

## **SIMULASI ELEKTRO STIMULATOR *PORTABLE* BERBASIS *MICROCONTROLLER* ATMEGA8**

Ihya Ulumuddin Gazali<sup>1</sup>, Nur Hudha Wijaya<sup>2</sup>, Eko Susanto<sup>3</sup>,  
Electromedical Engineering Departement,  
Vocational Program Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.  
St. Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183  
ihyaulum439@gmail.com, nurhudhawijaya@umy.ac.id,  
susantoeko594@yahoo.com

### **ABSTRACT**

Electro stimulators are now sought after by physiotherapists, some portable products from these electrical stimulation devices get a good reception from the users, especially those with muscle degeneration disease. This portable electro stimulator is a user choice because of its practical, lightweight, small, easy to carry and energy efficient because it only uses battery power that can be refilled again. Design of a simulated portable electro-stimulator tool, where the authored tool uses an AVR program with an ATmega8 Microcontroller IC as a source of control on this tool using PWM applications and uses the delay effect on conventional DC relay as a therapeutic massage effect and source of electric current for the stimulation process with the stimulation current is connected using the electrode to the patient, then the LCD as the interface character viewer. Based on the measurement data, the data obtained from the duty cycle of level 1 is 50% and produces a voltage of 1,8 volts and 5,8 mA current, data from the duty cycle of level 2 is 34,3% and produces a voltage of 4,6 volt and 8,3 mA current, the duty cycle data from level 3 is 25,2% and produces a voltage of 8,1 volts and 10,1 mA current, the duty cycle data from level 4 is 20,7% and produces a voltage 8,7 volts and 12,7 mA current, the duty cycle data from level 5 is 11,4% and produces a voltage of 10,2 volts and a current of 14,2 mA.

---

**Keywords** : *Electro Stimulator, Portable, Muscle Degeneration, Therapy, PWM, ATmega8, Relay, LCD*

### **1. PENDAHULUAN**

Bidang kesehatan merupakan salah satu bidang yang menjadi prioritas utama dalam pembangunan bangsa Indonesia dan kesehatan, salah satu faktor penting yang menjadi perhatian banyak orang. Demikian juga dengan alat-alat kedokteran. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, hal ini dapat dilihat dengan munculnya peralatan kedokteran yang

semakin canggih serta bersifat praktis dan efisien yang memberikan dampak positif bagi dunia kedokteran khususnya pada bidang fisioterapi.

Alat terapi *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) merupakan perangkat penstimulasi syaraf yang digunakan untuk meredakan nyeri pada otot. Alat terapi TENS hanya memiliki beberapa efek samping dibandingkan dengan terapi menggunakan obat dan

radiasi seperti alergi dan iritasi kulit. TENS menghasilkan arus listrik berorde *miliampere* ke permukaan tubuh melalui dua buah elektroda [1].

Dalam dunia fisioterapi, terdapat dua jenis terapi yaitu terapi kemampuan berjalan dan terapi kemampuan memegang ataupun mengangkat. Terapi kemampuan berjalan digunakan untuk mengembalikan kemampuan kontraksi otot ekstremitas bawah dan terapi kemampuan memegang atau mengangkat digunakan untuk mengembalikan kemampuan kontraksi otot ekstremitas atas [3]. Proses pengembalian kemampuan kontraksi otot ini butuh kesabaran, kerja keras dan waktu pasien dalam menjalankan fisioterapi dengan bantuan stimulator listrik.

