

**Departemen Fisiologi  
Laboratorium Biomedik**

**Fakultas Kedokteran UMM**



# **MODUL PRAKTIKUM**

**Neuromuskuloskeletal**

- **Harvard Step Up Test**
- **Ergo cycle**
- **Kekuatan Otot**

## TES KESEGERAN JASMANI

### PENDAHULUAN

Denyut nadi dan tekanan darah merupakan hal yang amat penting dalam bidang kesehatan pada umumnya dan khususnya dibidang kedokteran karena denyut nadi maupun tekanan darah merupakan faktor yang dapat dipakai sebagai indikator untuk menilai sistem kardiovaskuler.

Denyut nadi juga dapat digunakan untuk menilai "Indeks Kesegaran Jasmani (IKJ)" seseorang. Salah satu tes kesegaran jasmani yang ditentukan berdasarkan denyut nadi adalah *Harvard Step Up Test*. Disamping itu, tes kesegaran jasmani dapat dinilai dengan menentukan besarnya kapasitas kardio-respiratori ( $VO_2\text{Max}$ ) seseorang melalui *Ergocycle test*.

### A. TES KESEGERAN JASMANI DENGAN *HARVARD STEP UP TEST*

“*Harvard step-up test*” merupakan *exercise test* dengan beban kerja naik - turun bangku setinggi 19 inci (48,24 cm) untuk pria dan 17 inci (43,16 cm) untuk wanita dengan frekuensi 30 kali / menit. Beban ini cukup berat yaitu dalam satu menit otot-otot kaki (ekstremitas bawah) diberi beban mengangkat badannya sendiri setinggi:

Pria :  $30 \times 48,24 \text{ cm} = 1447,2 \text{ cm} = 14,47 \text{ m / menit}$

Wanita :  $30 \times 43,16 \text{ cm} = 1298,8 \text{ cm} = 12,9 \text{ m / menit}$

Respon tubuh dalam menghadapi beban kerja naik turun bangku tersebut, terutama ditujukan terhadap sistem kardiovaskuler dan respirasi, dimana kedua sistem tersebut berperan sebagai penunjang dalam memenuhi kebutuhan energi (adaptasi respons).. Tubuh yang memiliki kesegaran jasmani yang baik tentunya akan :

1. Mampu melaksanakan beban kerja yang berat dan mampu berlangsung lebih lama.
2. Adaptasi respons dan sistem kardiovaskuler akan lebih efisien dibanding orang yang kurang kesegaran jasmaninya.
3. Masa pemulihan (*recovery*) kearah istirahat lebih cepat.

Adapun respon tubuh dalam menghadapi beban kerja bisa diamati dengan pengamatan perubahan denyut nadi. Sehingga dalam perubahan tingkat kesegaran jasmani, perubahan denyut nadi menjadi sangat penting.

## I. TUJUAN PRAKTIKUM

1. Melakukan test kesegaran jasmani dengan cara “ *Harvard step – up test* ” yang dimodifikasi
2. Menghitung, menganalisis serta menyimpulkan indeks kesegaran jasmani cara cepat dan cara lambat.

## II. SARANA PRAKTIKUM

1. Timbangan badan
2. Pengukur tinggi badan
3. Bangku ( modifikasi harvard )
  - a. Tinggi bangku 48,28 cm ( 19 inci ) untuk pria
  - b. Tinggi bangku 43,16 cm ( 17 inci ) untuk wanita
4. Metronom
5. Stopwatch
6. Tensimeter
7. Stethoscope
8. Infuse set, larutan glukosa, larutan NaCl Fisiologis

## III. TATA KERJA

1. Persiapan sebelum percobaan.

1-2 minggu sebelum percobaan, otot-otot kaki dilatih naik turun bangku 1-2 menit, paling lama 3 menit dengan tujuan untuk adaptasi menjelang tes. Di rumah dilakukan peregangan (*stretching*) sendi-sendi ekstremitas bawah, terutama pergelangan kaki (ankle) dengan cara Dorso Fleksi, Plantar Fleksi dan Eversi-Inversi kegiatan tersebut dipertahankan 10 – 15 detik berulang-ulang.

Hal ini bertujuan untuk memperkuat ligamen-ligamen sendi dan tendon otot disekitar persendian tersebut yang berguna untuk mencegah cedera saat tes.

