

## SIMULASI ALAT ELEKTROSTIMULATOR AKUPUNTUR BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega16

Evrita Lusiana Utari<sup>1</sup>, Irawadi Buyung<sup>2</sup>, I Made Gde Gosali Putra<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Respati Yogyakarta<sup>1,2,3</sup>  
Jl. Laksda Adisucipto Km 6,3 Depok, Sleman, Yogyakarta 55281  
E-mail: evrita\_lusiana@yahoo.com

### ABSTRACT

*Elektrostimulator combined in acupuncture therapy to provide the stimulation of electric energy at the point of the meridians of the body. Granting the power to create a balance of energy (chi) in the body. In administering the energy must pay attention to the voltage waveform, intensity, frequency and timing of stimuli. The purpose of this research is to change the system tools from analog into digital by changing the settings of the timer and frequency using the keypad that is controlled using the Microcontroller ATmega16. Specifications of the simulation tool elektrostimulator acupuncture designed include the frequency setting of 5-100Hz, setting the intensity of a voltage 0 timer setting until 25Vac 60 minutes and has a spike waveform mode continou and electrodes used floating types. The test result show that simulated acupuncture elektrostimulator tool result obtained in accordance with the compliance with the specifications but there is little the percentage error of frequency deviation i.e. 0.47% deviation of the timer of 0.29%, intensity of the voltage deviation of 0.073 % and waveform was nearing the same against his theory.*

*Keywords : Acupuncture, Ttherapeutic Elektrostimulator, Microcontroller ATmega16, Electrode.*

### 1. PENDAHULUAN

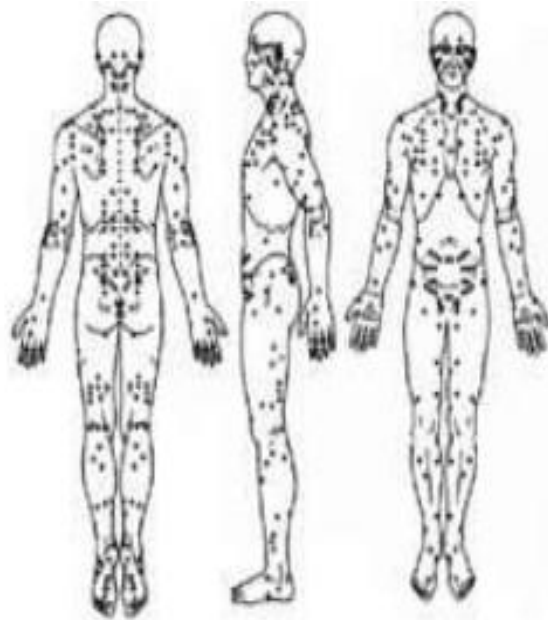
Terapi akupuntur terkini memanfaatkan alat elektrostimulator untuk membantu memberi stimulasi energi pada titik - titik *meridian* pada tubuh. Elektrostimulator adalah instrumen penunjang yang menghasilkan gelombang listrik dengan bentuk gelombang, intensitas tegangan dan frekuensi rangsang tertentu. Elektrostimulator banyak diterapkan untuk mengetahui respon sel saraf dan otot terhadap rangsang listrik tertentu. Elektrostimulator dipadukan dalam terapi akupuntur untuk memberi stimulasi energi listrik pada titik *meridian* tubuh. Pemberian energi listrik tersebut untuk menciptakan keseimbangan energi (*chi*) dalam tubuh. Dalam pemberian energi tersebut harus memperhatikan bentuk gelombang, intensitas tegangan, frekuensi dan waktu rangsangan.

Bentuk gelombang elektrostimulator merupakan gambaran kurva tegangan terhadap waktu. Pada umumnya gelombang yang dipergunakan elektrostimulator akupuntur memiliki lebar pulsa relatif kecil

sehingga tidak akan menimbulkan rasa sakit bagi pengguna. Pengaturan frekuensi nantinya akan berhubungan dengan tujuan dari penggunaan elektrostimulator, yakni untuk memberikan efek peningkatan energi (tonifikasi) dengan frekuensi rendah dan efek melemahkan (sedasi) dengan frekuensi tinggi.

Pengaturan intensitas tegangan pada elektrostimulator terkait dengan besar tegangan yang mampu dihasilkan. Tubuh tiap individu memiliki resistansi dan impedansi tertentu dan berbeda. Sehingga pemberian tegangan akan menimbulkan aliran arus listrik sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan resistansi tubuh.

Penerapan akupuntur sebagai pengobatan alternatif dan komplementer berdasarkan konsep yang menyatakan bahwa penyakit terjadi karena gangguan aliran *qi* akibat tidak seimbangannya energi *yin* dan *yang*. *Qi* merupakan penkombinasian kekuatan energi *yin* dan *yang* yang ada di dalam tubuh. Energi *yin* mewakili aspek dingin, lambat atau pasif pada manusia,



Gambar 1. Titik - titik Akupuntur.

sedangkan energi yang mewakili aspek panas, semangat atau aktif. Menurut ilmu pengobatan tradisional cina, kesehatan akan bisa didapat ketidak seimbangan kedua energi itu terjaga.

Sel saraf atau *neuron* terdiri dari badan sel dan dua set tonjolan yang bertanggung jawab untuk tranmisi *impuls* saraf, termasuk *impuls* nyeri. Tonjolan pendek bercabang atau *dendrit* yang menerima rangsangan sensorik dari lingkungan luar sel dan mentranmisikan menuju badan sel. Tonjolan ini disebut *neuron* atau saraf *afere*n (sensorik), yaitu serat saraf yang memantau masukan sensorik dan membawa informasi ini dari *perifer* ke Susunan Saraf Pusat (SSP), dan merupakan *reseptor* untuk semua *stimuli* termasuk *impuls* yang tidak menyenangkan (nyeri).

Elektrostimulator Akupuntur adalah peralatan terapi menggunakan listrik frekuensi rendah untuk meregenerasi saraf yang mengalami kerusakan agar menjadi normal kembali. Elektrostimulator dipadukan dalam terapi akupuntur untuk memberi stimulasi energi listrik pada titik *meridian* tubuh. Pemberian energi listrik tersebut untuk menciptakan keseimbangan energi (*chi*) dalam tubuh. Dalam pemberian energi tersebut harus memperhatikan bentuk

gelombang, intensitas tegangan, frekuensi dan waktu rangsangan.