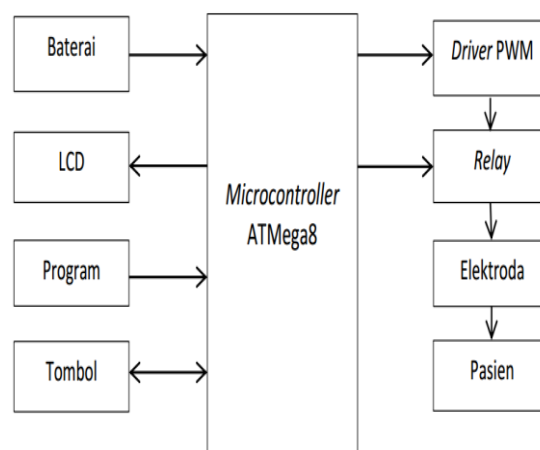
Di Indonesia sendiri, terdapat beberapa warga disekitar jalur rel kereta api yang berbaring dan merentangkan tubuh mereka diatas rel kereta api. Hal ini mereka lakukan dengan harapan dapat menyembuhkan penyakit yang mereka derita. Aktifitas ini tentu sangat berbahaya karena setiap saat kereta api dapat melintas dan merenggut nyawa mereka. Fakta juga mengatakan, ditulis pada *website www.vivanews.com* memberitakan di daerah Serengan, Solo, terdapat praktik terapi listrik sudah lama dilakukan. Praktik yang dilakukan warga Solo ini dengan mengalirkan kejutan listrik yang berasal dari listrik rumahnya ke badan pasien. Bapak tersebut mengaku telah lama belajar mengendalikan dan mengatur intensitas listrik yang digunakan untuk terapi penyembuhan tersebut. Namun hal ini perlu di teliti tentang sejauh mana kejutan listrik yang dapat diterima oleh tubuh manusia, sehingga kedepannya pemanfaatan listrik sebagai salah satu terapi penyembuhan dapat benar-benar berguna bagi masyarakat luas dan dapat meminimalisir efek samping sengatan listrik [2].

Berdasarkan pembahasan kasus diatas, maka penulis tertarik untuk meneliti sebuah

alat stimulasi listrik untuk terapi penyembuhan degenerasi pada otot. Dalam penelitian ini penulis mencoba untuk membuat sebuah simulasi alat terapi listrik yang bersifat *portable* yang penulis tambahkan pada penelitian tugas akhir kali ini untuk mempermudah terapi kontraksi otot bagi pasien yang awam dengan terapi listrik. Rancang bangun alat Elektro Stimulator *Portable*, dimana alat yang akan penulis teliti ini menggunakan program AVR dengan berbasis *IC Microcontroller* ATmega8.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1 Blok Diagram



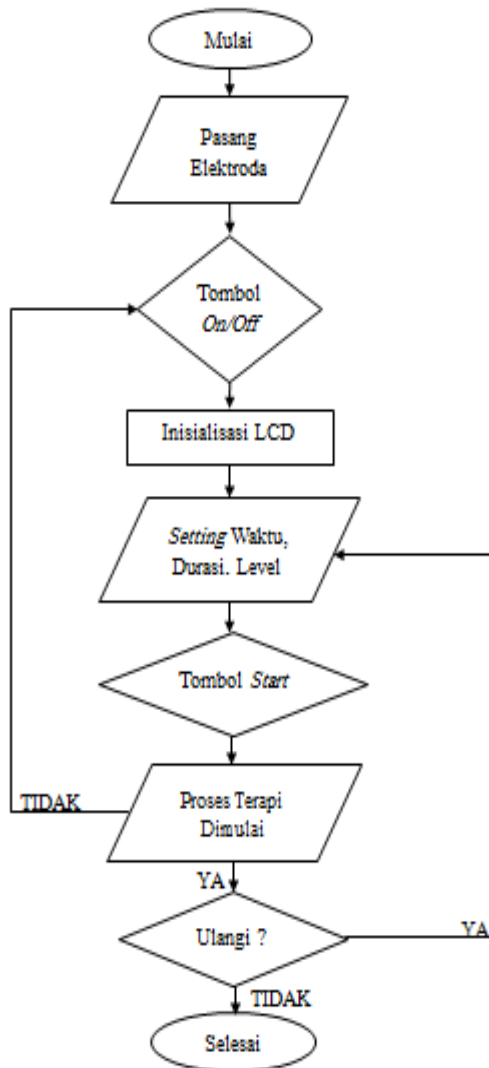
Gambar 1. Blok Diagram

Penjelasan blok diagram keseluruhan:

Terdapat beberapa bagian rangkaian dan instrumen untuk meembangun sistem kerja alat, yaitu dengan baterai sebagai daya awal untuk menghidupkan semua rangkaian pada alat. Pada saat tombol *on* ditekan maka baterai akan memberi tegangan yang digunakan untuk mensuplay semua rangkaian, tombol setting digunakan untuk mengatur durasi stimulasi, waktu, dan arus yang akan digunakan untuk proses stimulasi dengan antarmuka LCD karakter. Apabila semua telah diatur sesuai kebutuhan, maka *microcontroller* akan memberi perintah ke blok rangkaian *driver* PWM sebagai potensio sekaligus pemberi tegangan DC pada *relay* sehingga terjadi proses *switching* pada *relay* yang menimbulkan arus AC tegangan rendah kemudian arus tersebut