Malam hari sebelum percobaan, hendaknya cukup istirahat dan pagi hari makan pagi secukupnya dengan bahan makanan yang mudah dicerna (banyak karbohidrat, cukup protein), sedikit lemak, sebab lemak lebih lama dan lebih sulit dicerna. Usahakan pada saat tes aktivitas pencernaan seminimal mungkin (lebih dari 3 jam sesudah makan).

## 2. Pemeriksaan sebelum tes

- Keadaan umum :

- Kesadaran :.....( compos mentis)
- Anemi :.....(periksa mukosa palpebra)
- Ikterus :.....(periksa sclera mata, kulit telapak tangan)
- Berat Badan :.....kg
- Tinggi Badan :.....cm
- Tekanan Darah ( istirahat ) :.....mmhg
- Nadi istirahat :...../ menit, regular / irregular
- Frekuensi pernafasan :...../ menit
- Keluhan – keluhan khusus : pusing, mual – mual dan nyeri dada
- Kebiasaan merokok : .....Batang / hari
- Kebiasaan berolahraga :.....berapa kali...../ minggu

## IV.PELAKSANAAN TES

1. Pilih mahasiswa coba yang akan ditentukan indeks kesegaran jasmaninya.
2. Tentukan frekuensi denyut nadi istirahat.
3. Mahasiswa percobaan berdiri tegak menghadap bangku *harvard* yang telah dimodifikasi
4. Siapkan metronome dengan kecepatan 10 kekuatan permenit ( 30 kali / menit )
5. Orang coba mulai melakukan test naik turun bangku sesuai dengan irama ketukan metronome sebagai berikut :

- Pada ketukan metronome I : kaki kanan naik
- Pada ketukan metronome II : kaki kiri naik
- Pada ketukan metronome III : kaki kanan turun
- Pada ketukan metronome IV : kaki kiri turun

Jadi ketukan yang ke IV, mahasiswa percobaan kembali keposisi semula demikian seterusnya sehingga satu kali naik turun bangku menentukan empat ketukan metronome. Pada saat percobaan

dimulai, pemeriksa harus menekan tombol stopwatch (menjalankan stopwatch) sebagai tanda waktu dimulainya tes.

6. Tes diberhentikan apabila :

- Telah mencapai waktu lima menit ( waktu maksimal )
- Tidak mampu lagi meneruskan tes / tidak mampu mengikuti irama metronome sebelum lima menit
- Mengeluh gejala pusing, mual, muntah, nyeri, dada, pucat, dan sebagainya.

Pemeriksa segera menekan tombol stopwatch (menghentikan stopwatch). Segera baca durasi (lama) naik turun bangku dari mahasiswa coba tersebut.

7. Kemudian dengan segera tekan tombol stopwatch (mengembalikan jarum stopwatch ke posisi nol) bersamaan dengan menyuruh mahasiswa coba untuk segera duduk.

8. Tekan tombol stopwatch sekali lagi dengan segera (menjalankan stopwatch) sebagai titik awal waktu untuk menghitung frekuensi denyut nadi setelah naik turun bangku (pada saat pemulihan). Hitunglah denyut nadi pemulihan selama 30 detik sebanyak 3 kali yaitu :

- 30 detik I : 1 s.d. 1,5 menit dari saat test berhenti
- 30 detik II : 2 s.d. 2,5 menit dari saat test berhenti
- 30 detik III : 3 s.d. 3,5 menit dari saat test berhenti

9. Hitunglah Indeks Kesegaran Jasmani dengan rumus berikut :

**Cara Lambat :**

$$\text{IKJ (Indeks Kesegaran Jasmani)} = \frac{\text{Lama tes (detik)} \times 100}{2 (\sum \text{Ketiga Nilai Frekuensi Nadi})}$$

**Interpretasi :**

Penilaian :

- < 55 : kurang
- 55 – 64 : sedang
- 65 – 79 : cukup
- 80 – 90 : baik
- > 90 : baik sekali

### Cara Cepat :

$$\text{IKJ (Indeks Kesegaran Jasmani)} = \frac{\text{Lama tes (detik)} \times 100}{5,5 (\text{Frekuensi Nadi } 30'' \text{ Pertama})}$$