Bentuk gelombang elektrostimulator merupakan gambaran kurva tegangan terhadap waktu. Pada umumnya gelombang yang dipergunakan elektrostimulator akupuntur memiliki lebar pulsa relatif kecil sehingga tidak akan menimbulkan rasa sakit bagi pasien. Sehingga bentuk gelombangnya adalah *spike wave*, lebar pulsa kecil juga akan memudahkan analisis respon sel karena artefak yang dihasilkan relatif tipis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan Penelitian Ferry (2004) yang berjudul "Pengukuran *impuls* tegangan pada saraf sensorik manusia dengan memberikan rangsangan listrik serta pemodelannya dalam rangkaian impedansi" diketahui bahwa Penelitian ini bertujuan untuk mengukur amplitudo *impuls* tegangan dari saraf sensorik manusia, sebagai akibat dari pemberian stimulasi pulsa tegangan DC yang bervariasi. Kemudian untuk mengetahui kecepatan saraf menghantarkan impuls, serta untuk membuktikan adanya perbedaan kecepatan saraf bila diberi pulsa tegangan DC yang bervariasi sebagai penstimulasi. Untuk mencapai tujuan diatas maka digunakan suatu perangkat alat yang

terdiri dari: Stimulator, Penguat *impuls* (AVB-8), Elektrode, *Oscilloscope*, *Addscope*, Isolator dan satu perangkat komputer dan beberapa peralatan diatas terlebih dahulu dikalibrasi sebelum digunakan. Tegangan berbentuk pulsa yang dapat diatur baik amplitudo, lebar pulsa maupun frekuensi detaknya digunakan sebagai perangsang. Saat pengukuran, elektrode ditempatkan pada saraf sensorik di tangan kemudian dikaki. Pulsa tegangan stimulasi dinaikkan secara bertahap, mulai dari 2 V - 30 V ditangan dan 3 V - 31 V dikaki. Pengukuran kecepatan saraf dilakukan ditangan pada jarak 20 cm dan 40 cm terhadap sumber tegangan stimulasi. Untuk tampilan dan perekaman digunakan komputer dengan menggunakan program-program *Matlab Ver.6.5.1 Rel.13* untuk penerima dan pengolah sinyal. Kemudian *ACDS Ver.6*, *Adobe Photoshop Ver.8* untuk pengolah gambar sinyal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan saraf 66,67 m/d pada tegangan stimulasi 6 V dan kecepatan saraf menjadi lebih tinggi jika tegangan stimulasinya semakin tinggi. Demikian pula dengan tanggapan impuls saraf dalam (mV), amplitudonya menjadi lebih tinggi. Untuk perancangan alat pendiagnosa ataupun terapi saraf dapat digunakan tegangan - tegangan 6 V – 7 V atau 20 V – 28 V, dimana pada tegangan-tegangan ini tanggapan impulsnya relatif stabil.

Berdasarkan penelitian Djaya (2011) yang berjudul “*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*” merupakan salah satu alat terapi yang menggunakan arus listrik untuk merangsang saraf dengan tujuan mengurangi rasa sakit seperti nyeri pada punggung bawah. Diketahui bahwa Nyeri punggung bawah merupakan masalah kesehatan yang menduduki peringkat kedua setelah infeksi saluran pernafasan pada orang dewasa. WHO telah merekomendasikan penggunaan akupuntur untuk terapi nyeri. Tetapi belum banyak bukti penelitian yang menunjukkan frekuensi yang paling optimal untuk mengobati nyeri. Penelitian ini bertujuan mengetahui frekuensi yang paling

optimal dari elektro akupuntur untuk mengobati nyeri punggung bawah. Penelitian ini merupakan eksperimen acak dengan pembutaan ganda. Sebanyak 40 subyek penelitian dipilih dengan teknik acak dari 60 pasien yang datang pada klinik akupuntur puskesmas Sragen Kota sejak September hingga Desember 2007. Subyek penelitian dibagi kedalam 10 subyek control (parasetamol), 10 subyek elektro akupuntur frekuensi rendah (2Hz), 10 subyek frekuensi kombinasi (20/50Hz), dan 10 subyek frekuensi tinggi (100Hz). Elektrostimulator diberikan sebanyak 7 kali. Pengukuran nyeri menggunakan *McGill Pain Questionnaire*. Nyeri diukur dua kali, sebelum dan sesudah perlakuan. Data dianalisis dengan uji F (*ANOVA*) dan *Post Hoc Test*, dengan menggunakan program *SPSSv.15*. Hasil penelitian menghasilkan perbedaan yang secara statistik signifikan penurunan nyeri sebelum dan sesudah perlakuan elektrostimulator pada berbagai kelompok penelitian ( $F = 6,60$  ;  $p = 0,001$ ). Terdapat perbedaan penurunan nyeri yang secara statistik signifikan antara control dan frekuensi rendah (beda skor - 10.4 ;  $p = 0,032$ ), kontrol dan kombinasi (beda skor - 12.1;  $p = 0,015$ ), maupun kontrol dan frekuensi tinggi (beda skor - 16.1 ;  $p = 0.004$ ). Perbedaan penurunan nyeri secara statistik tidak signifikan antara frekuensi rendah dan frekuensi kombinasi (beda skor nyeri - 1.7 ;  $p = 0.999$ ), antara frekuensi kombinasi dan frekuensi tinggi (beda skor - 4.0 ;  $p = 0.928$ ). serta antara frekuensi rendah dan frekuensi tinggi (beda skor - 5.7 ;  $p = 0.726$ ).

Berdasarkan Penelitian Sumardi (2014) yang berjudul “Perencanaan dan Pembuatan Alat *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) Berbasis *Mikrokontroler Atmega 8*”, berisi tentang *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS) merupakan alat fisioterapi yang berfungsi untuk menghilangkan rasa nyeri punggung bawah dengan mempergunakan tegangan rendah yang dapat memerangi ketidaknyamanan terhadap rasa nyeri tersebut. Alat ini bekerja dengan merangsang

saraf ketika jaringan tubuh mengalami kerusakan, serabut saraf nyeri pada daerah itu secara otomatis akan terstimulasi dan mengirim sinyal selain nyeri ke otak.

