian sebelumnya membahas tentang TENS *Triangle and Square Wave*, yang memanfaatkan IC555 sebagai pembangkit bentuk gelombang sebelum mengalir ke *electrode* untuk terapi penderita stroke. Melihat permasalahan yang ada, penulis mencoba mengembangkan sebuah Alat Terapi TENS (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*) untuk mengurangi nyeri haid. Alat ini digunakan untuk mengurangi rasa sakit yang diderita oleh wanita saat menstruasi menggunakan komponen elektronika dan terdapat *safety system* didalamnya. Alat ini memiliki 3 pilihan waktu dan 5 pilihan *level* serta menggunakan ATMega 16 sebagai pembangkit gelombang *input* yang dialirkan ke *electrode*.

Dari pengujian alat yang telah dilakukan, didapatkan bahwa nilai rerata total batas kesalahan pengukuran *timer* sebesar 4,9 % dengan dibandingkan dari *stopwatch*. Pada pengukuran hasil pengujian rata-rata nilai arus yang mengalir tiap kenaikan dari *level* 1 hingga 5 pun memiliki nilai arus dan efek yang berbeda, yaitu 0,53 mA, 3,24 mA, 6,73 mA, 10,99 mA, dan 16,23 mA. Semakin besar *level*, maka semakin terasa efek kejut yang dirasakan.

*Kata Kunci : Dysmenorrhea, TENS, safety system, ATMega 16, Menstruasi*

### **ABSTRACT**

Women experience the period of reproduction with the sign of pre menstruation syndrome. It usually happens within the range of 10 to 16 years old. This menstruation might discompose women's health such as having an extremely terrible pain in the stomach. The pain is called *dysmenorrhea*. Research was conducted by Yogi Setiawan discussing the TENS *Triangle and Square Wave*, which used IC555 as a generator of waveforms before heading to the electrode. By this thesis, writer is trying to propose a therapy tool TENS (*transcutaneous electrical nerve stimulation*) to gradually diminish the pain. The fabrication of this tool is to develop a tool system for reducing the pain using electronic components including safety system in there. This prototype has 3 choices of time and 5 level choices and uses ATMega 16 as a wave input generator that is channeled to the electrode.

By examining the prototype, the writer has handed a result where TENS therapy tool has a total average of mismeasure as much as 3,23% compared to stopwatch counting. Measuring the flow value, every current has different value which *levels* up from 1 to 5 and different effect, which is 0,53 mA, 3,24 mA, 6,73 mA, 10,99 mA, dan 16,23 mA. The bigger the *level*, the more impulse effect it will give.

*Keyword : Dysmenorrhea, TENS, safety system, ATMega 16, Menstruasi*

## 1. PENDAHULUAN

Masa remaja adalah masa-masa yang terjadi pada setiap manusia dan merupakan periode transisi dari masa anak-anak menuju masa dewasa. Seseorang dikatakan sudah remaja jika ditandai dengan percepatan perkembangan fisik, mental, emosional, dan sosial [1]. Salah satu perubahan yang paling awal muncul ialah perkembangan secara biologis, khususnya yang terjadi pada wanita. Ketika sudah remaja biasanya ditandai dengan terjadinya fase menstruasi. Menstruasi muncul saat pubertas atau pada masa seorang wanita dapat bereproduksi. Menstruasi yang dialami oleh wanita dimulai antara usia 10 hingga 16 tahun, ada beberapa faktor yang mempengaruhi lamanya seorang wanita untuk mendapat menstruasi untuk pertama kalinya, termasuk kesehatan, status nutrisi dan berat tubuh relatif terhadap tinggi tubuh. Pada kenyataannya, menstruasi yang dialami seorang wanita juga terdapat beberapa masalah yang ditimbulkan, diantaranya adalah nyeri haid/*dysmenorrhea* [1].

*Dysmenorrhea* atau rasa nyeri saat menstruasi adalah kondisi yang paling umum terjadi pada wanita saat usia produktif [2]. Meskipun *dysmenorrhea* bukanlah ancaman nyata kehidupan, tetapi dapat berdampak pada kualitas kehidupan wanita dan dalam kasus beratnya dapat menyebabkan ketidakefisienan dalam menjalani kehidupan sehari-hari [3].