### Interpretasi :

#### Penilaian :

- < 50 : kurang
- 50 – 80 : sedang
- > 80 : baik

### CATATAN :

Untuk orang coba yang tidak mampu melakukan tes selama 5 menit maka hasilnya harus dihubungkan dengan koreksi dari Clarke dan dianjurkan IKJ nya ditentukan berdasarkan rumus dari CARTER & WINSMAN berikut :

$$\text{IKJ (Carter & Winsman)} = \frac{D \times 100}{5,5 \times P} + 0,22 (300 - D)$$

### Keterangan :

D = Duration (detik)

p = Pulse = frekuensi denyut nadi 30" pertama

### Interpretasi :

Penilaian hasil sama dengan IKJ cara cepat.

- Pemeriksaan kesegaran jasmani dengan *Harvard step up test* merupakan *exercise* yang cukup berat untuk itu harus hati-hati dan dijaga oleh 2 orang.
- Percobaan harus segera dihentikan apabila orang yang mencoba timbul gejala seperti yang tersebut pada IV.6, bila pusing dan pucat orang yang mencoba harus segera dibaringkan dan segera periksa tensi dan nadinya.
- Apabila terjadi shock akibat pembuluh darah perifer (*vaskuler collaps*) diatasi dengan cara meningkatkan venous return yaitu: kedua kaki diangkat lebih tinggi dari posisi jantung, bila perlu segera atasi peroral/infus.

## B. TES KESEGERAN JASMANI DENGAN *ERGOCYCLE*

Frekuensi denyut jantung dapat digunakan untuk menilai kemampuan kerja (*performance*) jantung. Kebutuhan oksigen akan meningkat karena kegiatan fisik yang membebani kerja jantung dan sel-sel jaringan tubuh lainnya. Seseorang yang melakukan aktifitas fisik dengan beban tertentu akan diikuti oleh adanya kenaikan denyut jantung (*chronotropic action*) untuk memenuhi kebutuhan oksigen pada jaringan sel-sel di seluruh tubuh. Dari hasil perubahan sistem kardiopulmoner tersebut maka kebutuhan jaringan akan oksigen dan nutrisi dapat dipenuhi.

Tes kebugaran jasmani merupakan tes yang melibatkan dua komponen yaitu sistem kardiopulmoner dan sistem saraf tulang otot. Dengan menggerakkan kedua komponen tersebut, maka semua aktifitas fisik seseorang akan terlibat. Tes yang akan dilakukan adalah *ergocycle test*, dimana hasil pemeriksaannya disesuaikan dengan menggunakan FORMULA TABLE. Tes kebugaran jasmani memiliki persyaratan sehat mutlak dan dengan supervisi seorang dokter.

### I. TUJUAN PEMERIKSAAN

1. Memahami dan melaksanakan pemeriksaan penilaian kebugaran jasmani seseorang melalui penilaian frekuensi denyut nadi pada waktu dan pada akhir aktifitas fisiknya.
2. Menghitung nilai  $VO_2$  max serta menetapkan nilai kebugaran jasmani orang yang mencoba melalui formula Van Döbeln atau Morehouse.

### II. SARANA PRAKTIKUM

- Tensimeter
- Stetoskop
- Stopwatch
- Ergocycle atau sepeda statis
- Alat pengukur berat badan
- Metronom
- Pulse rate meter
- Alat pengukur tinggi badan

## C. KEKUATAN OTOT

Penyusun : dr. Hanna Cakrawati, M.Biomed.

Tyas Putri Utami, S.Pd., M.Biomed.

### I. Tujuan Belajar

1. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep pengetahuan tentang kekuatan otot
2. Mahasiswa mampu melakukan pemeriksaan kekuatan otot tangan

### II. Prerequisite knowledge

Sebelum memahami konsep pemeriksaan kekuatan otot mahasiswa harus:

1. Memahami anatomi otot secara umum, khususnya pada otot tangan
2. Memahami fisiologi otot, khususnya pembentuk dan faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan otot

### III. Kegiatan Pembelajaran

Pembelajaran dilakukan dalam tahapan sebagai berikut:

Tahapan pembelajaran	Lama	Metode	Pelaksana/ Penanggung Jawab
Pengantar praktikum	10 menit	PPT dan video	Dosen pakar
Mahasiswa melakukan praktikum	10 menit	Handgrip meter	Asisten dosen
Mahasiswa mengerjakan modul	5 menit	Modul praktikum	Asisten dosen
Total	25 menit		

