

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Olahraga merupakan salah satu aspek kehidupan yang erat hubungannya dengan kesehatan dan sangat bermanfaat bagi kesehatan individu/masyarakat baik dalam kelompok prestasi, hobi dan rekreasi. Akan tetapi banyak masyarakat yang kurang paham akan prosedur, teknologi, dan kebutuhan olahraga yang mana dapat menyebabkan problematik dalam olahraga (IPSI, 2007). Maka dari itu Fisioterapi harus dapat pula beradaptasi dan memberikan kontribusi terhadap perkembangan iptek olahraga, berdasarkan kompetensi dan kewenangannya dalam melakukan upaya-upaya promotif, preventif, tindakan terapeutik dan upaya-upaya pemulihan akibat cedera olahraga.

Seiring perkembangan zaman Pencak Silat termasuk salah satu olahraga berprestasi. Hanya saja yang membedakan Pencak Silat dengan olahraga yang lain yaitu empat aspek yang merupakan satu kesatuan bulat, yakni aspek mental spiritual, beladiri, seni dan olahraga (Lerch, 2004). Hal tersebut dapat dilihat dari banyaknya perguruan-perguruan Pencak Silat di Indonesia, salah satunya padepokan Pencak Silat di Kartasura yang hingga saat ini masih eksis dan memunculkan atlet-atlet baru. Usaha untuk tetap

mempertahankan keeksisan tersebut tidak mudah, diperlukan pembinaan dan pengembangan yang optimal. Ada 4 aspek pokok yang menentukan prestasi olahraga, yaitu aspek biologis, aspek psikologis, aspek lingkungan dan aspek penunjang (Anekanwes.com, 2011).

Aspek biologis merupakan salah satu aspek yang tidak dapat diabaikan, karena hal tersebut menyangkut kondisi fisik berupa tingkat kesegaran jasmani yang sangat diperlukan atlet untuk dapat berprestasi dalam suatu pertandingan (Anekanwes.com, 2011).

Seseorang yang memiliki kesegaran jasmani prima dapat melakukan kegiatan sehari-hari dengan optimal dan tidak cepat lelah, serta masih memiliki cadangan energi untuk melakukan kegiatan lain (Adhikarmika, 2009). Komponen kondisi fisik tersebut terdiri atas kekuatan, kecepatan, kelincahan, kelentukan, daya tahan, daya ledak otot, koordinasi, keseimbangan, daya lentur, dan reaksi (Anekanwes.com, 2011).

Dalam Pencak Silat dibutuhkan ketahanan anaerobik untuk melakukan gerakan-gerakan eksplosif yang membutuhkan ledakan energi. Tapi untuk permainan secara umum, pola gerakan, serta waktu pemulihan, ketahanan aerobiklah yang diperlukan (Adhikarmika, 2009). Pengukuran ketahanan kardiorespirasi untuk kapasitas aerobik dapat dilakukan dengan cara mengukur konsumsi oksigen maksimal ( $VO_{2max}$ ).

$VO_{2max}$  adalah kemampuan pengambilan oksigen dengan kapasitas maksimal untuk digunakan / konsumsi oleh tubuh selama melakukan exercise

maximum. VO<sub>2</sub> max umumnya digunakan sebagai indikator untuk menentukan kemampuan aerobik, dimana kemampuan aerobik akan berkaitan erat dengan system cardio dan system respirasi dalam usaha penyediaan oksigen dan kemampuan untuk menggunakan oksigen tersebut dalam tubuh, sehingga dalam hal ini peran fisioterapi sangat penting dalam memberikan latihan terhadap kebugaran untuk peningkatan VO<sub>2</sub> max (Novita, 2009).

Latihan daya tahan atau disebut juga *Cardio Respiratory Training* dapat meningkatkan *suplay* oksigen pada otot-otot yang memberikan kemampuan kepada atlet untuk melakukan suatu aktivitas yang lebih tinggi tingkatnya dalam waktu yang lama (Novita, 2009).