Aktivitas otot perut dapat menyebabkan kram nyeri pada *dysmenorrhea* primer [4]. Efek yang muncul akibat *dysmenorrhea* adalah nyeri yang terasa pada bagian panggul atau perut bagian bawah yang menjalar ke punggung dan sepanjang paha. Nyeri yang muncul ini terjadi sebelum dan selama menstruasi berlangsung. Puncak rasa nyeri terjadi saat pendarahan masih sedikit [5]. Cara menghilangkan atau mengurangi *dysmenorrhea* biasanya menggunakan pengobatan farmakologi dan non-farmakologi. Untuk pengobatan secara farmakologi, dapat menggunakan obat *analgetik*. Meskipun tingkat kegagalannya sekitar 20% hingga 25% [6]. Namun, efek samping dari obat *analgetik* adalah gangguan yang terjadi pada saluran cerna, seperti mual, diare, muntah, *dyspepsia*, dan gejala iritasi lain terhadap mukosa lambung, serta eritema kulit dan nyeri pada kepala [7]. Obat *analgetik* pada dosis biasa dapat menimbulkan mual, konstipasi, muntah, rasa kantuk dan kegelisahan [8]. Pengobatan non-farmakologi dapat dilakukan dengan cara menggunakan kompres hangat, olahraga, dan terapi relaksasi [9].

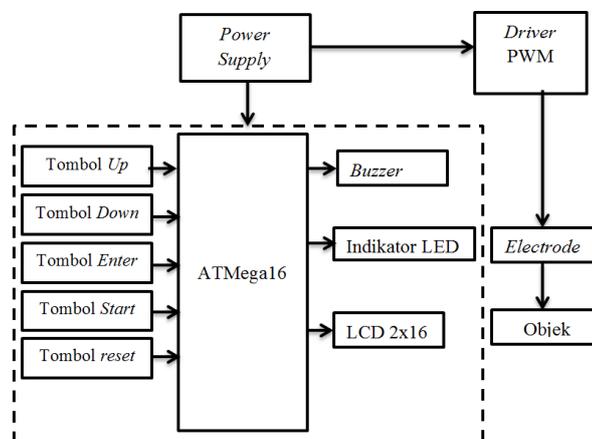
Alat terapi *Transcutaneous electrical nerve stimulation* (TENS) merupakan alat yang mengalirkan arus listrik ke permukaan kulit melalui *electrode* dan merangsang jaringan yang ada pada otot [10] dan terbukti efektif untuk mengurangi berbagai tipe nyeri, termasuk nyeri haid [1].

## 2. METODE PENELITIAN

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

### 2.1. Perancangan *Hardware*

Perancangan *hardware* pada modul TA menggunakan beberapa modul rangkaian diantaranya adalah rangkaian *system minimum microcontroller* ATmega 16, Sedangkan perangkat lunak yang digunakan adalah *software* pemrograman CVAVR sebagai pengolah data pada alat.



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem

Ketika tombol *power* ditekan, maka tegangan *power supply* akan menyuplai tegangan keseluruhan. Setelah tombol *enter* di tekan, maka akan masuk ke pengaturan *level* dan waktu. Tombol *up* dan *down* merupakan tombol yang berfungsi untuk memilih besaran nilai *level* dan waktu jika ditekan. Setelah tombol *start* di tekan, maka proses terapi akan berlangsung. Data hasil pembacaan arus menuju ke port A5/ADC pada IC ATmega 16. Kemudian data yang di terima akan diolah oleh ATmega 16 dan akan mendapatkan hasil (*output*) yang akan ditampilkan pada LCD, jika ingin melakukan proses terapi kembali maka tekan tombol *reset*.

## 2.2 Perancangan Software

Perangkat lunak pada alat untuk memproses sinyal nilai arus yang didapat dari *driver* menggunakan *system minimum microcontroller* ATmega 16 sebagai pengolah data.

Diagram alir sistem pembacaan arus dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini:



Gambar 2.2 Diagram Alir Proses pembacaan arus

Saat tombol *start* di tekan maka akan melakukan inisialisasi pembacaan arus dan melakukan deteksi nilai arus pada *output driver*. Setelah itu hasil deteksi akan memulai membaca ADC pada *microcontroller*, kemudian data dari *driver* akan di konversi menjadi data digital, setelah itu program akan mengkonversi data digital tadi ke dalam nilai arus dengan satuan mA dan ditampilkan ke display LCD, kemudian *end* untuk mengakhiri program.

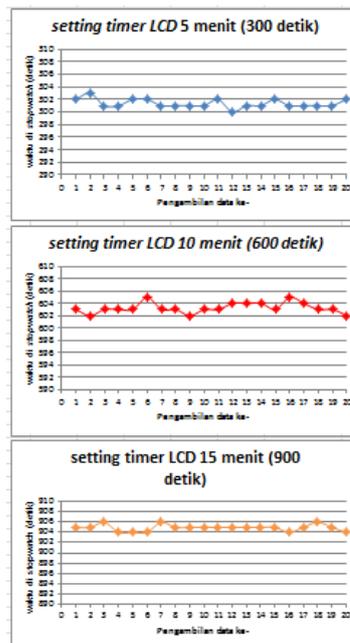
## 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian Tugas Akhir ini, penulis melakukan pengujian modul TA dengan cara melakukan pengujian perbandingan modul TA dengan pembeding.