### IV. Sumber belajar

*Strenght* adalah kemampuan suatu otot atau sekelompok otot untuk menghasilkan ketegangan atau gaya selama usaha maksimal, baik secara dinamik maupun statik. Kekuatan otot (*muscle strength*) adalah kekuatan maksimum yang dapat dihasilkan oleh otot atau sekelompok otot. Kekuatan diartikan



sebagai tenaga yang dipakai untuk mengubah keadaan gerak atau bentuk suatu benda. Mathew dan Fox (1976) mengatakan bahwa kekuatan sebagai energi maksimal yang dapat dilakukan oleh otot atau sekelompok otot yang bekerja melawan tahanan dalam suatu usaha maksimal, tahanan disini merupakan beban yang dapat diangkat atau diatasi. Kekuatan dibutuhkan agar otot mampu membangkitkan tenaga terhadap suatu tahanan.

Dari defenisi-defenisi tersebut di atas dapat disimpulkan bahwa kekuatan menyangkut fungsi otot atau sekelompok otot yang berkontraksi secara maksimal. Kekuatan merupakan fungsi berkontraksinya otot sehingga dapat memberikan energi yang diperlukan bagi gerak manusia. Setiap orang memiliki tingkat kemampuan kekuatan yang berbeda. Ia mampu mempertahankan keadaan tubuh dan tidak mudah menderita kelelahan yang berarti dalam melakukan kegiatan fisik. Peranan kekuatan yang lain adalah tubuh tidak mudah mendapat cedera pada waktu berolahraga.

Pengukuran strength dengan menggunakan MMT, Dinamometer dan Sphygmomanometer. Kontraksi serat otot adalah suatu proses yang memungkinkan seseorang untuk membentuk gaya untuk memindahkan seseorang membentuk gaya untuk memindahkan atau menahan beban. Gaya yang dihasilkan oleh kontraksi otot disebut tegangan otot. Beban adalah berat atau gaya yang melawan kontraksi otot.

### **Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan otot normal :**

#### **a. Ukuran diameter otot**

Semakin besar jumlah serat yang berkontraksi, semakin besar tegangan total otot. Karena itu, otot yang lebih besar yang lebih besar yang mengandung serat otot lebih banyak jelas dapat menghasilkan tegangan yang lebih besar daripada otot kecil dengan sedikit serat otot.

#### **b. Panjang awal otot**

Terdapat hubungan antara panjang otot sebelum awitan kontraksi dan tegangan tetanik yang di hasilkan oleh setiap serat pada panjang tersebut. Untuk setiap otot terdapat panjang optimal ( $l_0$ ) dimana dapat diperoleh gaya maksimal pada kontraksi tetani berikutnya. Tengan yang dicapai selama tetanus akan lebih besar jika dimulai pada panjang optimal otot daripada ketika kontraksi dimulai dengan panjang otot lebih besar atau lebih kecil daripada panjang optimal

tersebut. Hubungan panjang tegangan ini dapat dijelaskan oleh mekanisme pergeseran filament kontraksi otot. Panjang serabut otot yang optimal memungkinkan terjadi keluaran tenaga yang maksimal. Hal ini didukung oleh adanya *Length-tension Relationship* yang menyatakan bahwa apabila panjang serabut otot menjadi lebih pendek atau panjang dari optimal maka akan terjadi penurunan dari keluaran tenaga otot tersebut, karena akan terjadi ikatan antara molekul aktin dan myosin yang tidak maksimal.

**c. Banyaknya motor unit**

Setiap otot disarafi oleh sejumlah neuron motorik berbeda. Ketika masuk ke otot, sebuah neuron motorik membentuk cabang-cabang, dengan setiap terminal akson menyarafi satu serat otot. Satu neuron motorik menyarafi sejumlah serat otot, tetapi setiap serat otot hanya disarafi oleh satu neuron motorik. Ketika sebuah neuron motorik diaktifkan, semua serat otot yang disarafinya akan terangsang untuk berkontraksi serentak.

Kelompok komponen yang diaktifkan bersama ini –satu neuron motorik plus semua serat otot yang disarafinya disebut unit motorik. Untuk kontraksi yang lebih kuat, lebih banyak unit motorik yang direkrut, atau dirangsang untuk berkontraksi, suatu fenomena yang dikenal sebagai rekrutmen unit motorik.