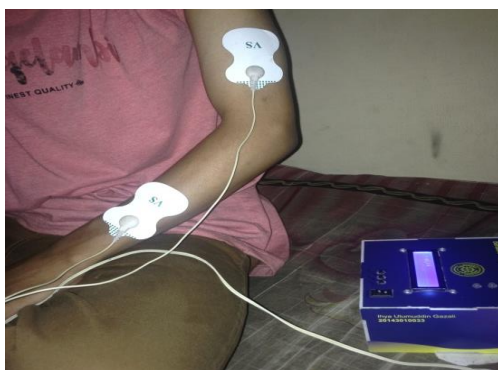
yang digunakan untuk proses stimulasi atau terapi melalui elektroda ke pasien.

## 2.2 Diagram Alir



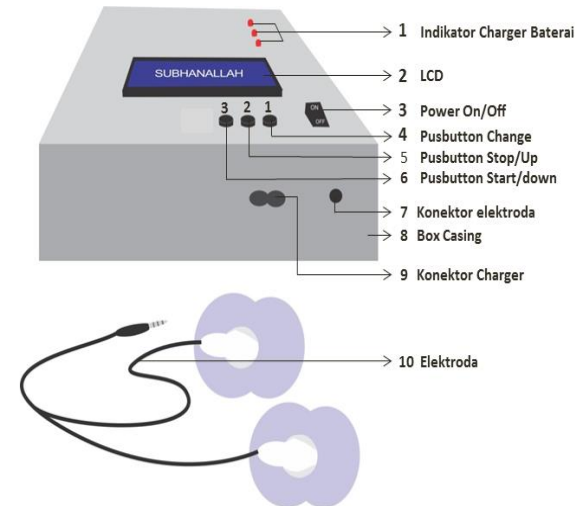
Gambar 2. Diagram alir

Pada Saat akan menggunakan alat, tempelkan elektroda pada lengan yang akan di terapi, seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Penempatan elektroda pada lengan

## 2.3 Diagram Mekanis



Gambar 4. Diagram Mekanis

## 3. Teknik Analisa Data

Penulis melakukan pengukuran dengan membandingkan modul yang telah dibuat dengan alat pengukur dan melakukan perhitungan rata-rata, simpangan, dan *error*.

### 3.1 Rata-rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata } \bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Rata-rata

$\sum Xi$  = Jumlah nilai data

$n$  = Banyak data (1,2,3,...n)

### 3.2 % Simpangan

Simpangan adalah selisih dari rata-rata nilai data alat dengan nilai data pembanding yang terencana, dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Simpangan} = \bar{X} - Y$$

Keterangan:

$Y$  = Data *Setting*

$\bar{X}$  = Rata-rata Terukur

### 3.3 % Error

*Error* adalah selisih antara rencana nilai ukur modul terhadap masing masing

hasil pengukuran data, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Error \%} = \frac{Y - X}{Y} \times 100$$

Keterangan:

$Y$  = *Data Setting*

$X$  = Nilai Terukur

### 3.4 % Akurasi

Akurasi adalah persentasi hasil pengukuran data untuk mengetahui ketepatan/akurasi nilai alat hasil dari rancang bangun, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\% \text{ akurasi} = 100\% - \bar{X}$$

Keterangan:

$\bar{X}$  = Hasil Rata-rata Simpangan

### 3.5 *Duty Cycle*

*Duty Cycle* adalah perbandingan waktu ketika sinyal mencapai kondisi *On* dan ketika mencapai kondisi *Off* dalam satu periode sinyal.

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times 100$$

Keterangan:

$D$  = Siklus Kerja Sinyal

$T_{on}$  = Sinyal Aktif/*high*

$T_{off}$  = Sinyal Tidak Aktif/*low*

## 4. Hasil dan Pembahasan

Data berikut ini adalah data yang diperoleh dari nilai pengukuran pada alat dengan alat ukur seperti *stopwatch*, *oscilloscope*, dan *multimeter*, dengan 5 kali pengukuran pada parameter *timer* untuk mendapatkan hasil data yang akurat. Untuk pengukuran gelombang PWM digunakan alat ukur *oscilloscope*. Pengukuran data dilakukan sesuai jumlah level pada parameter alat. Dalam proses pengambilan data, daya baterai dalam keadaan penuh.