Fisioterapi mempunyai suatu modalitas guna meningkatkan kekuatan otot, kecepatan kontraksi, serta daya tahan terhadap kelelahan yaitu NMES (*Neuromuscular Electrical Stimulation*). *Neuromuscular Electrical Stimulasi (NMES)* yang diberikan pada kedua tungkai adalah salah satu cara untuk meningkatkan kapasitas VO<sub>2</sub> max.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Vaquero. *et al*, (1998), memperlihatkan peningkatan VO<sub>2</sub> max secara signifikan pada pasien cangkok jantung setelah menjalani program ES pada *m. quadriceps* selama 8 minggu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Perez. *et al*, (2003) pada 15 orang sehat menunjukkan peningkatan VO<sub>2</sub> max yang berturut-turut setelah menjalani program ES selama 6 minggu.

Maka dari itu peneliti mengambil judul Pengaruh Pemberian NMES (*Neuromuscular Electrical Stimulation*) Terhadap VO2 max Atlet Pencak Silat di Padepokan Pencak Silat Kartasura.

## B. Identifikasi Masalah

Seiring perkembangan zaman, Pencak Silat merupakan salah satu jenis olah raga yang telah mengharumkan nama negara Indonesia. Hanya saja, yang membedakan Pencak Silat dengan olahraga lain adalah 4 aspek yang merupakan satu kesatuan yaitu mental spiritual, beladiri, seni, dan olahraga (Lerch, 2004).

Seorang atlet Pencak Silat selain memiliki tehnik ilmu beladiri, harus mempunyai stamina yang kuat. Kondisi fisik seorang atlet harus dijaga karena akan mempengaruhi penampilan saat latihan atau bertanding.

Daya tahan tubuh yang baik akan menghasilkan kesehatan jasmani yang baik pula. Kesegaran jasmani dapat didefinisikan sebagai kemampuan seseorang untuk melakukan kegiatan atau kerja yang memerlukan kekuatan, koordinasi, ketrampilan dan daya tahan dengan efisien sehingga tidak mengakibatkan kelelahan yang berarti (Irfan, 2009).

Salah satu komponen yang mempengaruhi kondisi fisik adalah daya tahan menjaga stamina agar tidak mudah capek. Salah satu cara menjaga daya tahan adalah dengan meningkatkan kapasitas VO2 max.

Fisioterapi mempunyai suatu modalitas untuk meningkatkan kekuatan, kecepatan kontraksi otot, serta daya tahan terhadap kelelahan guna meningkatkan kapasitas VO<sub>2</sub> max, yaitu NMES (*Neuromuscular Electrical Stimulation*).

#### C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka penulis membatasi masalah pada penambahan NMES untuk meningkatkan kadar VO<sub>2</sub> max pada atlet Pencak Silat di Padepokan Pencak Silat Kartasura.

#### D. Rumusan Masalah

1. Apakah ada pengaruh penambahan NMES dengan metode group otot untuk meningkatkan kapasitas VO<sub>2</sub> max pada atlet pencak silat?
2. Apakah ada pengaruh penambahan NMES dengan metode nerve trunk untuk meningkatkan kapasitas VO<sub>2</sub> max pada atlet pencak silat?
3. Apakah ada perbedaan pengaruh antara pemberian NMES dengan metode group otot dan nerve trunk terhadap peningkatan VO<sub>2</sub> max pada atlet pencak silat?

#### E. Tujuan Penelitian

Mengetahui manfaat penambahan NMES untuk meningkatkan kadar VO<sub>2</sub> max pada atlet Pencak Silat di Padepokan Pencak Silat Kartasura.

## F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang hendak dicapai dalam hasil penelitian ini sebagai berikut:

### 1. Bagi atlet Pencak Silat

Hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tentang peningkatan kadar VO<sub>2</sub> max dengan pemberian NMES.

### 2. Bagi Pembaca

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk referensi dan sebagai tambahan informasi bagi pembaca.

### 3. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk tambahan informasi bagi peneliti.

### 4. Institusi Pendidikan

Dapat dijadikan sumber referensi atau bahan perbandingan bagi kegiatan yang ada kaitannya dengan peningkatan kadar VO<sub>2</sub> max para atlet.