**d. Tipe kontraksi otot**

**e. Tipe serabut otot**

Terdapat tiga jenis serat otot rangka, berdasarkan perbedaan dalam hidrolisis dan sintesis ATP:

- Serat oksidatif lambat (tipe I)
- Serat oksidatif cepat (tipe Ia)
- Serat glikolitik cepat (tipe Ix)

**Serat Cepat Versus Lambat**

Memiliki aktivitas ATPase miosin (pengurai ATP) yg lbh cepat daripada serat lambat sehingga semakin cepat ATP terurai dan semakin cepat penyediaan energi untuk siklus jembatan silang mengakibatkan kedutan cepat. Serat glikolitik cepat berkontraksi sekitar 10 kali lbh cepat daripada serat oksidatif lambat. (silverthorn, 2014).

**Faktor menentukan kecepatan otot berkontraksi:**

1. Beban (hub beban-kecepatan)
2. Aktivitas ATPase miosin serat yg berkontraksi (kedut cepat atau lambat)

### Serat oksidatif versus glikolitik

Serat yang memiliki kapasitas besar untuk membentuk ATP lebih resisten terhadap kelelahan. Fosforilasi oksidatif menghasilkan lbh banyak ATP sehingga tidak mudah kehabisan simpanan energi dan tdk mengalami penimbunan asam laktat. Otot tipe oksidatif lbh resisten terhadap kelelahan dibandingkan serat glikolitik.

TABLE 12-2 Characteristics of Muscle Fiber Types			
	SLOW-TWITCH OXIDATIVE; RED MUSCLE	FAST-TWITCH OXIDATIVE- GLYCOLYTIC; RED MUSCLE	FAST-TWITCH GLYCOLYTIC; WHITE MUSCLE
Speed of development of maximum tension	Slowest	Intermediate	Fastest
Myosin ATPase activity	Slow	Fast	Fast
Diameter	Small	Medium	Large
Contraction duration	Longest	Short	Short
Ca <sup>2+</sup> -ATPase activity in SR	Moderate	High	High
Endurance	Fatigue resistant	Fatigue resistant	Easily fatigued
Use	Most used: posture	Standing, walking	Least used: jumping; quick, fine movements
Metabolism	Oxidative; aerobic	Glycolytic but becomes more oxidative with endurance training	Glycolytic; more anaerobic than fast-twitch oxidative-glycolytic type
Capillary density	High	Medium	Low
Mitochondria	Numerous	Moderate	Few
Color	Dark red (myoglobin)	Red	Pale

(silverthorn, 2014.)

**Gambar.** Tabel tipe serat otot

#### f. Simpanan energi dan suplai darah

Kontraksi penciptaan tegangan didalam otot, merupakan proses aktif yang membutuhkan pasokan energy dari ATP. Otot selalu membutuhkan energi saat kontraksi dan pelepasan jembatan silang, saat relaksasi untuk memompa Ca kembali ke retikulum sarkoplasma dan setelah rangkaian E-K untuk mengembalikan Na dan K ke ruang ekstraselular dan intraselular.

3 jalur memberikan tambahan ATP sesuai kebutuhan selama kontraksi otot:

- ☉ Transfer fosfat berenergi tinggi dari kreatin fosfat ke ADP.

Upaya kontraktil intensitas tinggi yg berlangsung singkat (lompat tinggi, lari jarak dekat, mengangkat beban) ditopang oleh ATP yg berasal dari kreatin fosfat

☉ Fosforilasi oksidatif (siklus asam sitrat dan sistem transpor elektron).

Berlangsung di mitokondria otot jika tersedia cukup Oksigen. Jalur ini dijalankan oleh glukosa atau asam lemak, bergantung pada intensitas dan durasi aktivitas. Menghasilkan molekul ATP 36 untuk setiap molekul glukosa yg diproses. Fosforilasi oksidatif relatif lambat krn banyaknya tahap yg harus dilalui. Oksigen yg di butuhkan untuk fosforilasi oksidatif terutama disalurkan oleh darah.

☉ Glikolisis.