Berdasarkan penelitian Yulifah, 2009, yang mengambil judul “*Penggunaan Stimuli Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (Tens) dapat menurunkan Intensitas Nyeri dan Tingkat Kecemasan pada Persalinan*”. Kontraksi rahim dapat mengakibatkan nyeri dan ketidaknyamanan pada persalinan. Dengan stimulasi TENS efektif dapat menurunkan intensitas nyeri pada ibu melahirkan.

### 3. METODELOGI PENELITIAN

- a. Persiapan Alat dan Bahan.
- b. Perancangan Alat.
- c. Pengujian Alat.
- d. Analisa Hasil Pengujian.

#### 3.1. Dasar Teori

##### 1. Akupuntur

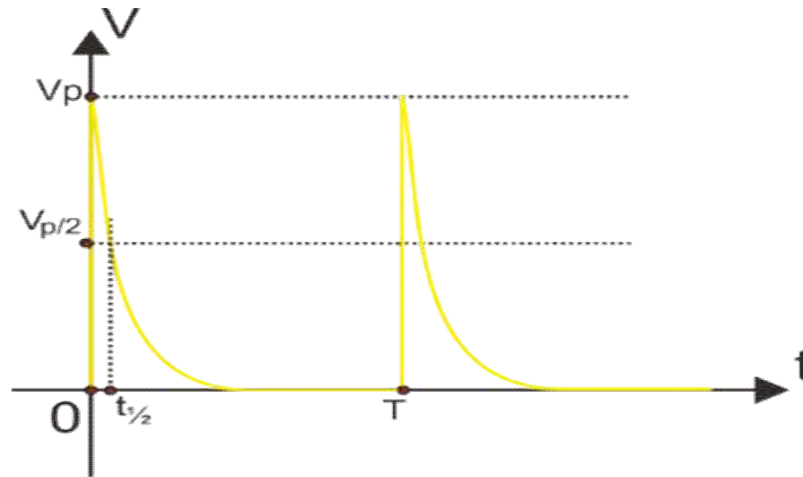
Akupuntur berasal dari kata *acus* yang artinya jarum dan *punctura* yang artinya penusukan. Akupuntur adalah suatu metode terapi dengan penusukan dibagian titik-titik dipermukaan tubuh untuk mengobati penyakit maupun kondisi kesehatan lainnya. Akupuntur merupakan pemberian sebuah stimulasi pada titik anatomis tertentu pada bagian tubuh dengan berbagai macam teknik melalui penyisipan jarum besi yang tipis menembus kulit menggunakan tangan atau dengan stimulasi listrik.

Penerapan akupuntur sebagai pengobatan alternatif dan komplementer berdasarkan konsep yang menyatakan bahwa penyakit terjadi karena gangguan aliran *qi* akibat tidak seimbangannya energi *yin* dan *yang*. *Qi* merupakan penkombinasian kekuatan energi *yin* dan *yang* yang ada di dalam tubuh. Energi *yin* mewakili aspek dingin, lambat atau pasif pada manusia, sedangkan energi *yang* mewakili aspek panas, semangat atau aktif. Menurut ilmu pengobatan tradisional cina, kesehatan akan bisa didapat ketidak seimbangan kedua energi itu terjaga.

Akupuntur bermula dari penemuan bahwa stimulasi area tertentu (titik akupuntur) pada bagian kulit mempengaruhi fungsi organ tertentu. Titik akupuntur adalah merupakan lokasi spesifik dimana *meridian* berada dekat dipermukaan kulit dan mudah dijangkau dengan menusukan jarum ketitik tersebut untuk menjaga keseimbangan aliran *qi* pada masing - masing sisi tubuh. Keberhasilan ini disebabkan oleh kekuatan akupuntur untuk membangkitkan respon penyembuhan diri yang merupakan efek pengobatan yang terkuat untuk menyembuhkan penyakit atau mempertahankan kesehatan tubuh. (Surya, 2014).

##### 2. Meridian

*Meridian* adalah terjemahan dari kata *Cing Luo*, *Cing* berarti membujur dan *Luo* berarti jala atau jaringan dan mempunyai pengertian melintang. Yang dimaksudkan dengan *Cing Luo* adalah sebuah sistem saluran yang terdiri dari saluran membujur dan melintang yang tersebar diseluruh tubuh bagaikan membentuk sebuah jala yang teratur. Elektrostimulator Akupuntur adalah peralatan terapi menggunakan listrik frekuensi rendah untuk meregenerasi saraf yang mengalami kerusakan agar menjadi normal kembali. Elektrostimulator dipadukan dalam terapi akupuntur untuk memberi stimulasi energi listrik pada titik *meridian* tubuh. Pemberian energi listrik tersebut untuk menciptakan keseimbangan energi (*chi*) dalam tubuh. Dalam pemberian energi tersebut harus memperhatikan bentuk gelombang, intensitas tegangan, frekuensi dan waktu rangsangan. Pada gambar 2. menunjukkan bentuk fisik dari alat Elektrostimulator. Bentuk gelombang elektrostimulator merupakan gambaran kurva tegangan terhadap waktu. Pada umumnya gelombang yang dipergunakan elektrostimulator akupuntur memiliki lebar pulsa relatif kecil sehingga tidak akan menimbulkan rasa sakit bagi pasien.



Gambar 2. Bentuk Gelombang *Spike Wave*.

Sehingga bentuk gelombangnya adalah *spike wave*, lebar pulsa kecil juga akan memudahkan analisis respon sel karena artefak yang dihasilkan relatif tipis. Gambar 2 menunjukkan bentuk gelombang yang digunakan.