### 4.1 Hasil Pengukuran Data *Timer*

Dibawah ini ialah hasil pengukuran data dan perhitungan hasil rata-rata, simpangan, *error*, dan akurasi dengan mengukur nilai 1 – 15 menit pada parameter *timer* dengan 5 kali pengukuran. Pembanding alat ukur menggunakan *stopwatch*.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran *Timer*

Pengukuran	Rata-rata (detik)	% Simpangan	% <i>Error</i>	% Akurasi
1 menit = 60 detik	60,06	0,06	-0,1	96,78%
5 menit = 300 detik	302,2	2,2	-0,73	
10 menit = 600 detik	604,4	4,4	-0,73	
15 menit = 900 detik	906,2	6,2	-0,68	

### 4.2 Hasil Pengukuran Data PWM

Dibawah ini ialah hasil pengukuran *pulse width modulation* dengan menggunakan alat ukur *oscilloscope* untuk mencari nilai *duty cycle* pada gelombang PWM pada modul yang telah dibuat. Penjelasan dari cara kerja stimulasi ini adalah jika level 1 – 5 dipilih untuk proses terapi, maka PWM akan aktif memberikan nilai tegangan dan arus tertentu sesuai nilai *duty cycle* PWM, dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Hasil Pengukuran PWM

Level LCD	Duty Cycle	Hasil Output Tegangan (Volt)	Hasil Output Arus (mA)
1	50%	1,8	5,8
2	34,3%	4,6	8,3
3	25,2%	8,1	10,1
4	20,7%	8,7	12,7
5	11,4%	10,2	14,2

### 4.1 Efek Alat Terhadap Pasien

Terdapat hasil pendataan efek arus terhadap pasien dengan 10 remaja, 10 dewasa, dan 10 orang tua. Terdapat reaksi yang berbeda-beda pula terhadap otot pasien. Pada pengambilan data ini penulis menguji alat dengan level stimulasi yang berbeda-beda antara level 1 – 5, besar arus dan tegangan dalam batas aman untuk dilakukannya proses terapi pada pasien. Berikut hasil pengambilan data yang telah penulis buat.

Tabel 3. Hasil Pendataan terapi pada pasien

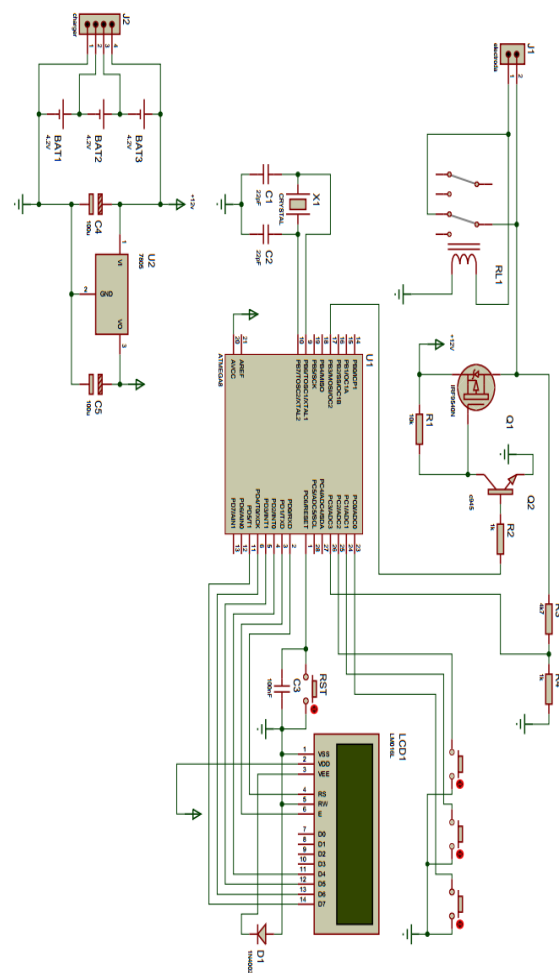
Umur	Reaksi Otot Terhadap Level Terapi					Hasil Terapi
	1	2	3	4	5	
Remaja (13 – 17 tahun)	Kese mutan	Otot bergerak	Sakit tak tertahan	Sakit tak tertahan	Sakit tak tertahan	Otot menge ncang
Dewasa (18 – 44 tahun)	Kese mutan	Otot bergerak	Otot kaku, Terpi jat	Otot terasa sakit	Sakit bertam bah	Rileks, Ringan
Tua (>45 tahun)	Kese mutan	Otot bergerak	Otot kaku, Terpi jat	Otot terasa sakit	Sakit bertam bah	Rileks, Ringan