**g. Kecepatan kontraksi**

Beban merupakan penentu penting kecepatan pemendekan. Selama kontraksi konsentrik, semakin besar beban semakin rendah kecepatan saat sebuah serat otot (sejumlah serat-serat kontraksi suatu otot) memendek. Kecepatan pemendekan maksimal ini jika tidak terdapat beban eksternal secara progresif meunurun dengan bertambahnya beban dan turun hingga nol (tidak terjadi pemendekan-konsentrasi isometric) ketika beban tidak dapat diatasi oleh tegangan tetanik maksimal.

**h. Motivasi orang yang bersangkutan**

**KEKUATAN OTOT TANGAN**

Kekuatan otot tangan adalah kekuatan yang dihasilkan oleh otot-otot tangan yang bergerak sesuai dengan derajat kebebasan yang dimilikinya. Kekuatan genggam tangan memerlukan kombinasi aksi dari sejumlah otot tangan dan lengan bawah, dan aksi ini sangat penting untuk banyak aktivitas sehari-hari. Kekuatan genggam tangan adalah salah satu metode yang umum digunakan dalam pengukuran kekuatan ekstremitas atas. Kekuatan genggam tangan merupakan suatu indikator status nutrisi yang sangat berguna, khususnya saat pengukuran antropometri gagal membedakan seseorang *undernourished* dari *underweight*. Kekuatan otot genggam tangan juga termasuk dalam komponen kesegaran jasmani, maka sangat perlu untuk kekuatan otot ini tetap selalu dilatih untuk ditingkatkan kekuatannya. Alat yang digunakan dalam praktikum ini adalah tes *Grip Strenght Dynamometer* atau *Hand Dynamometer*. Satuan dari alat ini adalah Kilogram (Kg).

Adanya perbedaan kekuatan genggam tangan antara laki-laki dan perempuan dapat dijelaskan oleh besarnya perbedaan massa otot antara laki-laki dan perempuan. Perempuan secara signifikan memiliki kekuatan yang lebih rendah per  $\text{cm}^2$  luas otot lengan.

Penilaian status gizi dalam praktik klinis harus dilakukan dengan sederhana, handal, biaya murah, metode kerja yang mudah dan cepat. Kekuatan genggam diakui sebagai alat yang berguna untuk mengevaluasi kekuatan otot serta disarankan sebagai metode untuk mendeteksi kekurangan gizi di bidang klinik.

## V. PANDUAN TATA CARA PEMERIKSAAN

### A. Pelaksanaan Praktikum

#### 1. Alat yang digunakan

Alat yang di gunakan pada praktikum kali ini adalah : Grip dynamometri

#### 2. Cara kerja

##### a. Pengukuran kekuatan otot genggam

##### **Posisi AWAL penderita berdiri**

- 1) Penderita berdiri tegak dengan posisi tangan berada di samping memegang dan pandangan lurus ke depan
- 2) Peganglah pegangan grip pada posisi yang nyaman
- 3) Pada hitungan ketiga, pasien diminta menarik pegangan grip dynamometri dengan mempertahankan posisi tangan tetap lurus di samping
- 4) Catat angka yang tertera pada monitor dynamometri sebagai hasil pengukuran kekuatan otot tangan
- 5) Ulangi prosedur tersebut sebanyak 3x, dengan jeda masing-masing 1 menit

### B. Data Hasil

Data yang diperoleh akan dicatat dan dituliskan pada laporan kerja pada bagian lampiran kerja praktikum kekuatan otot yang terlampir.

### C. Analisis Data

Hasil praktikum pada lampiran data pada semua tabel kemudian dianalisis secara deskriptif dan analitik bagaimanakah pengaruh dari kekuatan otot terhadap status nutrisinya.

## Daftar Pustaka

- a. Powers, Scott K and Howley, Edward T. Exercise physiology theory and application to fitness and performance seven edition. McGrawhill.
- b. Nukhrawi N, 2011. Kontribusi Kekuatan Otot Tangan dan Daya Tahan Otot Lengan Dengan Kemampuan Memanah Jarak 30 meter Pada Atlet Panahan Sulawesi Selatan. Competitor, Vol. 3.
- c. Silverthorn, D. U. (2014). Fisiologi Manusia ( Sebuah Pendekatan Terintegrasi) (Vol. Edisi 6). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran : EGC.
- d. Sherwood, LZ., 2014. Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem. Edisi 8. Jakarta: EGC,