

## BAB II

### KERANGKA TEORETIS, KERANGKA BERFIKIR, DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

#### A. Kerangka Teoretis

##### 1. Hakikat Kapasitas Aerobik Maksimal

Menurut Russel Pate, kemampuan kapasitas aerobik maksimal ( $VO_2\text{Max}$ ) adalah tempo tercepat di mana seseorang dapat menggunakan oksigen. Selain itu Kesegaran jasmani adalah kemampuan seseorang untuk melakukan tugasnya sehari-hari dengan gampang, tanpa merasa lelah yang berlebihan, dan masih mempunyai sisa atau cadangan tenaga untuk menikmati waktu senggangnya untuk keperluan yang mendadak.<sup>1</sup>

Sedangkan menurut pendapat lain menjelaskan bahwa, Kapasitas aerobik maksimal adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat diolah tubuh dalam waktu tertentu.<sup>2</sup>  $VO_2\text{Max}$  adalah kemampuan untuk mengambil oksigen selama kerja fisik,  $VO_2\text{Max}$  dinyatakan dalam liter/menit selama olahraga.<sup>3</sup>

Sistem Sirkulasi adalah transpor yang mengantarkan  $O_2$  dan berbagai zat-zat yang diabsorpsi dari trakus gastrointestinal menuju ke jaringan serta mengembalikan  $CO_2$  ke paru-paru dan hasil metabolisme lain

---

<sup>1</sup> Sadoso S, *Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1992), h. 178.

<sup>2</sup> Pusat Kesegaran Jasmani, *Aerobik* (Jakarta: Balai Pustaka, 1975), h. 21.

<sup>3</sup> Jansen, Pater GJM, *Latihan Laktat Denyut Nadi*, Terjemahan Pringgoatmojo (Jakarta: Balai Pustaka, 1993), h. 26.

menuju ke ginjal. Sistem sirkulasi juga berperan dalam pengaturan suhu tubuh, dan mendistribusikan hormon serta berbagai zat lain yang mengatur fungsi sel.<sup>4</sup> Pada setiap makhluk hidup pasti ada suatu metabolisme maupun proses lainnya, apalagi makhluk yang memiliki banyak jaringan.

Jantung adalah organ berongga empat yang berfungsi memompa darah lewat sistem pembuluh darah. Jantung menggerakkan darah dengan kontraksi yang kuat dan teratur dari serabut otot yang membentuk dinding rongga-rongganya. Ditinjau dari segi latihan olahraga, rongga jantung yang terpenting adalah ventrikel kiri, karena rongga ini memompa darah yang mengandung oksigen ke seluruh organ dan jaringan tubuh, termasuk otot rangka. Untuk kepentingan tersebut suatu sistem untuk mengangkut (transportasi). Pada manusia sistem tersebut disebut Sistem sirkulasi.

Sistem sirkulasi berguna untuk keperluan mengangkut zat-zat makan dari usus dan juga hasil metabolisme tubuh untuk dibuang pada alat pembuangan. Untuk tugas sirkulasi dibutuhkan suatu sistem pompa, tempat untuk mengalirkannya berupa pembuluh darah dan benda yang dialirkannya yaitu darah. Jadi prinsip peredaran darah ialah: ada pompa pengedar, ada cairan/zat yang diedarkan, dan ada tempat beredarnya, dengan demikian fungsi utama dari sirkulasi adalah transportasi, selain pertahanan tubuh/proteksi tubuh.