### 5. Rangkaian Sistem Keseluruhan

Pada sistem kerja alat, penulis menggunakan rangkaian *driver pulse width modulation* di program dari ATmega8 pin PB3 sebagai pengatur lebar pulsa dengan variasi *duty cycle* untuk memberikan keluaran berupa lebar pulsa ke *relay* kemudian relay akan bekerja sesuai nilai *duty cycle* dari program PWM dari ATmega8 sehingga *relay* menghasilkan arus listrik yang digunakan untuk proses stimulasi. Penggunaan *pulse width modulation* ini yang penulis gunakan untuk pengaturan stimulasi saat dilakukannya terapi pada pasien. Pengaturan *pulse width modulation* pada pengaturan rangsangan listrik yaitu semakin besar nilai *duty cycle* yang diberikan maka akan menghasilkan nilai arus yang kecil terhadap keluaran relay. Apabila nilai *duty cycle*-nya semakin kecil maka akan menghasilkan arus yang besar sehingga dapat digunakan untuk proses stimulasi.

*Relay* berfungsi sebagai sumber penghasil durasi dan besar arus saat proses *switching*, dan *relay* diberi delay yang bervariasi dari ATmega8 pin PC3 agar pasien merasakan seperti dipijat oleh durasi yang diberikan. Kemudian *relay* menghasilkan arus listrik yang berguna untuk proses terapi, dari *driver* PWM sehingga nilai *duty cycle* tertentu dari proses *switching relay* menimbulkan arus DC tegangan tinggi. Pada saat *relay* mengeluarkan arus listrik DC, maka *relay*

menimbulkan arus yang digunakan untuk proses terapi.



Gambar 5. Rangkaian Keseluruhan Modul

### 6. Kesimpulan

Setelah melakukan proses pembuatan, percobaan, pengujian alat dan pendataan, penulis dapat menyimpulkan sebagai berikut:

- Dapat dibuatnya alat elektro stimulator dengan rangkaian dan komponen yang lebih sederhana dari peneliti sebelumnya, tetapi mempunyai proses, tujuan, dan manfaat yang sama dengan alat terapi stimulasi listrik lainnya.
- Relay* konvensional dapat menghasilkan arus listrik AC yang berguna untuk proses stimulasi listrik dengan *duty cycle* diatur oleh PWM.
- Variasi nilai *duty cycle* pada PWM dapat merubah tegangan dan arus

- yang aman sehingga berguna untuk proses terapi.
- d. Pada hasil pengukuran *timer*, terdapat pemilihan waktu yang dapat diatur yakni 1 menit, 5 menit, 10 menit, dan 15 menit yang mempunyai tingkat persentase akurasi/ketepatan dari rata-rata pengukurannya sebesar 99,96%.
  - e. Durasi kontrol pada *microcontroller* ATmega8 dapat digunakan untuk menghidupkan dan mematikan *relay*, dengan *level* kecepatan dapat diatur manual yakni 50ms, 100ms, 150ms, 200ms, 250ms, 300ms agar menghasilkan efek pijat pada otot.
  - f. Terapi berguna untuk menyembuhkan gejala-gejala degenerasi otot pada usia tua, pasien pasca stroke, pegal, nyilu sendi tetapi dalam proses bertahap.

