

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Berdasarkan Penelitian yang dibuat oleh Balmar Morangelita Nuach dari Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga tahun 2014, yang berjudul “Pemberian *Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS)* menurunkan intensitas nyeri pada pasien bedah urologi di ruang rawat inap marwah RSUD haji Surabaya”. Pada penelitian tersebut menggunakan rancangan “*Quast Experimental*” dengan populasi target 12 responden di RSUD haji Surabaya, 6 responden kelompok kontrol dan 6 responden kelompok perlakuan. Pengambilan sampel berdasarkan *Nonprobability Sampling* tipe *Purposive Sampling*. Variabel dependen penelitian adalah intensitas nyeri pada pasien paska bedah urologi. Instrumen yang digunakan adalah *Visual Analog Scale (VAS)*. Data yang diperoleh diuji normalitas dengan uji Kolmogorov Smirnov kemudian dianalisa menggunakan uji statistik *Wilcoxon Signed Rank Test* dan *Mann Whitney* derajat kemaknaan $p \leq 0,05$. Pada penelitian didapatkan hasil, 6 responden dengan skala nyeri sedang setelah diberikan TENS 50% (3 orang) mengalami penurunan nyeri hingga skala nyeri ringan, dan 50% (3 orang) mengalami penurunan 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. Tetapi pada penelitian belum membuat atau merancang alat TENS untuk dapat digunakan masyarakat langsung[4].

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Novianto Adi Guruh Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret tahun 2009 dengan judul “Pengaruh terapi TENS dan *EXERCISE* terhadap nyeri pada penderita

Frozen shoulder di RSUD Dr. Moewardi Surakarta”. Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian yaitu *pre test* dan *post test* dengan *quast eksperimental*. Jumlah sampel yang digunakan adalah 30 responden. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu 15 sampel diberikan intervensi dan 15 sampel sebagai variabel control. Pada penelitian didapatkan hasil, yaitu 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*. Tetapi pada penelitian ini juga belum merancang atau membuat alat TENS[5].

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[6].

Penelitian selanjutnya dengan judul “Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Using Microcontroller” menggunakan ATmega328 sebagai *microcontroller* dan menggunakan PWM sebagai pembangkit

gelombang. Sinyal yang dihasilkan oleh PWM kemudian akan melalui transistor dan dikuatkan dengan menggunakan Step Up Transformator. Arus yang dihasilkan pada alat ini adalah 0 sampai 100 mA, frekuensi 1 sampai 150 Hz, lebar gelombang 1 sampai 200 ms dan amplitudo 0 sampai 100 V. Pada alat ini dilengkapi dengan buzzer sebagai peringatan ketika intensitas mencapai batas yang ditetapkan serta *Light Emitting Diode* (LED) sebagai indikator. LCD digunakan untuk menampilkan intensitas sinyal yang diberikan ke pasien. Kelebihan pada penelitian ini sudah dilengkapi dengan LCD dan buzzer. Kekurangan pada alat ini masih menggunakan rangkaian power supply dan membutuhkan tegangan Perusahaan Listrik Negara[7].

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, resistansi dan impedansi yang berbeda-beda, sehingga memiliki kenyamanan yang berbeda pula dalam penggunaan terapi. Nyeri juga bisa terjadi dimana saja dan kapan saja, sehingga dibutuhkan alat TENS yang dapat mudah digunakan dan dibawa kemana-mana. Nyeri yang sering terjadi juga ada nyeri kronis dan nyeri akut, oleh karena itu dibutuhkan juga alat yang dapat menurunkan nyeri tersebut.

Dengan memandang kronologis diatas maka penulis mencoba untuk membuat alat “Portabel *Transcutaneous electrical nerve stimulation* (TENS) berbasis ATMega8”. Penulis akan mengembangkan penelitian sebelumnya dengan mengganti sumber tegangan menggunakan baterai sehingga bentuk alat menjadi *portable* untuk memudahkan dalam penggunaan, dan menambahkan mode terapi, beberapa pilihan pengaturan alat terapi sebelum digunakan yaitu intensitas, waktu. dan frekuensi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Penderita Nyeri

Nyeri adalah sebuah pengalaman sensori dan emosional yang tidak menyenangkan diakibatkan oleh kerusakan jaringan yang aktual dan

potensial pada suatu individu. Tingkat keparahan rasa nyeri pada setiap individu ditentukan oleh intensitas nyeri tersebut. Pengukuran intensitas nyeri sangat subyektif dan individual, kemungkinan rasa nyeri dengan intensitas yang sama dirasakan sangat berbeda. Pengukuran nyeri dengan pendekatan obyektif yang paling mungkin adalah menggunakan respon fisiologi tubuh terhadap nyeri itu sendiri. Namun pengukuran dengan teknik ini juga tidak dapat memberikan gambaran pasti tentang nyeri itu sendiri[8].