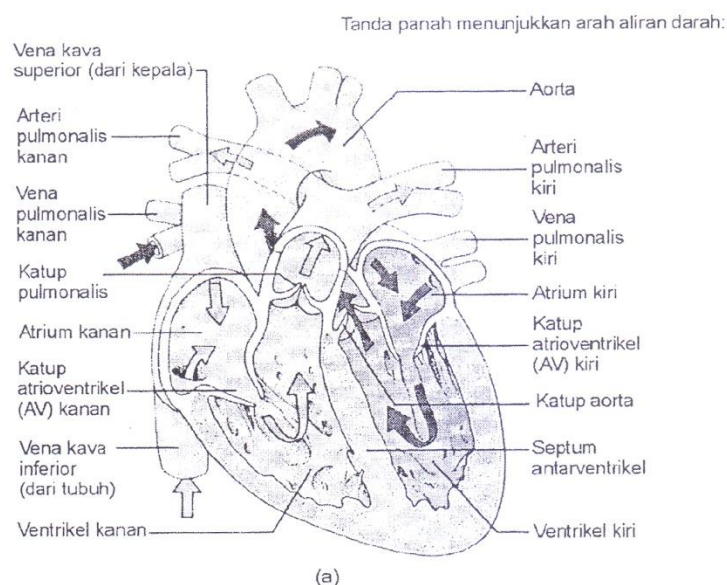
---

<sup>4</sup> Ganong F. William, *Fisiologi Kedokteran* Ed. 20. Terjemahan H.M Widjajakusumah (Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 1999), h. 495.

Dalam peredaran darah dibedakan:

- Pompa: berupa jantung,
- Pembuluh: arteri dan vena, dan
- Benda yang diedarkan: darah dan plasma.<sup>5</sup>

Jadi dalam hal ini jantung merupakan pompa yang bekerja secara otomatis dan tidak dipengaruhi oleh kehadak kita, seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Jantung Manusia

Sumber: Lauralee Sherwood, Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Ed. 2 (Penerbit Buku Kedokteran EGC, 1996), h. 259.<sup>6</sup>

Menurut Laurlee Sherwood, dalam bukunya Fisiologi Manusia dari sel ke sistem Ed 2, dijelaskan bahwa:

<sup>5</sup> Tjaliek Soegardo, *Ilmu Faal* (PGSD Penjas Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan, Jakarta: 1992) hh. 35-36.

<sup>6</sup> Lauralee Sherwood, *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Ed. 2* (Penerbit Buku Kedokteran EGC, 1996), h. 259.

Sistem sirkulasi berperan dalam *homeostatis* dengan berfungsi sebagai sistem transportasi tubuh. Pembuluh darah mengangkut dan mendistribusikan darah yang dipompa oleh jantung untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan  $O_2$  dan *nutrien*, menyingkirkan zat sisa dan penyampaian sinyal hormon.<sup>7</sup>

Jantung terletak di rongga dada diantara paru-paru kanan dan kiri, jantung merupakan pompa dari sistem sirkulasi darah dan dibagi menjadi 4 ruangan: Atrium (serambi), kanan dan kiri dibatasi dengan sekat dan ventrikel kanan dan kiri. Dari atrium kanan darah mengalir melalui celah dan klep (valvula) *tricuspidalis*. Dari atrium kiri ke ventrikel kiri darah mengalir melalui celah dan klep *bicuspidalis*.<sup>8</sup>

Pada manusia mekanisme pompa terjadi melalui sistem pompa. Yaitu sirkulasi utama (sistemik) dan sirkulasi kecil (pulmonal).

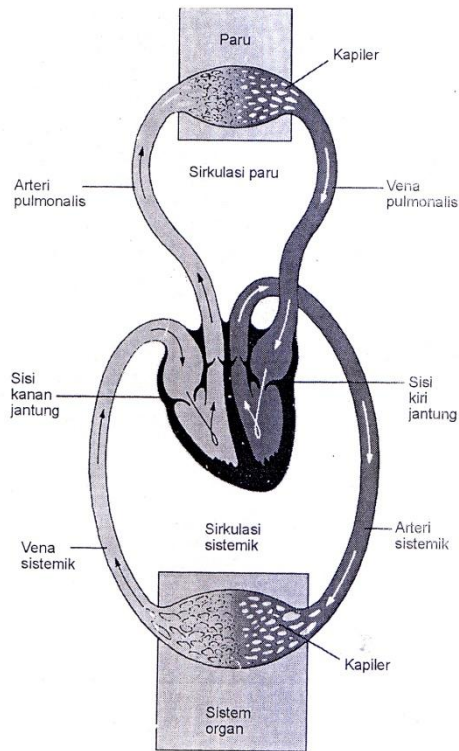
- Sirkulasi utama, dari ventrikel kiri darah dipompa melalui arteri dan arteriola menuju ke kapiler tempat terjadinya imbalanced dengan cairan interstisial. Dari kapiler, darah dikembalikan melalui venula dan vena kedalam atrium kanan.
- Sirkulasi kecil, dari atrium kanan darah mengalir ke ventrikel kanan, yang memompa darah melalui pembuluh darah paru, kembali ke atrium kiri kemudian masuk ke ventrikel kiri, seperti pada gambar 2.<sup>9</sup>

---

<sup>7</sup> *Ibidl*, h. 297.