Selain itu, karena mekanisme pembangkitan potensial aksi bersifat *all or none*, dimana jika level energi yang diberikan dibawah energi ambang, maka tidak akan terjadi potensial aksi, maka perlu disesuaikan kecil ukuran lebar pulsanya. Selanjutnya untuk frekuensi output elektrostimulator adalah jumlah siklus yang diberikan tiap satuan waktu. Pengaturan frekuensi nantinya akan berhubungan dengan tujuan dari penggunaan elektrostimulator, yakni untuk memberikan efek peningkatan energi (tonifikasi) dengan frekuensi rendah dan efek melemahkan (sedasi) dengan frekuensi tinggi.

Kemudian intensitas elektrostimulator terkait dengan besar tegangan yang mampu dihasilkan. Tubuh tiap individu memiliki

resistansi dan impedansi tertentu dan berbeda. Sehingga pemberian tegangan akan menimbulkan aliran arus listrik sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan resistansi tubuh.

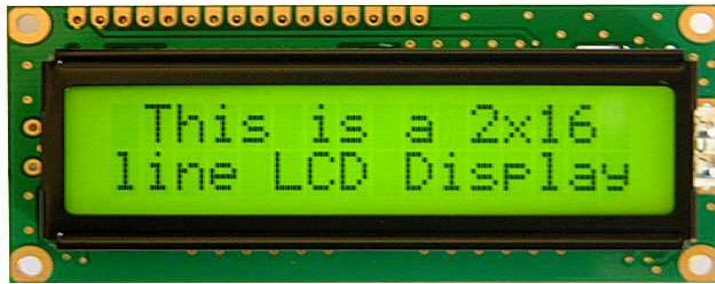
### 3. Elektroda

Elektroda untuk memindahkan tranmisi ion ke penyalur elektron. Bahan yang digunakan sebagai elektroda yaitu perak dan tembaga. Apabila sebuah elektroda tembaga dan elektroda perak dicelupkan kedalam larutan misalnya larutan elektrolit seimbang cairan tubuh maka akan terjadi perbedaan potensial antara potensial kontak tersebut, hal ini disebut potensial *offset* elektroda.

Elektroda yang sering digunakan pada alat elektrostimulator menggunakan bentuk *floating*. Prinsip dari elektroda ini dibuat untuk mencegah kontak langsung antara logam dan kulit dan sebagai. Dalam pemakaiannya masih menggunakan elektrolit *pasta* atau *jelly*.



Gambar 3. Elektroda Jenis *Floating*.



Gambar 4. *Liquid Crystal Display (LCD).*

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

*Liquid Crystal Display (LCD)* adalah sebuah *display* yang dirancang dengan teknologi CMOS *logic* yang beroperasi dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi namun memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front - lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back - lit*. Fungsi dari LCD adalah sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, angka, huruf maupun grafik. Secara garis besar komponen penyusun LCD terdiri dari kristal cair (*Liquid Crystal*) yang diapit oleh 2 buah elektroda transparan dan 2 buah filter polarisasi (*polarizing filter*).

LCD ini mempunyai tampilan yang sangat sederhana sehingga cocok digunakan untuk perancangan alat. LCD ini adalah LCD matrik dengan konfigurasi 16 karakter dan 2 baris dengan setiap karakternya dibentuk dengan 8 baris *pixel* dan 5 kolom *pixel*. Bentuk fisik LCD dapat dilihat pada gambar 4 diatas.

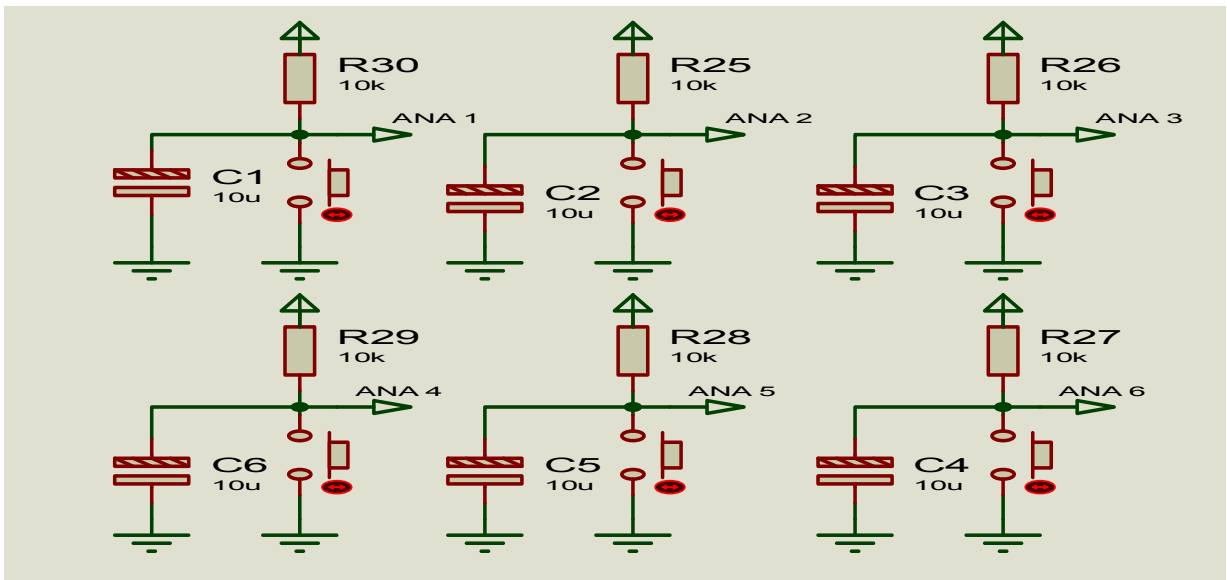
#### 5. **Mikrokontroler ATmega 16**

Mikrokontroler merupakan bagian dasar dari suatu sistem komputer. Meskipun mempunyai bentuk yang jauh lebih kecil dari suatu komputer pribadi, mikrokontroler dibangun dari elemen - elemen dasar yang sama. Secara sederhana, komputer akan menghasilkan *output* spesifik berdasarkan *input* yang diterima dan program yang dikerjakan. Seperti komputer pada umumnya, mikrokontroler adalah alat yang mengerjakan instruksi - instruksi yang diterimanya. Artinya, bagian terpenting dan utama dari suatu sistem terkomputerisasi adalah program itu sendiri yang dibuat oleh

seorang *programmer*. Program akan memberikan instruksi kekomputer untuk melakukan jalinan yang panjang dari aksi-aksi sederhana untuk melakukan tugas yang lebih kompleks.