Nyeri merupakan suatu masalah yang sering dikeluhkan kepada dokter, sehingga banyak institusi menyebutkan nyeri sebagai tanda vital kelima serta mengelompokkan bersama tanda-tanda seperti suhu, nadi, dan tekanan darah. Terdapat beberapa teori yang menggambarkan tentang timbulnya rasa nyeri, dimana teori gerbang kendali nyeri yang dianggap paling relevan. Teori-teori tersebut yaitu[9]:

a. Teori Spesivitas (*Specivity Theory*)

Pada teori ini menjelaskan bahwa organ tubuh yang secara khusus mentransmisi rasa nyeri. Syaraf diyakini dapat menerima rangsangan nyeri dan mentransmisikan melalui ujung dorsal, dan substansia gelatinosa ke talamus, yang kemudian akhirnya akan dihantarkan pada daerah yang lebih tinggi sehingga timbul respon nyeri.

b. Teori Pola (*Pattern Theory*)

Teori ini menjelaskan bahwa ada dua serabut nyeri yaitu serabut yang mampu menghantarkan rangsang dengan cepat dan serabut yang mampu menghantarkan dengan lambat. Dua serabut tersebut bersinaps pada medula spinalis dan meneruskan informasi ke otak mengenai sejumlah intensitas dan tipe input sensori nyeri yang menafsirkan karakter dan kualitas sensasi nyeri.

c. Teori Gerbang Kendali Nyeri (*Gate Control Theory*)

Teori ini menjelaskan bahwa terdapat semacam pintu gerbang yang dapat memfasilitasi transmisi sinyal nyeri. Teori ini menyatakan eksistensi dari kemampuan endogen untuk mengurangi dan

meningkatkan derajat perasaan nyeri melalui modulasi impuls yang masuk pada kornu dorsalis melalui *gate* (gerbang). Teori ini menggunakan variabel psikologi dalam persepsi nyeri, termasuk motivasi untuk bebas dari nyeri, dan peranan pikiran, emosi, dan reaksi stres dalam meningkatkan atau menurunkan sensasi nyeri

Nyeri dapat dipengaruhi oleh usia, jenis kelamin, pekerjaan, gaya hidup individu. Nyeri terbanyak terjadi pada usia 55 - 64 tahun dan penderita nyeri lebih banyak adalah perempuan yaitu sebagai ibu rumah tangga [2]. 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 berdasarkan jenisnya, secara umum di bagi menjadi dua[8] :

1) Nyeri akut

Nyeri akut merupakan nyeri yang timbul secara mendadak dan cepat menghilang, rasa nyeri tidak melebihi 6 bulan dan ditandai adanya peningkatan tegangan otot.

2) Nyeri kronis

Nyeri kronis merupakan nyeri yang timbulnya secara perlahan-lahan, rasa nyeri biasanya berlangsung dalam waktu yang cukup lama, yaitu lebih dari 6 bulan. Beberapa jenis nyeri yang termasuk dalam kategori ini adalah nyeri terminal, sindroma nyeri kronis, nyeri psikosomatik.

Ada beberapa cara untuk mengobati rasa nyeri, salah satunya adalah pendekatan non farmakologik. Pendekatan non farmakologik merupakan pengobatan yang efektif untuk rasa nyeri yang ringan dan sedikit terjadi efek samping, serta lebih murah. Beberapa cara untuk mengobati rasa nyeri yaitu relaksasi dan *guide imagery*, stimulasi saraf dengan listrik transkutan, penggunaan kompres panas dan dingin, sentuhan

terapeutik, meditasi, hipnotis dan akupresur, TENS (Transcutaneous Electrical Nerve stimulation) [8].