### 5. Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian ini dapat memberikan sedikit kontribusi pengetahuan di bidang fisioterapi tentang manfaat pemberian NMES untuk meningkatkan kadar VO<sub>2</sub> max.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### A. Kerangka Teori

##### 1. Pencak Silat

###### a. Sejarah Pencak Silat.

Pencak silat merupakan bagian dari kebudayaan bangsa Indonesia yang berkembang sejalan dengan sejarah masyarakat Indonesia (IPSI, 2007). Kini Pencak Silat kita kenal dengan wujud dan corak yang beraneka ragam, namun mempunyai aspek-aspek yang sama.

Walaupun unsur-unsur serta aspek-aspeknya yang terdapat dalam Pencak Silat tidak dapat dipisah-pisahkan, tetapi pembinaan pada jalur-jalur masing-masing dapat dilakukan. Di tinjau dari segi olahraga kiranya Pencak Silat mempunyai unsur yang dalam batasan tertentu sesuai dengan tujuan gerak dan usaha dapat memenuhi fungsi jasmani dan rohani. Gerakan Pencak Silat dapat dilakukan oleh laki-laki atau wanita, anak-anak maupun orang tua/dewasa, secara perorangan/kelompok.

Sejak tahun 1969, mulai dilakukan pengembangan Pencak Silat menjadi olahraga dan pertandingan, dengan melalui percobaan-

percobaan pertandingan di daerah-daerah dan di tingkat pusat. Pada PON VIII tahun 1973 di Jakarta telah dipertandingkan untuk pertama kalinya yang sekaligus merupakan Kejuaraan tingkat Nasional yang pertama pula.

b. Aspek-aspek Pencak Silat

Dalam Pencak Silat terdapat 4 aspek utama, yaitu:

1) Aspek mental spiritual

Pencak silat membangun dan mengembangkan kepribadian dan karakter mulia seseorang. Para pendekar dan maha guru pencak silat zaman dahulu seringkali harus melewati tahapan semadi, tapa, atau aspek kebatinan lain untuk mencapai tingkat tertinggi keilmuannya.

2) Aspek seni budaya

Budaya dan permainan “seni” pencak silat ialah salah satu aspek yang sangat penting. Istilah Pencak pada umumnya menggambarkan bentuk seni tarian pencak silat, dengan musik dan busana tradisional.

3) Aspek bela diri

Kepercayaan dan ketekunan diri ialah sangat penting dalam menguasai ilmu bela diri dalam pencak silat. Istilah silat, cenderung menekankan pada aspek kemampuan teknis bela diri pencak silat.



#### 4) Aspek olahraga

Ini berarti bahwa aspek fisik dalam pencak silat ialah penting. Pesilat mencoba menyesuaikan pikiran dengan olah tubuh. Kompetisi ialah bagian aspek ini. Aspek olah raga meliputi pertandingan dan demonstrasi bentuk-bentuk jurus, baik untuk tunggal, ganda atau regu.

#### c. Atlet Pencak Silat

Atlet disini maksudnya para atlet pencak silat di sebuah pusat pembinaan dan latihan pelajar di surakarta. Disini penulis melakukan pembatasan kriteria atlet pencak silat yang di tunjuk sebagai responden.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, Pencak adalah permainan (keahlian) untuk mempertahankan diri dengan kepandaian menangkis, mengelak. Sedangkan Silat adalah olahraga (permainan) yang didasarkan pada ketangkasan menyerang dan membela diri, baik dengan menggunakan senjata maupun tidak. Sehingga arti dari Pencak Silat ialah kepandaian berkelahi, seni bela diri khas Indonesia dengan ketangkasan membela diri dan menyerang untuk pertandingan atau perkelahian (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 2008).

## 2. VO2 Max

### a. Definisi VO2 Max

VO2 max adalah volume maksimal O<sub>2</sub> yang diproses oleh tubuh manusia pada saat melakukan kegiatan yang intensif. Volume

O<sub>2</sub> max ini adalah suatu tingkatan kemampuan tubuh yang dinyatakan dalam liter per menit atau milliliter/menit/kg berat badan (Quinn,2007).

VO2 max umumnya digunakan sebagai indikator untuk menentukan kemampuan aerobik, dimana kemampuan aerobik akan berkaitan erat dengan system cardio dan system respirasi dalam usaha penyediaan oksigen dan kemampuan untuk menggunakan oksigen tersebut dalam tubuh (Harriyani, 2009).