Konfigurasi *pin* ATmega16 dengan pembagian 40 *pin* DIP (*Dual In - line Package*) dan Fungsi dari masing - masing *pin* pada ATmega16 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Vcc merupakan *pin* yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- GND merupakan *pin* Ground.
- Port A (PA0...7) merupakan *pin input / output* dua arah dan *pin* masukan ADC.
- Port B (PB0...7) merupakan *pin input / output* dua arah dan *pin* dengan fungsi khusus seperti SPI, MISO, MOSI, SS, AIN1/OC0, AIN0/INT2, T1, T0 T1/XCK.
- Port C (PC0...7) merupakan *pin input / output* dua arah dan *pin* dengan fungsi khusus, seperti TOSC2, TOSC1, TDI, TD0, TMS, TCK, SDA, SCL.
- Port D (PD0...7) merupakan *pin input / output* dua arah dan *pin* dengan fungsi khusus, seperti RXD, TXD, INT0, INT1, OC1B, OC1A, ICP1.
- RESET merupakan *pin* yang digunakan untuk mereset mikrokontroler.
- XTAL 1 dan XTAL 2 merupakan *pin* masukan *clock eksternal*.
- AVCC merupakan *pin* masukan tegangan untuk ADC.
- AREF merupakan *pin* masukan tegangan referensi ADC.



Gambar 5. Rangkaian Keypad.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Perancangan Rangkaian Keypad

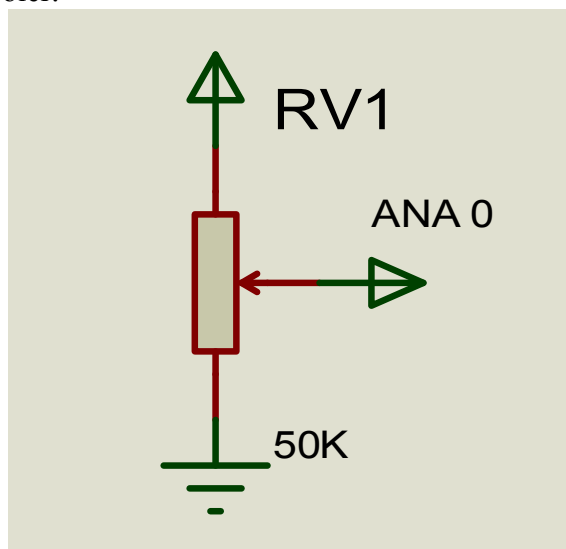
Pada perancangan simulasi alat elektrostimulator akupuntur menggunakan rangkaian keypad yang berfungsi untuk mengontrol besar kecilnya frekuensi yang digunakan dan mengatur lama waktu yang akan digunakan dengan menekan tombol *UP* dan *DOWN*, berisikan juga tombol *START* untuk mengoprasikan alat dan tombol *STOP / RESET* untuk menghentikan alat saat ingin dihentikan secara langsung. Adapun bentuk rangkaian pada gambar 5.

Rangkaian keypad akan dihubungkan ke bagian konektor A[1..6] sebagai *inputan* dan kontrol pada mikrokontroler.

##### 4.2. Perancangan Rangkaian Potensio

Pada perancangan simulasi alat elektrostimulator akupuntur ini menggunakan rangkaian potensio yang memiliki fungsi untuk mengatur besar intensitas tegangan yang akan digunakan saat terapi.

Nilai intensitas tegangannya akan diatur secara manual dari nilai nol sampai mendapatkan nilai yang dibutuhkan dengan cara memutar potensi pada alat. Gambar rangkaian potensio dapat dilihat pada gambar 6. Rangkaian potensio ini memiliki keluaran dari tegangan ini masuk ke rangkaian mikrokontroler.

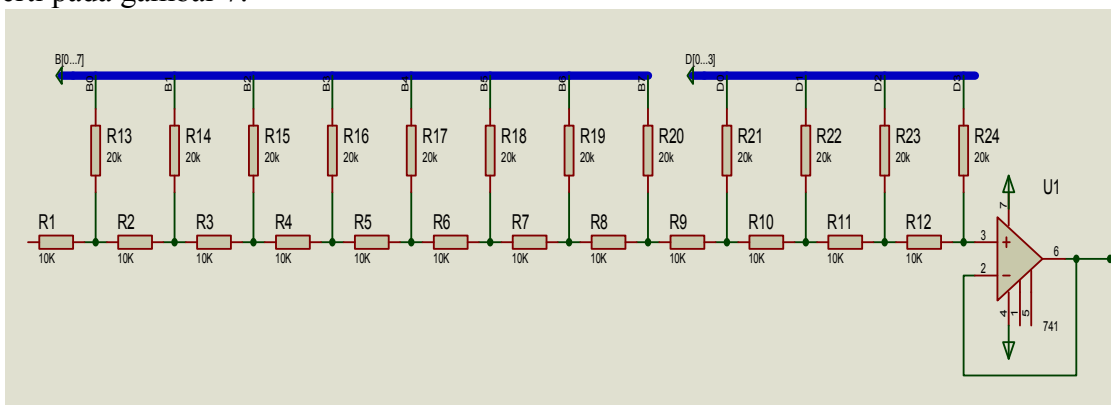


Gambar 6. Rangkaian Potensio.

### 4.3. Perancangan Rangkaian *Digital To Analog Converter (DAC)*

Rangkaian *Digital to Analog Converter (DAC)* adalah suatu rangkaian elektronik yang memiliki fungsi untuk merubah sinyal digital yang didapat dari *output* mikrokontroler menjadi sinyal analog. Rangkaian DAC disusun atas beberapa resistor dan satu buah Op-Amp yang dihubungkan ke konektor B[0...7] dan D[0...3] yang terhubung dengan mikrokontroler sebagai pemberi inputan seperti pada gambar 7.

Rangkaian DAC dapat membagi tegangan untuk dapat menghasilkan tegangan yang bervariasi agar bisa membentuk sinyal listrik dan sebagai rangkain penguat membalik.