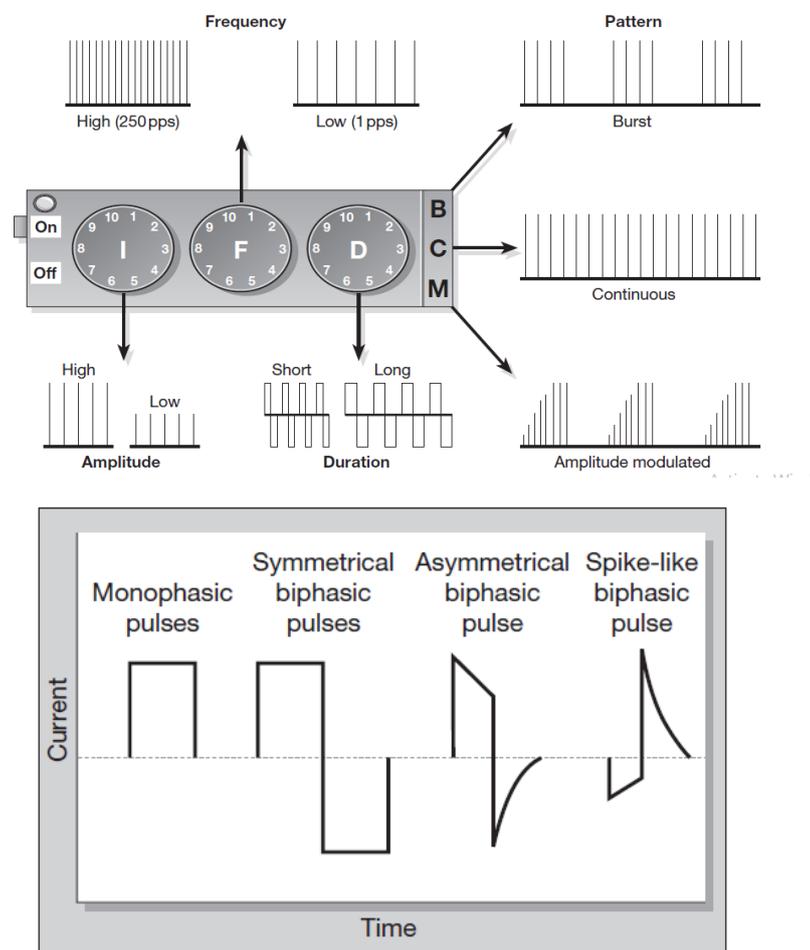
2.2.2 *Transcutaneous electrical nerve stimulation*

Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) merupakan salah satu terapi untuk mengurangi rasa nyeri dengan menghantarkan impuls listrik ke pasien. Impuls listrik tersebut berfungsi sebagai pemblok impuls nyeri yang dirasakan oleh pasien. Impuls nyeri yang diblok akan mengakibatkan nyeri berkurang. Pemberian terapi TENS mampu merangsang tubuh untuk mengeluarkan endorphin, dan akan meningkatkan relaksasi kemudian diikuti oleh penurunan nyeri. Menggunakan TENS tidak bersifat adiksi, tidak memicu mual, kantuk, serta bebas dilakukan kapan saja sesuai dengan waktu yang diinginkan[10].

Mekanisme analgesia yang dihasilkan oleh TENS dapat dijelaskan dengan teori pengontrolan gerbang (*Gate Control Theory*) oleh Melzack dan Wall. Teori ini menjelaskan bahwa serabut saraf dengan diameter kecil yang membawa stimulus nyeri akan melalui pintu yang sama dengan serabut yang memiliki diameter lebih besar yang membawa impuls raba (mekanoreseptor) apabila kedua serabut saraf tersebut secara bersamaan melewati pintu yang sama, maka serabut yang lebih besar akan menghambat hantaran impuls dari serabut yang lebih kecil. Gerbang biasanya tertutup, menghalangi secara konstan transmisi nosiseptif melalui serabut C dari sel perifer ke sel-T. Jika timbul rangsangan nyeri perifer, informasi dibawa oleh serabut C mencapai sel-T dan gerbang akan terbuka, menyebabkan transmisi sentral ke Thalamus dan korteks dimana impuls akan diinterpretasikan sebagai nyeri. TENS berperan dalam mekanisme tertutupnya gerbang dengan menghambat nosiseptif serabut C dengan memberikan impuls pada serabut bermyelin yang teraktivasi[11].

Penggunaan modalitas TENS bertujuan untuk mengurangi nyeri dan efek terapeutik, TENS dinilai mampu memblokir nyeri. Penggunaan TENS pada frekuensi 10 Hz hingga 100 Hz merupakan frekuensi

bioelektrik tubuh yang sesuai. Pada pemberian stimulasi akan mampu merangsang pengeluaran hormon endorphin sehingga pasien yang mendapatkan intervensi TENS dapat menjadi lebih relaks, mengalami penurunan nyeri dengan terhambatnya faktor inflamasi sehingga sistim imun tidak terganggu dan akhirnya dapat membantu proses penyembuhan luka dengan baik[12]. Pada alat TENS memiliki beberapa karakteristik pada alat tersebut yaitu frekuensi, intensitas, waktu serta mode seperti *burst*, dan *continuous*.