<sup>8</sup> Tjaliek Soegardo, *op.cit*, h. 36.

<sup>9</sup> Ganong F. William, *loc.cit*.



Gambar 2. Sistem Sirkulasi Darah

Sumber: Lauralee Sherwood, Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem Ed. 2 (Penerbit Buku Kedokteran EGC, 1996), h. 257<sup>10</sup>

Volume darah yang dipompa ke dalam nadi utama oleh ventrikel jantung, pada umumnya dinyatakan sebagai liter per menit disebut curah jantung (*cardiac output*). Sedangkan volume darah yang dipompaka oleh ventrikel per denyut disebut isi sekuncup (*stroke volume*). Stroke volume bisanya di kalkulasi dengan membagai *cardiac output* dengan denyut jantung. Sehingga bisa didapat rumus *Cardiac output* = stroke volume (sv) x denyut jantung.<sup>11</sup>

<sup>10</sup> Lauralee Sherwood, *op. cit.*, h. 257.

<sup>11</sup> Astrand P dan Rodhal K, *Textbook of Work Phsiology* (Internasional Student Edition), h. 122.

Pembuluh darah adalah suatu sistem saluran tertutup yang membawa darah dari jantung ke jaringan dan kembali lagi ke jantung.<sup>12</sup> Ada tiga jenis pembuluh darah yang utama, yaitu:

- Arteri yang membawa darah keluar jantung.
- Kapiler yang merupakan selaput kecil untuk pertukaran berbagai zat.
- Vena yang mengembalikan darah dari kapiler ke atrium kanan jantung.<sup>13</sup>

Kalau kita uraikan jalan darah di pembuluh darah maka darah pertama dari aorta (pembuluh besar yang keluar dari ventrikel kiri) bercabang menjadi arteri besar kemudian arteri kecil dan di jaringan bercabang menjadi arteriola kemudian mitarteriola (kapiler) yang dindingnya hanya selapis bersatu menjadi venula, venula-venula bersatu menjadi vena, vena bersatu dengan vena yang lain menjadi vena besar, menuju ke jantung dan akhirnya bermuara di atrium kanan.<sup>14</sup>

Seseorang yang memiliki kesegaran jasmani yang baik akan dapat mengatasi beban kerja fisik tanpa menimbulkan kelelahan yang berarti, bahkan mempunyai tenaga cadangan sewaktu-waktu digunakan secara darurat. Oleh sebab itu kesegaran jasmani yang baik dapat kita peroleh dengan melakukan olahraga secara teratur.

---

<sup>12</sup> Lauralee Sherwood, *op.cit*, h. 257.

<sup>13</sup> Russel Pate, et al. *Dasar-dasar Ilmu Kepeleatihan* (IKIP Semarang: Semarang, 1993), h. 245.

<sup>14</sup> Tjaliek Soegardo, *op.cit*, h. 40.

Kesegaran jasmani adalah kemampuan seseorang untuk melakukan tugasnya sehari-hari dengan gampang, tanpa merasa lelah yang berlebihan, dan masih mempunyai sisa cadangan tenaga untuk menikmati waktu senggangnya untuk keperluan yang mendadak.<sup>15</sup> Sedangkan menurut pendapat lain menjelaskan bahwa, kapasitas aerobik maksimal adalah jumlah maksimal oksigen yang dapat diolah tubuh dalam waktu tertentu.<sup>16</sup>  $VO_2Max$  adalah kemampuan untuk mengambil oksigen selama kerja fisik,  $VO_2Max$  yang dinyatakan dalam liter/menit.<sup>17</sup>  $VO_2Max$  dapat dikembangkan setelah phase transisi dan awal phase persiapan (1 – 3 bulan).<sup>18</sup>

Menurut Rusel Pate beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas aerobik maksimal, antara lain :

a. Fungsi Paru-paru dan Jantung

Jantung dan paru-paru berfungsi dalam memenuhi kebutuhan  $O_2$  dan nutrisi di otot rangka terutama otot-otot besar, agar otot-otot tersebut dapat bekerja maksimal dalam jangka waktu yang lama.