Setiap sel dalam tubuh manusia membutuhkan oksigen untuk mengubah energi makanan menjadi ATP (*Adenosine Triphosphate*) yang siap dipakai untuk kerja tiap sel yang paling sedikit mengkonsumsi oksigen adalah otot dalam keadaan istirahat. Sel otot yang berkontraksi membutuhkan banyak ATP. Akibatnya otot yang dipakai dalam latihan membutuhkan lebih banyak oksigen dan menghasilkan CO<sub>2</sub>. Kebutuhan akan Oksigen dan menghasilkan CO<sub>2</sub> dapat diukur melalui pernafasan kita. Dengan mengukur jumlah oksigen yang dipakai selama latihan, kita mengetahui jumlah oksigen

yang dipakai oleh otot yang bekerja. Makin tinggi jumlah otot yang dipakai maka makin tinggi pula intensitas kerja otot (Zudine, 2011).

Cepat atau lambatnya kelelahan oleh seorang atlet dapat diperkirakan dari kapasitas aerobik atlet yang kurang baik. Kapasitas aerobik menunjukkan kapasitas maksimal oksigen yang dipergunakan oleh tubuh (VO<sub>2</sub>Max). Dan seperti kita tahu, oksigen merupakan bahan bakar tubuh kita. Oksigen dibutuhkan oleh otot dalam melakukan setiap aktivitas berat maupun ringan. Dan semakin banyak oksigen yang diasup/diserap oleh tubuh menunjukkan semakin baik kinerja otot dalam bekerja sehingga zat sisa-sisa yang menyebabkan kelelahan jumlahnya akan semakin sedikit. VO<sub>2</sub>Max diukur dalam banyaknya oksigen dalam liter per menit (l/min) atau banyaknya oksigen dalam mililiter per berat badan dalam kilogram per menit (ml/kg/min). Tentu, semakin tinggi VO<sub>2</sub> max, seorang atlet yang bersangkutan juga akan memiliki daya tahan dan stamina yang istimewa (Zudine, 2011).

Kebugaran tubuh dapat diukur dengan jumlah oksigen yang dikonsumsi selama berolahraga pada kapasitas maksimum. Jumlah oksigen maksimal dalam tubuh ini juga dijadikan sebagai ukuran kebugaran para atlet. Pemanfaatan VO<sub>2</sub>max ditentukan oleh kemampuan tubuh untuk menggunakan oksigen yang tersedia dan

kemampuan sistem kardiovaskular tubuh untuk mengantarkan oksigen ke jaringan aktif.

b. Aspek-aspek VO2 Max

Adapun beberapa aspek yang mempengaruhi VO2 Max, diantaranya adalah: (1) Keturunan (Genetic), (2) Umur, (3) Jenis kelamin, (4) Aktifitas fisik (Yunus,1997).

Menurut M. Sajoto (1995) komponen-komponen kondisi fisik harus dijaga dan ditingkatkan. Komponen-komponen kondisi fisik diantaranya:

- 1) Kekuatan (*strength*), adalah kemampuan mempergunakan otot dalam menerima beban saat bekerja.
- 2) Daya tahan (*endurance*), adalah kemampuan seseorang untuk bekerja dalam jangka waktu yang relatif lama dengan kelelahan yang tidak berarti.
- 3) Daya otot (*muscular power*), kemampuan seseorang dalam mempergunakan kekuatan maksimum yang dikerahkan dalam waktu yang sependek pendeknya.
- 4) Kecepatan (*speed*), kemampuan seseorang untuk mengerjakan gerakan berkesinambungan dalam bentuk yang sama dalam waktu sesingkat-singkatnya.

- 5) Daya lentur (*flexibility*), efektifitas seseorang dalam penyesuaian diri untuk segala aktivitas dengan penguluran tubuh yang laus.
- 6) Kelincahan (*agility*), kemampuan seseorang mengubah posisi di area tertentu.
- 7) Koordinasi (*coordination*), kemampuan seseorang untuk mengintegrasikan bermacam-macam gerakan yang berbeda ke dalam pola gerakan tunggal secara efektif.
- 8) Keseimbangan (*balance*), kemampuan seseorang mengendalikan organ-organ syaraf otot.
- 9) Ketepatan (*accuracy*), kemampuan seseorang mengendalikan gerak-gerak bebas terhadap sesuatu.
- 10) Reaksi (*reaction*), kemampuan seseorang untuk segera bertindak secepatnya dalam menanggapi rangsangan yang ditimbulkan lewat indera, syarat atau feeling lainnya.