### 3.1 Pengujian parameter waktu

Tabel 3.1 Pengujian parameter waktu *Pengukuran Stopwatch*

pengambilan data ke-	300 detik	600 detik	900 detik
X1	302	603	905
X2	303	602	905
X3	301	603	906
X4	301	603	904
X5	302	603	904
X6	302	605	904
X7	301	603	906
X8	301	603	905
X9	301	602	905
X10	301	603	905
X11	302	603	905
X12	300	604	905
X13	301	604	905
X14	301	604	905
X15	302	603	905
X16	301	605	904
X17	301	604	905
X18	301	603	906
X19	301	603	905
X20	302	602	904
Rata-rata (detik)	301,35	603,25	904,90
Simpangan error	1,25%	3,25%	4,90%
	-0,42%	-0,54%	-0,54%



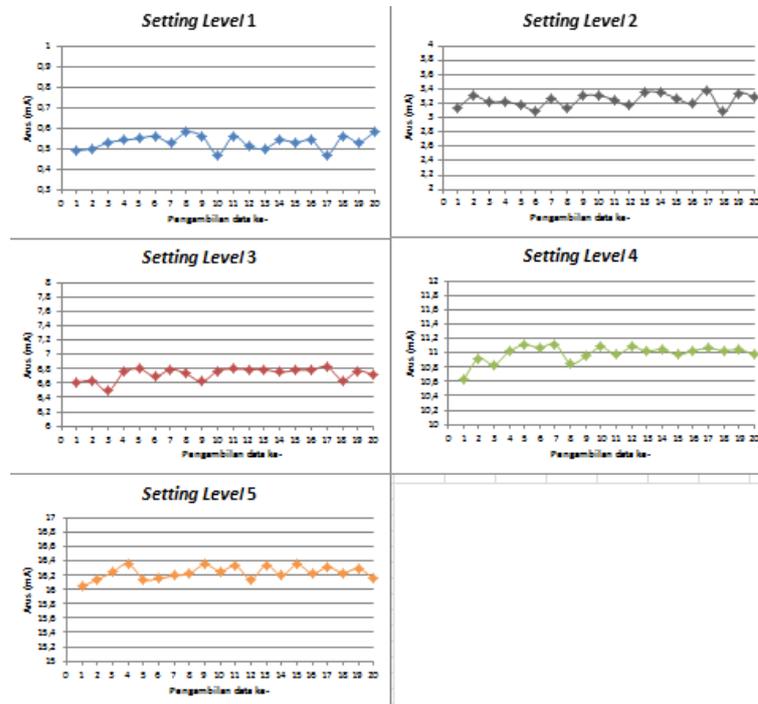
Gambar 3.1 Grafik pengukuran parameter waktu

Dari data hasil pengukuran Modul TA dengan Pembanding menunjukkan bahwa *error* pengukuran pada semua pilihan waktu yang diukur memiliki nilai *error* dibawah 1% dimana Namun simpangan yang terjadi akan semakin besar apabila pengaturan waktu yang di atur semakin lama, yaitu dari 5 hingga 15 menit. Dari pengukuran diatas *error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: ketidaktepatan penulis ketika memulai atau menekan tombol secara bersamaan untuk membandingkan modul TA dengan alat pembanding, kesalahan pada *microcontroller* itu sendiri untuk mencacah waktu mundur. Maka dengan demikian modul yang penulis buat sudah bisa digunakan dalam kegiatan pembelajaran.

### 3.2 Pengujian parameter baca arus

Tabel 3.2 Pengujian Parameter baca arus pengukuran *multimeter* pengambilan data tiap 5 detik