---

<sup>15</sup> Sadoso S, *Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1992), h. 178.

<sup>16</sup> Pusat Kesegaran Jasmani, *Aerobik* (Jakarta: Balai Pustaka, 1975), h. 21.

<sup>17</sup> Jansen, Peter GJM, *Latihan Laktat Denyut Nadi*, Terjemahan Pringgoatmojo (Jakarta: Balai Pustaka, 1993), h. 26.

<sup>18</sup> Tudor, O. Bumpa, *Periodization Theory and Methodology of Training*, Terjemahan Mahasiswa S3 Por FIK-UNJ (Jakarta:2009), h.154.

b. Metabolisme Otot Aerobik

Karen metabolisme otot aerobik hanya dapat terjadi dengan penggunaan oksigen, dan laju pemakaian oksigen tubuh adalah gambaran mutlak dari laju metabolisme aerobiknya.

c. Kegemukan Badan

Kegemukan tidak mendukung kemampuan olahragawan secara langsung menggunakan oksigen selama olahraga berat, bahkan cenderung mengurangi berat relative  $VO_2Max$  dan kapasitas fungsional.

d. Latihan

Dengan melakukan latihan/kerja fisik yang rutin dan secara progresif dapat meningkatkan Kapasitas Aerobik Maksimal ( $VO_2Max$ ) seseorang.

e. Keturunan

Faktor keturunan sangat berpengaruh sekali dalam upaya meningkatkan  $VO_2Max$ .  $VO_2Max$  seseorang hanya dapat ditingkatkan dengan latihan yang progresif dan berintensitas tinggi. Tetapi meskipun demikian dengan latihan pun  $VO_2Max$  hanya dapat meningkat sebesar 10 hingga 20% saja. Maka dari itu  $VO_2Max$  setiap individu tidak sama besarnya atau berbeda-beda, karena perbedaan garis keturunan.<sup>19</sup>

“Daya tahan kardiorespiratori adalah seberapa baik anda mampu menghirup oksigen dari atmosfer ke dalam paru-paru kemudian darah, dan memompanya melalui jantung ke otot yang bekerja dimana oksigen

---

<sup>19</sup> Russel Pate, et al. *Dasar-dasar Ilmu Kepeleatihan* (IKIP Semarang: Semarang, 1993), hh. 256-257.



digunakan untuk mengoksidasi karbohidrat dan lemak untuk menghasilkan energi".<sup>20</sup>

Dalam buku penuntun praktikum Ilmu Faal Kerja (Ergofisiology) dijelaskan bahwa :

"Kapasitas Aerobik adalah suatu kualitas yang memungkinkan kita mampu melaksanakan secara terus-menerus selama mungkin suatu kerja fisik yang akan bersifat umum dalam kondisi aerobik (cukup oksigen)".<sup>21</sup>

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa seseorang yang memiliki daya tahan kardiorespirasi yang baik maka ia mampu melaksanakan suatu kerja otot secara terus-menerus dalam keadaan yang cukup oksigen.

Daya tahan kardiorespirasi ( $VO_2$ Max) diukur dalam bentuk jumlah mililiter oksigen yang dikosumsikan per Kg berat badan dalam setiap menit.<sup>22</sup>

Faktor fisiologis yang menentukan daya tahan kardiorespirasi, adalah.

a. Keturunan (genetik)

Daya tahan kardioveskuler 93,4% ditentukan oleh faktor genetik.

b. Jenis Kelamin

Pada umumnya daya tahan kardiovaskuler wanita lebih rendah, yaitu 15-25% dari pada pria yang mencapai 60%.

---

<sup>20</sup> Brian J Sharkey, *Kebugaran dan Kesehatan*, Terjemahan Eri Dasmarini (Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada 2003), h. 70.

<sup>21</sup> Arie S Sutopo dan Alma Permana Lestari W, *Buku Penuntun Praktikum Ilmu Faal Kerja* (Jakarta: UNJ 2001), h. 9.