c. Cara mengukur VO2 Max

Sebagai pertimbangan dalam mengukur VO2 max adalah tes harus diciptakan demikian rupa sehingga tekanan pada pasokan oksigen ke otot jantung harus berlangsung maksimal. Kegiatan fisik yang memenuhi kriteria ini harus:

1. Melibatkan minimal 50% dari total masa otot. Aktifitas yang memenuhi kriteria ini adalah lari, bersepeda, dan mendayung. Cara yang paling umum dilakukan dengan lari di Treadmill, yang bisa diatur dengan kecepatan inklinasinya.
2. Lamanya tes harus menjamin terjadinya kerja jantung maksimal. Umumnya berlangsung selama 6 sampai 12 menit.

Telah dijelaskan bahwasannya salah satu yang mempengaruhi VO2 Max adalah aktiifitas fisik. Dan salah satu komponen kondisi fisik adalah kekuatan otot.

Salah satu cara untuk mengukur VO2 Max adalah MFT (*Multistage Fitness Test*). MFT adalah suatu tes yang bertujuan untuk memprediksi ambilan oksigen maksimal (*Maximum Oxygen Uptake*) atau Kapasitas Aerobik Maksimal (Doewes dkk, 1999).

Di samping sangat sederhana, tes ini dikemas dalam bentuk lari yang berjarak 20 meter yang dilakukan bolak-balik (berulang-ulang) dengan kecepatan meningkat (Doewes dkk, 1999). Yang mana memerlukan tingkat kekuatan otot tungkai untuk melakukan test ini.

### 3. NMES (*Neuromuscular Electrical Stimulation*)

#### a. Definisi NMES

NMES adalah suatu alat yang berfungsi untuk menggerakkan jaringan otot melalui sistem saraf (Baker, 1998). Selain untuk merangsang sistem saraf, NMES juga merupakan suatu teknologi yang

dapat digunakan untuk (1) meningkatkan kekuatan otot, (2) menghambat spastisitas, (3) mengurangi nyeri, (4) memperbaiki penyembuhan tekanan luka, (5) mengurangi atropi otot (Bennie, 2002).

NMES yang diberikan dengan intensitas tinggi pada otot quadriceps telah sukses dalam peningkatan kekuatan otot quadriceps (Riann *et al*, 2010). Efek dari penyebaran aliran listrik tersebut yang menyebabkan peningkatan kekuatan otot quadriceps (Parker *et al*, 2005).

Penggunaan NMES untuk penguatan otot yang sehat telah diterapkan oleh sebagian orang yang menerima literatur ini diantaranya adalah praktisi klinik (Currier, 1998).

Dalam penjelasan sebelumnya, telah diketahui bahwasanya salah satu aspek yang mempengaruhi VO2 Max adalah aktifitas fisik. Dan salah satu komponen yang mempengaruhi kondisi fisik adalah kekuatan otot. Dari penelitian sebelumnya telah diketahui hasil bahwasanya NMES merupakan salah satu modalitas fisioterapi yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan otot.

Mode yang digunakan dalam NMES untuk meningkatkan kekuatan otot adalah Tens Variable. Menurut Parjoto (2006), Tens merupakan suatu cara penggunaan energi listrik untuk merangsang sistem saraf melalui permukaan kulit. Pada pemberian NMES

protokolnya memungkinkan terjadinya rekrutmen yang lebih besar pada otot Tipe II dibandingkan dengan otot Tipe I . Mengingat besarnya gaya yang dihasilkan oleh kontraksi otot tergantung pada serabut otot Tipe II yang teraktivasi maka pemberian NMES dapat menghasilkan peningkatan kekuatan otot yang lebih besar pada latihan otot dengan intensitas submaksimal ( Parjoto, 2006).