### 6.1 Saran

Berikut ini adalah beberapa saran yang dapat di pertimbangkan untuk penyempurnaan penelitian lebih lanjut:

- a. Memperbesar tingkatan voltase *output* untuk terapi.
- b. Menggunakan penyetabil tegangan.
- c. Menambahkan *channel* untuk elektroda.
- d. Menambahkan indikator peringatan baterai *Low*.
- e. Penambahan parameter pemilihan frekuensi pada alat.
- f. Penambahan syarat-syarat evaluasi tentang standarisasi dari alat terapi elektro stimulator.
- g. Membuat ukuran alat yang lebih kecil.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suma Imelda Gunawan, 'Perancangan Dan Realisasi Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Sebagai Alat Terapi Pereda Rasa Sakit Berbasis Mikrokontroler', *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Universitas Kristen Manantha*, 1–8.
- [2] Amiruddin Muhammad, 'Perancangan Perangkat Electrotherapy Berbasis Arduino Mega 2560 Dengan Tampilan ITDB 2,4E 8 Bit Touch Screen Graphic LCD', *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta*, 2014, 1–10.
- [3] Syauby Hasan Rendy, 'Electro Stimulator (Kontraksi Otot Ekstremitas Atas)', *Teknik Elektromedik, Politeknik Kesehatan Surabaya, Surabaya*, 2014.
- [4] Wicaksono Hendi, 'Rangkaian *Functional Electrical Stimulation* Sebagai *Stimulator* Rehabilitas Otot *Lower Limb*', *Teknik Elektro, Universitas Ubaya, Surabaya*, 2015.
- [5] Ni'mmatul Lillah Putri, 'Rancang Bangun Elektrical Stimulator Berbasis Mikrokontroler Sebagai Pengganti Palu Refleks (Hammer Reflex)', *Fakultas Sains Dan Teknologi, Program Studi Teknobiomedik, Universitas Airlangga, Surabaya*, 2012.
- [6] Yunus Yadi, Suhendro Budi and Hasbri, 'Rancang Bangun Alat Terapi Stimulator Integrasi Dengan Infra Red', *Jurnal Ilmiah, STTN-BATAN, Yogyakarta, Indonesia*, 2015, 275–82.
- [7] Wikipedia, 'Degenerasi and Distrofi Otot', *[Online]*, 2015 <<https://id.wikipedia.org/wiki/Degenerasi>> [accessed 8 December 2017].
- [8] Tinartayu dr. Seshy, 'Anatomi Musculuskeletal', *[Online]*, 2014 <<https://www.slideshare.net/rudycoolblood/anatomi-musculuskeletal>> [accessed 6 December 2017].
- [9] Kuttabku.com, 'Macam-Macam Dan Jenis-Jenis Struktur Serta Mekanisme Kontraksi Atau Gerak Kerja Otot Pada Sistem Gerak Manusia', *[Online]*, 2016 <<http://www.kuttabku.com/2016/12/macam-macam-dan-jenis-jenis-struktur-serta-mekanisme-kontraksi-atau-gerak-kerja-otot-pada-sistem-gerak-manusia.html>> [accessed 6 December 2017].
- [10] Mustofa Muhammad, 'Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan PWM Digital', *[Online]*, 2014 <<https://www.academia.edu/1137092>

- 4/Pengaturan\_kecepatan\_motor\_DC\_menggunakan\_PWM\_digital?auto=download> [accessed 9 June 2017].
- [11] <http://www.indo-ware.com/produk-2961-irf9540.html> [accessed 20 January 2018]
- [12] Iswanto, *Modul Pelatihan Mikrokontroler AVR*, 2015.
- [13] Santosa Hardi, 'Mengenal Atmega8', *[Online]*, 2012 <<http://hardi-santosa.blog.ugm.ac.id/2012/07/03/mengenal-atmega8-3/2012/>> [accessed 16 October 2017].
- [14] [https://id.wikipedia.org/wiki/Baterai\\_lithium](https://id.wikipedia.org/wiki/Baterai_lithium) [accessed 22 January 2018]
- [15] Unknown, 'LCD 2x16', 2015 <<http://sistem-komputer-upi.blogspot.co.id/2015/02/normal-0-false-false-false-in-x-none-x.html>> [accessed 13 June 2017].
- [16] Santoso, Hari, *[Online]* <<http://www.elangsakti.com/2013/03/pengertian-fungsi-prinsip-dan-cara.html>> [accessed 6 December 2017]
- [17] <https://id.wikipedia.org/wiki/Elektrode> [accessed 23 January 2018]
- [18] Lusiana Utari Evrita, Buyung Irawadi and Gde Gosali Putra I Made, 'Simulasi Alat Elektrostimulator Akupunktur Berbasis MIKROKONTROLER ATmega16', *Jurnal Ilmiah, Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta, Yogyakarta*, 16.1 maret (2017), 29–42.