<sup>22</sup> Dr. Jhonatan Kuntraf dan dr. Kathleen L. Kuntaf, *Olahraga Sumber Kesehatan* (Bandung: Advent Indonesia 1992), hh. 34-35.

c. Usia

Dari anak-anak sampai umur 20 tahun, daya tahan kardiovaskuler meningkat sampai mencapai maksimal 30 tahun, dan kemudian menurun pada usia 70 tahun. Namun penurunan tersebut dapat berkurang dengan melakukan olahraga.

d. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik yang kita lakukan dapat mempengaruhi daya tahan kardiovaskuler. Istirahat di tempat tidur selama 3 minggu dapat menurunkan daya tahan kardiovaskuler.<sup>23</sup>

## 2. Hakikat Kapasitas Vital Paru

Pada dasarnya setiap manusia pasti membutuhkan oksigen, karena setiap aktivitas apapun yang dilakukan oleh manusia memerlukan oksigen atau respirasi sebagai sumber energi. Kemampuan respirasi seseorang dapat dilihat dari pengukuran kapasitas vital, yaitu jumlah udara terbesar yang dapat dikeluarkan dari paru setelah inspirasi maksimal.<sup>24</sup> Dan alat yang digunakan untuk mencatat gerakan pernapasan serta untuk mencatat jumlah udara yang keluar masuk paru pada waktu seseorang bernapas adalah Spirometer.

Menurut William Ganong, dalam bukunya yang berjudul Fisiologi Kedokteran, Spirometer tersebut akan menunjukkan:

---

<sup>23</sup> <http://digilib.unimus.ac.id>, diakses tanggal 29 Desember 2014 pukul 20.00 wib

<sup>24</sup> Ganong F. William, *op.cit*, h. 625.

- a. Volume tidal, adalah jumlah udara yang masuk ke dalam paru setiap inspirasi atau jumlah udara yang keluar dari paru setiap ekspirasi.
- b. Volume cadangan inspirasi (VCI) atau *inspiratory reserve volume (IRV)*, adalah jumlah udara yang dapat masuk ke dalam paru pada inspirasi maksimal setelah ekspirasi biasa.
- c. Volume cadangan ekspirasi (VCE) atau *expiratory reserve volume (ERV)*, adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara aktif dari dalam paru melalui kontraksi otot respirasi setelah ekspirasi biasa.
- d. Volume sisa atau *residual volume (RV)*, adalah udara yang masih tertinggal dalam paru setelah ekspirasi maksimal.<sup>25</sup>

Untuk menguraikan peristiwa-peristiwa dalam siklus paru, kadang-kadang perlu menyatukan dua atau lebih volume diatas. Kombinasi seperti itu disebut kapasitas paru, yang diuraikan sebagai berikut oleh William F. Ganong dalam bukunya yang berjudul Buku Ajar Fisiologi Kedokteran:

- a. *Functional residual capacity*, adalah jumlah udara residu dengan udara cadangan ekspirasi yang berjumlah sekitar 2300 ml. Ini adalah jumlah udara terbesar yang dapat dikeluarkan dari paru setelah inspirasi maksimal, nilai tersebut bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai kekuatan otot-otot pernapasan.
- b. Kapasitas pernapasan maksimum (KPM), atau *Maximal Breathing Capacity (MBC)*, adalah volume gas terbesar yang dapat dikeluarkan

---

<sup>25</sup> Ganong F. William, *op.cit*, h. 624.

dan dimasukkan selama satu menit secara volunter. Pada keadaan normal, berkisar antara 125-170 L/menit.

- c. Kapasitas total atau *total capacity*, adalah jumlah udara yang dapat ditampung oleh paru-paru, jumlahnya berkisar 6000 ml.
- d. Frekuensi pernapasan, adalah banyaknya tiap kali bernapas selama satu menit.
- e. Volume pernapasan selama satu menit (*the minute respiratory volume*), adalah jumlah frekuensi pernapasan selama satu menit dikali volume tidal.<sup>26</sup>

Menurut Arthur Kapasitas Vital sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru-paru setelah terlebih dahulu mengisi paru-paru secara maksimum dan kemudian mengeluarkan secara maksimum pula (kira-kira 4600 mililiter).<sup>27</sup> Sedangkan kapasitas vital (KV) paru menurut Engkos Kosasi adalah volume udara yang masih mampu dikeluarkan dari paru-paru setelah inspirasi udara sedalam-dalamnya.