Otot berkontraksi bila mendapat stimulus. Stimulus dibawa oleh serabut syaraf eferen dari SSP. Sampai pada ujung saraf motorik yang melekat pada sel otot yakni *neuromuscle junction* ( seperti diketahui setiap sel otot dilengkapi dengan serabut saraf). Selanjutnya rangsangan tersebut masuk ke dalam sel otot melalui tubulus-tubulus. *Tubulus* adalah organ yang berupa pipa yang menghubungkan antara bagian luar sel dan bagian dalam sel. Dengan mekanisme tertentu, rangsangan tersebut menyebabkan kadar kalsium di cairan sarcoplasma meningkat tajam. Peningkatan kalsium ini menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan di benang aktin yang pada akhirnya sisi lekat aktin terbuka. Terbukanya sisi lekat aktin mengakibatkan kepala myosin menempel selanjutnya terjadilah *crossbridge actomiosin*. Selanjutnya penguraian ATP di kepala myosin mengakibatkan kepala-kepala myosin mengadakan power stroke, akhirnya akan terjadi penarikan aktin ke arah pusat sarcomere oleh myosin, sehingga sarcomere mengalami pemendekan/kontraksi Otot



yang berkontraksi membutuhkan banyak darah yang menuju ke otot tersebut yang membawa banyak nutrisi beserta oksigen. Sehingga kebutuhan VO<sub>2</sub> max meningkat (Perez M, et al., 2003).

b. Aplikasi NMES

Untuk mencapai hasil yang optimal, penempatan elektrode harus tepat. Ada 2 macam metode penempatan elektrode untuk penguatan otot tungkai (*m. Quadriceps*) yaitu:

1) Metode Group Otot

Adalah suatu metode pemasangan electrode, yang kedua elektroda kutub positif dan negatif diletakkan pada group otot yang dituju. Peralatan umum yang digunakan untuk member stimulus elektrik dalam hubungannya dengan meningkatkan kekuatan otot adalah dengan menggunakan *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Variable*.

Prinsip – prinsip kerjanya:

- a) Elektrode kutub positif diletakkan pada bagian proximal yaitu *pada origo group otot quadriceps*, sedang elektrode kutub negatif diletakkan pada bagian distal yaitu *pada insersio group otot quadriceps*. Kutub positif dan kutub negatif saling bereaksi dari proximal (kutub positif) menuju distal (kutub negatif) (Pettersen, S et al., 2006).

- b) Karakteristik fisika: frekuensi tinggi, intensitas rendah, pola kontinyu, durasi 100 mikrodetik, frekuensi 50 ppd (Parker, et al., 2003)
- c) Target arus: mengaktifasi saraf berdiameter besar.
- d) Mekanisme: *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation* (TENS), kutub positif akan merangsang alpha motorneuron untuk aktif dan mengaktifasi serabut otot pada otot berdiameter besar, terjadi potensial aksi pada kutub negatif dan memberikan rangsangan pada motor unit. Terjadi kontraksi otot berulang – ulang sehingga dapat meningkatkan kekuatan otot (Currier, 1998).