Gambar 2.1 Karakteristik alat TENS [12]

Pada alat TENS dapat dilakukan penyetingan berdasarkan tujuan dalam penggunaan alat terapi TENS. Untuk setting mode pada alat TENS,

terdapat 3 mode yaitu *continous*, *burst*, dan *modulation*. Mode *continous* merupakan mode yang paling umum dan lebih efektif digunakan untuk pereda rasa nyeri akut. Mode *modulation* menggunakan frekuensi yang bervariasi dan menggunakan siklus untuk membantu mengurangi adaptasi saraf. Mode *burst* lebih efektif digunakan untuk mengurangi dan menyembuhkan rasa nyeri kronis. Selain pengaturan mode, pada alat TENS juga memiliki pengaturan frekuensi. Frekuensi 1 sampai 10 Hz dapat digunakan untuk mengurangi nyeri kronis, frekuensi 35 Hz sampai 50 Hz dapat digunakan untuk merangsang otot dan memperkuat, sedangkan frekuensi 80 Hz sampai 120 Hz dapat digunakan untuk mengurangi nyeri akut. Waktu yang digunakan untuk melakukan terapi dengan alat TENS dalam meredakan nyeri yaitu nyeri akut membutuhkan waktu 20 sampai 60 menit, sedangkan nyeri kronis 20 sampai 30 menit[13].

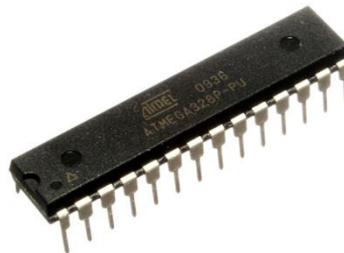
2.2.3 Elektroda

Pada alat TENS dibutuhkan elektroda sebagai media untuk mengalirkan arus listrik kepada pasien. Elektroda adalah konduktor yang digunakan untuk bersentuhan dengan bagian atau media non-logam dari sebuah sirkuit misalnya semikonduktor, elektrolit atau vacuum. Elektroda yang sering digunakan pada alat elektrostimulator menggunakan jenis floating. Prinsip dari elektroda ini berfungsi untuk mencegah kontak langsung antara logam dengan kulit dan dalam pemakaiannya masih dalam bentuk elektrolit pasta atau jelly[14].



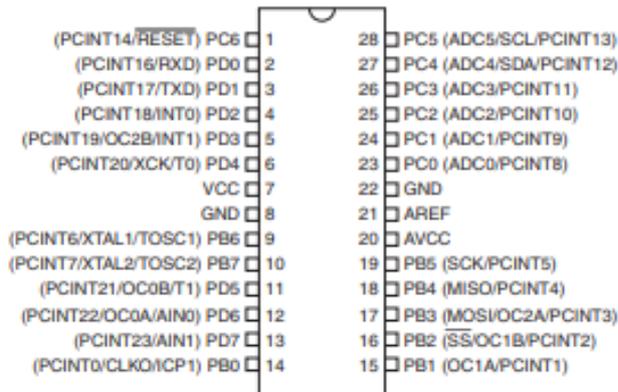
Gambar 2.2 Elektroda jenis floating[15]

2.2.4 IC Microcontroller ATmega328P



Gambar 2.3 Microcontroller ATmega328P[16]

ATmega328 adalah microcontroller keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 8-bit. Mikrokontroler ini memiliki kapasitas flash (program memory) sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (*static Random Access Memory*) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (*non-volatile memory*) sebesar 1024 bytes. Kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 20 MHz. Dalam chip yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin *Input/Output* (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan oskilator eksternal), dengan 6 diantaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (*analog-to-digital converter*), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (*pulse width modulation*) [17]. Berikut adalah gambar serta pin konfigurasi Microcontroller Atmega8, seperti dibawah:



Gambar 2.4 Konfigurasi Microcontroller ATmega328P[17]

Dibawah ini terdapat detail keterangan pin konfigurasi pada Microcontroller ATmega328P, sebagai berikut:

a. VCC

Suplay tegangan pada Atmega328P

b. GND

Ground

c. PORTB(PB7..PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai input maupun output.

d. PORTC(PC5..PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masing - masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/output port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

e. PORTD(PD7..PD0)

PORTD adalah port I / O (input atau output).

f. PC6/RESET

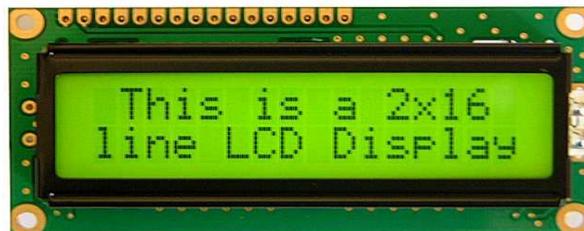
Fungsi PC6 untuk mereset ulang program dan resetnya pada saat rendah atau aktif low.

g. AVCC

AVCC Adalah pin suplay tegangan untuk ADC.

2.2.5 *Liquid Cristal Display*

Liquid Crystal Display (LCD) adalah sebuah display dot matrix yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). Pada tugas akhir ini penulis menggunakan LCD dot matrix dengan karakter 2x16, sehingga kaki – kakinya berjumlah 16 pin[18]. Berikut ialah gambar Liquid Cristal Display (LCD) 2x16:



Gambar 2.5 Liquid Cristal Display[19]