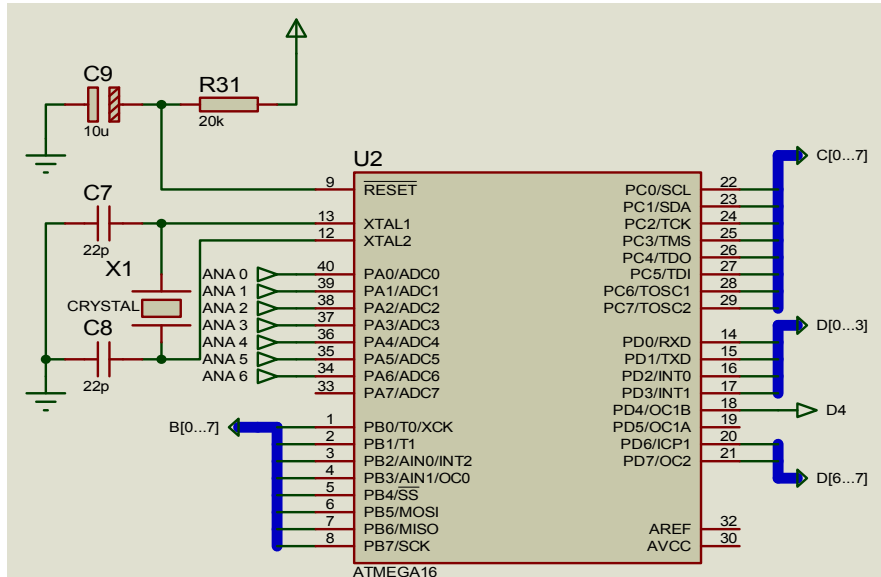
Gambar 7. Rangkaian DAC.

### 4.4. Perancangan Rangkaian Mikrokontroler

Rangkaian mikrokontroler memiliki fungsi sebagai pengontrol dari perancangan simulasi alat elektrostimulator akupunktur yang dapat dilihat pada Gambar 8. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega16 yang memiliki kelebihan yang cukup banyak. Untuk mengaktifkan Mikrokontroler ATmega16 diperlukan tegangan catu daya +5 Volt pada *pin* 10 dan pemberian tegangan nol (*ground*) pada *pin* 11. Sebagai *pin* masukan detak dari luar (*clock external*) digunakan XTAL 1 dan XTAL 2.

Pada mikrokontroler biasanya dibutuhkan sumber detak (*clock*) agar dapat mengeksekusi instruksikan yang ada di memori. Meskipun pada umumnya mikrokontroler sudah memiliki *clock* yang sudah ada didalamnya, namun agar mikrokontroler dapat mengeksekusi program dengan lebih cepat maka dibutuhkan *clock external* dengan cara memasang komponen yaitu kristal pada mikrokontroler tersebut. Semakin tinggi nilai frekuensi kristal yang dipasangkan pada mikrokontroler, maka semakin cepat mikrokontroler dalam mengeksekusi program yang telah dimasukkan ke dalamnya. Selain itu mikrokontroler juga digunakan pembangkit frekuensi yang memiliki besaran maksimal adalah 50 Hz.





Gambar 8. Rangkaian Mikrokontroler.

Untuk mengoperasikan sebuah rancangan alat secara otomatis atau secara digital dibutuhkan komponen pengendali secara terpusat, maka dibutuhkan komponen berupa mikrokontroler. Mikrokontroler tidak akan bisa memerintah atau mengatur jika tidak dimasukkan program kedalamnya, maka dari itu dibutuhkan program untuk memerintah pengoperasian alat. Berikut adalah program untuk mikrokontroler pada simulasi alat elektrostimulator akupuntur.

*inisialisasi*

```
DDRA=0b00000000; PORTA=0x00;
DDRB=0b11111111; PORTB=0x00;
DDRC=0b11111111; PORTC=0x00;
DDRD=0b11101111; PORTD=0x00;
```

*init\_LCD();*

```
wr_LCD(0x80,1,16,16);
wr_LCD(0xC0,0,16,16);
```

```
TIMSK=1<<OCIE1A;
TCCR1B=1<<WGM12;
```

*sei();*

*deteksi tombol*

```
i=PINA&0b11111100;
j=i&0b00000100;
if ((j==0b00000100)&(k==1)) goto wr_key;
else if (j==0) k=1;
```

```
j=i&0b000001000;
```

```
if ((j==0b000001000)&(k==2)) goto wr_key;
else if (j==0) k=2;
```

*switch(k)*

*{case 1:*

*if (menu==1)*

*{if (freq!=100)*

*freq+=5;*

*goto s\_freq;}*

*break;*

*case 2:*

*k=0;*

*}*

*ADC*

*ADMUX=0;*

*r=0;*

*for (c=0;c<10;c++)*

*{ADCSRA=(1<<ADEN)|(1<<ADSC*

*)|(5<<ADPS0);*

*while ((ADCSRA & 0x10) == 0);*

*{ADCSRA=(1<<ADIF);*

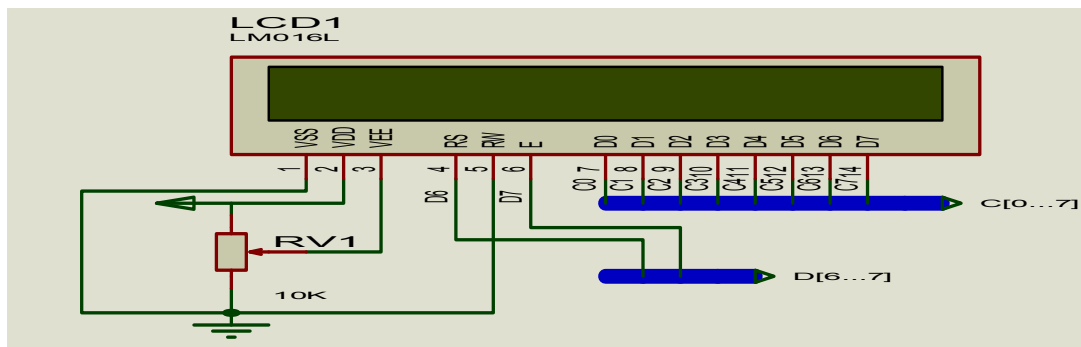
*r+=ADC;}*

*}*

*A=r/10;*

#### 4.5. Perancangan Rangkaian LCD

Dalam perancangan simulasi alat elektrostimulator akupuntur ini menggunakan sebuah komponen LCD yang berfungsi sebagai penampil. Adapun bentuk rangkaian LCD yang akan digunakan dapat dilihat pada gambar 9. LCD yang digunakan