	level 1	level 2	level 3	level 4	level 5
X1	0,49	3,14	6,61	10,62	16,04
X2	0,5	3,3	6,63	10,92	16,14
X3	0,53	3,22	6,49	10,83	16,24
X4	0,54	3,22	6,75	11,02	16,36
X5	0,55	3,18	6,8	11,11	16,14
X6	0,56	3,1	6,69	11,07	16,15
X7	0,53	3,27	6,79	11,12	16,19
X8	0,58	3,13	6,73	10,85	16,22
X9	0,56	3,3	6,62	10,95	16,35
X10	0,47	3,31	6,77	11,08	16,25
X11	0,56	3,25	6,8	10,97	16,33
X12	0,51	3,17	6,79	11,08	16,14
X13	0,5	3,35	6,79	11,02	16,34
X14	0,54	3,35	6,75	11,05	16,19
X15	0,53	3,27	6,78	10,97	16,35
X16	0,54	3,2	6,78	11,03	16,22
X17	0,47	3,38	6,83	11,06	16,31
X18	0,56	3,08	6,64	11,03	16,23
X19	0,53	3,34	6,77	11,04	16,29
X20	0,58	3,29	6,71	10,98	16,15
Rata-rata (mA)	0,53	3,24	6,73	10,99	16,23
Simpangan	0,0015%	0,06%	-0,06%	-0,03%	0,10%
<i>error</i>	-0,28%	1,74%	0,94%	0,27%	-0,62%

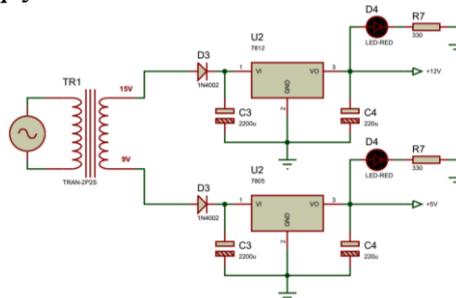


Gambar 3.2 Grafik pengukuran baca arus

Dari data hasil pengukuran Modul TA dengan Pembanding menunjukkan bahwa *error* pengukuran nilai arus memiliki nilai *error* dibawah 2%. Dari pengukuran diatas *error* disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: alat pembanding yang sudah tidak dalam kondisi optimal, pembacaan oleh penulis sendiri ketika melihat nilai arus pada alat pembanding. Maka dengan demikian modul yang penulis buat sudah bisa digunakan dalam maupun kegiatan pembelajaran.

### 3.3 Pembahasan Rangkaian

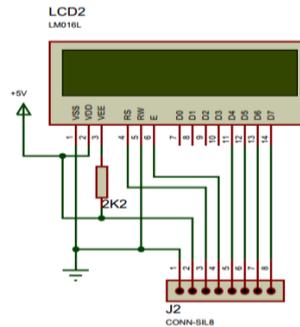
#### a. Rangkaian *Power Supply*



Gambar 3.3 Rangkaian *power supply*

Rangkaian *power supply* di sini dibagi menjadi 2, yaitu *output +5V* yang berfungsi untuk memberikan tegangan pada rangkaian *system minimum* dan LCD, *output +12V* yang berfungsi untuk memberikan tegangan pada rangkaian *driver*. Lilitan sekunder pada trafo dengan *output 9V* dan *15V* akan diteruskan ke dioda untuk disearahkan menjadi DC. Dari diode kemudian akan menuju ke regulator 7805 dan 7812 yang berfungsi untuk menurunkan tegangan menjadi +5V dan +12V untuk menyuplai modul yang membutuhkan tegangan +5V dan +12V.

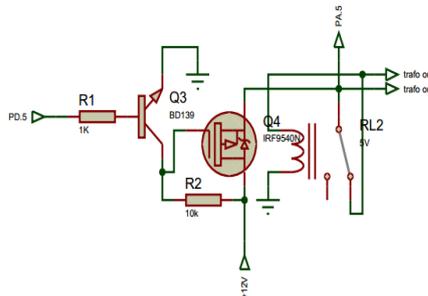
## b. Rancangan Rangkaian LCD



Gambar 3.4 Rangkaian LCD

Rangkaian LCD menggunakan tampilan output berupa LCD 16 x 2 , dimana nantinya pengaturan waktu dan *level* dan nilai ADC (*Analog To Digital Converter*) yang terbaca dalam bentuk nilai mA akan tertampil pada layar LCD, untuk dapat menghidupkan LCD diperlukan tegangan *supply* +5V pada pin VDD, ground pada pin VSS dan untuk pengaturan kontras kecerahan LCD menggunakan VEE yang diberi resistor 2k2 ohm untuk mengatur kontras kecerahan pada LCD.

## c. Rangkaian Driver



Gambar 3.5 Rangkaian Driver

Bisa dilihat dari gambar diatas bahwa PD.5 merupakan *input* PWM dari *microcontroller* untuk menghasilkan *trigger* agar kolektor dapat terhubung ke emitor. *Ground* pada emitor akan mengalir ke kolektor yang juga terhubung ke *gate* pada MOSFET sehingga MOSFET akan bertindak sebagai saklar dimana +12 volt pada *drain* akan terhubung ke *source* dan mengaktifkan *relay* untuk mengatur jeda pemberian arus agar pasien merasakan seperti dipijat ketika proses terapi berlangsung.