Gambar 2. 1 Metode Group Otot

## 2) Metode Nerve Trunk

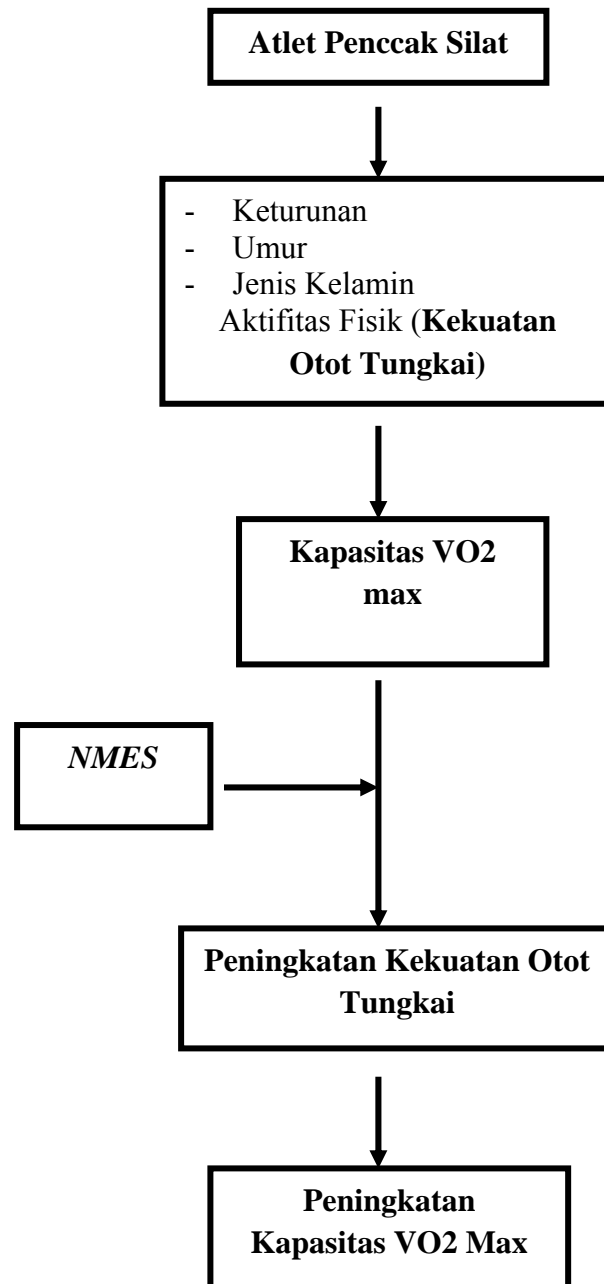
Adalah salah satu metode pemasangan electrode, yang salah satu electrode di nerve trunk dan diletakkan di muscle belli. Peralatan umum yang digunakan untuk member stimulasi elektris dalam hubungannya dengan meningkatkan kekuatan otot adalah dengan menggunakan *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Variable*.

Prinsip – prinsip kerjanya:

- a) Elektrode kutub positif diletakkan pada bagian L4-L5, sedang elektrode kutub negatif diletakkan pada bagian distal yaitu *m. Vastus medialis*, kutub negatif bereaksi sebagai electrode aktif dan kutub positif sebagai pereaksi dari electrode negatif (Pettersen, S *et al.*, 2006).
- b) Karakteristik fisika: frekuensi tinggi, intensitas rendah, pola kontinyu, durasi 100 mikrodetik, frekuensi 50 ppd (Parker, *et al.*, 2006).
- c) Target arus: mengaktifasi saraf berdiameter besar.
- d) Mekanisme: *Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)* pada kutub positif akan merangsang alpha motorneuron untuk aktif dan mengaktifasi anterior horn cell, terjadi potensial aksi pada kutub negatif memberikan rangsangan pada motor unit. Terjadi kontraksi otot yang

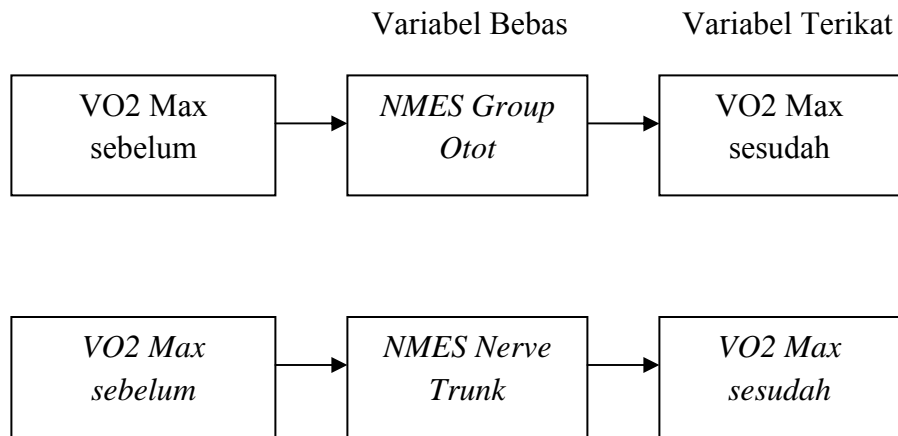
berulang – ulang sehingga dapat meningkatkan kekuatan otot (Currier, 1998).

## B. Kerangka Berfikir



Gambar 2.2 Skema Kerangka Berfikir

### C. Kerangka Konsep



Gambar 2.3 Skema Kerangka Konsep Penelitian

### D. Hipotesis

Ada pengaruh penambahan Neuromuscular Electrical Stimulation terhadap peningkatan VO2 max pada atlet pencak silat di Padepokan Pencak Silat Kartasura.