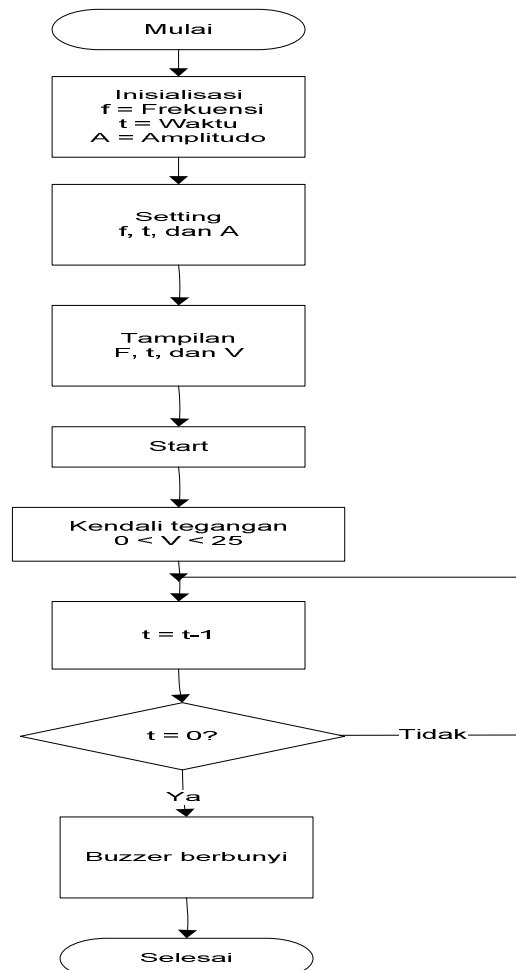


Gambar 9. Rangkaian LCD.

adalah 16 x 2 untuk menampilkan berapa frekuensi yang dipilih dan menampilkan berapa lama waktu yang akan dipergunakan. pada rangkaiannya ditambahkan sebuah resistor variabel 10k yang bertujuan untuk mengatur kecerahan cahaya pada lcd. pin-pinnya akan dihubungkan ke mikrokontroler pada bagian konektor c[0...7] dan d[6...7].

#### 4.6. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Didalam perancangan perangkat lunak, akan dirancang dengan menggunakan Bahasa C yang ditulis pada editor *Advance Versatile RIS (AVR) Studio 4*. Pada diagram alur (*flowchart*) akan menampilkan bagian perancangan perangkat lunak sebagai berikut.

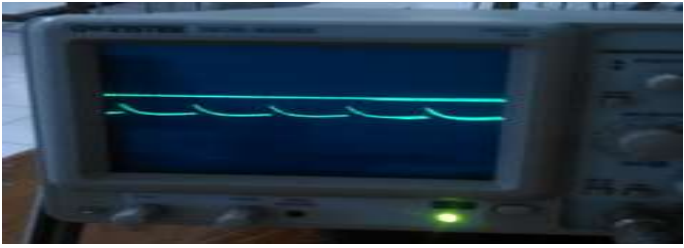




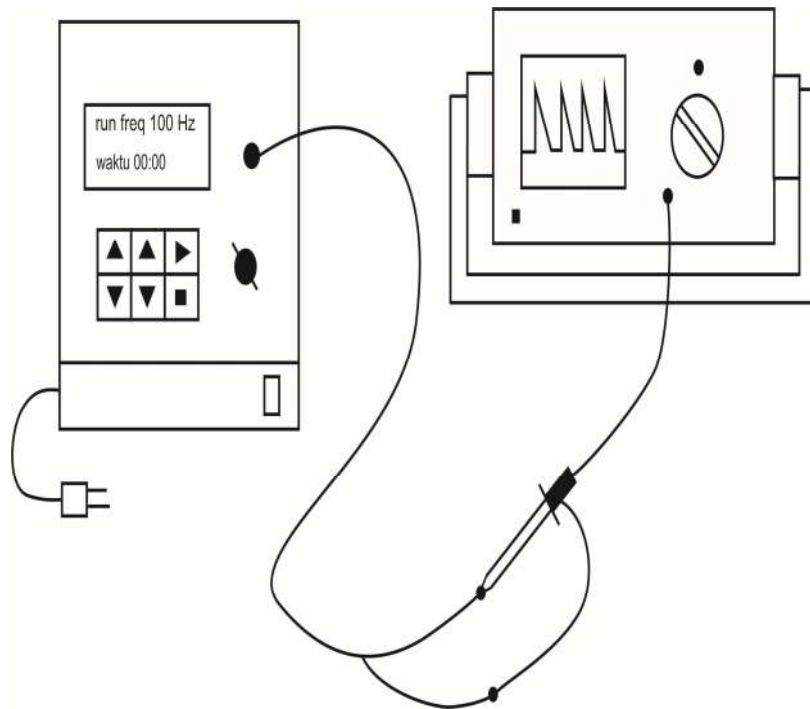
Gambar 10. Flowchart Simulasi Alat Elektrostimulator Akupuntur.