## 3.4 Pembahasan Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bisa dilihat pada pengukuran waktu jika waktu yang di atur semakin lama maka penyimpangan yang terjadi akan semakin banyak. Yaitu 1,25% pada pengaturan waktu 5 menit, 3,25% pada pengaturan waktu 10 menit, dan 4,9% pada pengaturan waktu 15 menit. Pada pengukuran nilai arus terdapat nilai yang signifikan dan efek kejut yang berbeda tiap-tiap *level* yang dia atur. *Level* 1 memiliki rata-rata nilai arus 0,5315 mA, *level* 2 bernilai 3,24 mA, *level* 3 bernilai 6,73 mA, *level* 4 bernilai 10,99 mA, dan *level* 5 bernilai 16,24 mA. *Error* yang terjadi pada tiap-tiap *level* pun tidak lebih dari 2 % dan masih dalam batas ambang yang dapat diterima oleh manusia. Kesalahan atau *error* yang terjadi saat pengukuran *timer* dapat terjadi karena ketidaktepatan penulis ketika memulai atau menekan tombol secara bersamaan untuk membandingkan modul TA dengan alat pembanding, kesalahan pada *microcontroller* itu sendiri untuk mencacah waktu mundur Kesalahan atau *error* yang terjadi saat pengukuran nilai arus dapat terjadi karena kondisi alat pembanding yang kurang layak pakai.

#### 4. KESIMPULAN

Alat terapi TENS berfungsi dengan baik setelah dilakukan pengukuran menggunakan peralatan pembanding. Dari hasil uji coba dengan membandingkan nilai yang dihasilkan modul TA dengan alat pembanding didapatkan hasil yang cukup signifikan. Pada parameter waktu, semakin lama waktu yang di atur, maka simpangan yang terjadi akan semakin besar, yaitu 1,25% pada pengaturan waktu 5 menit, 3,25 % pada pengaturan 10 menit, dan 4,9% pada pengaturan 15 menit. Pada pengukuran arus yang mengalir ke *electrode* pada level 1 memiliki rata-rata nilai arus 0,5315 mA, level 2 memiliki nilai 3,24 mA, level 3 memiliki nilai 6,73 mA, level 4 memiliki nilai 10,99 mA, dan pada level 5 memiliki nilai 16,24 mA. Nilai arus yang mengalir masih dalam batas yang dapat diterima oleh manusia.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] u. sabrina, “perbedaan pengaruh pemberian transcutaneous electrical nerve stimulation dengan pengobatan herbal terhadap penurunan nyeri haid (dismenorrhea) pada mahasisi ums,” 2011.
- [2] a. v jones *et al.*, “genome-wide association analysis of pain severity in dysmenorrhea identifies association at factor locus,” vol. 157, no. 11, 2016.
- [3] m. noorbakhsh and s. hojjat, “the effect of physical activity on primary dysmenorrhea of female university students the effect of physical activity on primary dysmenorrhea of female university students,” no. january, 2012.
- [4] f. a. oladosu *et al.*, “abdominal skeletal muscle activity precedes spontaneous menstrual cramping pain in primary dysmenorrhea,” *am. j. obstet. gynecol.*, vol. 219, no. 1, p. 91.e1-91.e7, 2018.
- [5] n. puspitasari, “pengaruh massage aromaterapi lavender dan tens terhadap dysmenorrhea,” 2011.
- [6] s. blödt *et al.*, “effectiveness of app-based self-acupressure for women with menstrual pain compared to usual care: a randomized pragmatic trial,” *am. j. obstet. gynecol.*, vol. 218, no. 2, p. 227.e1-227.e9, 2018.
- [7] g. rustam, “gambaran pengetahuan remaja puteri terhadap nyeri haid (dismenore) dan cara penanggulangannya,” *j. kesehat. andalas*, vol. 3, no. 1, pp. 286–290, 2014.
- [8] a. dahlan and s. veni, tri, “pengaruh terapi kompres hangat terhadap nyeri haid (dismenorea) pada siswi smk perbankan simpang haru padang,” *j. endur.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, 2017.
- [9] s. high and k. district, “relationship of sport habits with primary dysmenorrhea among students of,” vol. 5, no. february, pp. 258–264, 2015.
- [10] s. ayu and a. yuspita, “pascasarjana ilmu kesehatan masyarakat universitas sebelas maret,” vol. 6, pp. 101–111, 2016.