Tabel 1. Pengujian Tegangan pada Potensio dan Elektroda

| Tegangan Masukan (Volt)  | Tegangan Terukur Pada Potensio dengan <i>Osilloscope</i> (1 Volt / Div) | Tegangan Keluaran Pada Alat (Volt) | Tegangan Keluar yang Terukur dengan <i>Osilloscope</i> (5 Volt / Div) |
|--------------------------|---|------------------------------------|---|
| 0                        | 0   | 0                                  | 0   |
| 0,5                      | 0,5   | 2,5                                | 2,5   |
| 1                        | 1,1   | 5                                  | 5,1   |
| 1,5                      | 1,5   | 7,5                                | 7,5   |
| 2                        | 2,1   | 10                                 | 10,1  |
| 2,5                      | 2,5   | 12,5                               | 12,5  |
| 3                        | 3,1   | 15                                 | 15  |
| 3,5                      | 3,5   | 17,5                               | 17,6  |
| 4                        | 4,1   | 20                                 | 20,1  |
| 4,5                      | 4,5   | 22,5                               | 22,5  |
| 5                        | 5,1   | 25                                 | 25,5  |
| Selisih rata-rata 0,045% |   | Selisih rata-rata 0,073%           |   |

Tabel 2. Pengujian Bentuk Gelombang

| Bentuk Gelombang  | Keterangan  |
|---|---|
|  | <i>Volt / Div</i> = 2,5 Volt<br><i>Time / Div</i> = 5 s<br>Frekuensi = 100Hz  |
|  | <i>Volt / Div</i> = 12,5 Volt<br><i>Time / Div</i> = 5 s<br>Frekuensi = 100Hz |
|  | <i>Volt / Div</i> = 25,5 Volt<br><i>Time / Div</i> = 5 s<br>Frekuensi = 100Hz |



Gambar 11. Pengujian Tegangan Pada Elektroda.

#### 4.1. Pengujian Hasil Perancangan

Pengujian perancangan elektrosim dilakukan dengan menggunakan *osiloscope* sebagai pengukur tegangan dengan mengamati perubahan bentuk gelombang saat diurnya potensio secara bertahap. Proses pengukuran tegangan yang keluar dari elektroda dapat dilihat pada gambar 11.

Setelah melakukan pengujian pada tegangan keluaran pada elektroda dengan berbarengan mengukur tegangan pada potensio hasilnya dapat dilihat pada tabel 1. Pengujian tegangan pada elektroda memiliki selisih rata - rata sebesar 0,073%. Untuk faktor selisih disebabkan karena ketelitian untuk mengukur dengan melihat tinggi rendahnya amplitudo pada *osiloscope* belum sepenuhnya sempurna sebab amplitudo yang

diukur dalam keadaan bergerak dan ketepatan perhitungan strip - strip pada *osiloscope* tidak bisa dilihat dengan cukup jelas.

#### 4.2. Pengujian Bentuk Gelombang

Pada pengujian ini akan dilakukan sebuah pengujian bentuk gelombang yang dihasilkan oleh simulasi alat elektrostimulator akupunktur . pengujian akan dilakukan dengan *osiloscope* sebagai penampil gelombang. Untuk pengaturan tegangannya akan dirubah - rubah untuk melihat perubahan bentuk gelombang, untuk T/Div digunakan 5s dan frekuensi tetap menggunakan 100Hz. Hasil pengujian bentuk gelombang dapat dilihat pada tabel 2.

### 4.3. Realisasi Alat Simulator



Gambar 12. Realisasi Alat.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Respati Yogyakarta yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini. Terima kasih kami sampaikan pula kepada Dr. Yeny Sulistyowati, SKM, M.Si.Med selaku kepala P3M, Sri Hasta Mulyani, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi, dan segenap rekan sejawat di Universitas Respati Yogyakarta yang telah membantu dalam proses penyelesaian penelitian ini.

## 5. KESIMPULAN & SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Dari hasil perbandingan antara frekuensi dari alat dengan frekuensi meter, dapat disimpulkan bahwa nilai selisih pengukuran rata - rata sebesar 0,47%.
2. Untuk hasil perbandingan antara *timer* pada alat dengan *stopwatch* memiliki selisih nilai rata - rata sebesar 0,29%.
3. Untuk keluaran tegangan pada elektroda yang diukur menggunakan *osilloscope* memiliki selisih tegangan rata - rata sebesar 0,073% dikarenakan tegangan mengalami ketidak stabilan sebab tegangan masuk mengalami penurunan tegangan dan adanya nilai hambatan pada

beberapa komponen yang mengakibatkan berkurangnya tegangan yang keluar.

4. Hasil pengukuran bentuk gelombang dengan menggunakan *osilloscope*, disimpulkan bahwa alat ini sudah menampilkan bentuk gelombang *spike wave* dengan *mode continous*, sesuai dengan gelombang yang dibutuhkan untuk terapi yang ada dalam teori.

### 5.2. SARAN

1. Untuk pengembangan alat dapat dikembangkan dengan rangkaian kontrol dengan menggunakan sistem layar sentuh dan penambahan energi dapat dibuat dengan menambahkan catu daya dari dari baterai agar dapat digunakan secara *mobile*.
2. Untuk penggunaan komponen perlu digunakan yang lebih bagus agar tegangan yang dikeluarkan saat proses terapi jadi lebih stabil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Djaya, Hadjah Putra, 2011, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulention, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
- Ferry, 2004, Pengukuran Impuls Tegangan pada Saraf Sensorik Manusia dengan Memberikan Rangsangan Listrik Serta Pemodelannya dalam Rangkaian Impedansi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Indria, Desak Putri, 2014, Perancangan Alat Pilsse Oximetry dengan Sistem Alarm Prioritas sebagai Vital Monitoring Terhadap Pasien, Universitas Respati Yogyakarta, Yogyakarta.
- Jajang, 2007, Rancang Bangun Stimulator Refleksi, Politeknik Kesehatan Jakarta II, Jakarta.
- Jodha, mohamad, Erwanto,Rizky, dan Natalia Retnaningsih, Listyana, 2012, Rangkuman Sederhana Belajar Anatomi Fisiologi, Gosyen Publising, Yogyakarta.
- Sumardi Jaya, I Nyoman Gede, 2014, *Perencanaan Dan Pembuatan Alat Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Berbasis Mikrocontroler Atmega* , Akademi Teknik Elektro Medik Semarang, Semarang.
- Yulifah, Rita, 2009, *Penggunaan Stimuli Transcutaneus Electrical Nerve Sttimulation (Tens) dapat menurunkan Intensitas Nyeri dan Tingkat Kecemasan pada Persalinan*, The Indonesian Jurnal of Public Health.