Volume gas di paru-paru pada setiap saat tergantung pada mekanisme paru-paru, dinding dada, dan aktivitas otot-otot inspirasi dan ekspirasi. Volume paru-paru dalam setiap set tertentu kondisi ini dapat diubah oleh proses fisiologis dan normal. Ukuran paru-paru seseorang

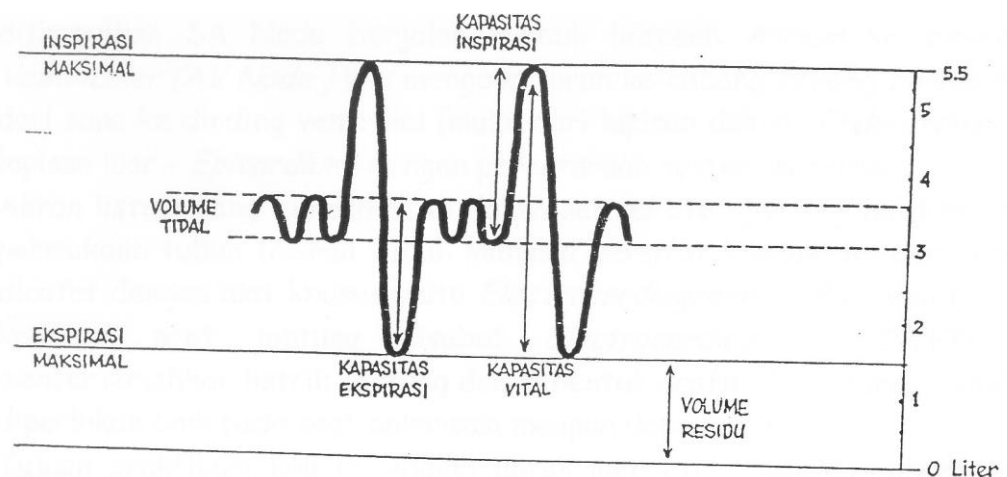
---

<sup>26</sup> Ganong F. William, *op.cit*, h. 625

<sup>27</sup> Guyton, Arthur. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Terjemahan LMA, Penerbit Buku Kedokteran GC (Jakarta: 1994), h. 151

tergantung pada tinggi dan berat badan atau luas permukaan tubuh, serta pada usia dan jenis kelamin.

Selain daripada bentuk anatomis seseorang, faktor utama yang mempengaruhi kapasitas vital adalah posisi seseorang ketika kapasitas ini diukur, kekuatan otot pernapasan, distensibilitas paru-paru dan sangkar dada yang disebut sebagai *compliance*. Nilai kapasitas vital rata-rata pada pria dewasa muda sekitar 4,6 liter, dan pada wanita dewasa muda sekitar 3,1 liter, meskipun nilai ini jauh lebih besar pada beberapa orang dengan berat badan yang sama dari pada orang-orang lain.



Gambar 3. Volume Pernapasan

Sumber: Arie S. Sutopo dan Alma Permana Lestari, *Buku Penuntun Praktikum Ilmu Faal Dasar*, Jakarta: UNJ, 2001, h. 10.<sup>28</sup>

Dalam diagram di atas, terlihat bagian kurva antara batas inspirasi maksimal dan batas ekspirasi maksimal yang menyatakan volume udara yang dapat di ekspirasikan setelah inspirasi maksimal dan disebut sebagai kapasitas vital. Jumlahnya sama dengan volume inspirasi maksimal

<sup>28</sup> Arie S, Sutopo dan Alma Permana Lestari, *Buku Penuntun Praktikum Ilmu Faal Dasar Edisi I/2000* (Jakarta: Laboratorium FIK UNJ), h. 10.

ditambah dengan volume tidal dan volume ekspirasi maksimal, sedangkan nilainya berbeda pada laki-laki dan wanita.

Pada aktivitas berat misalnya olahraga, penggunaan oksigen dan pembentukan karbondioksida dapat meningkat lebih besar 20 kali lipat. Meskipun demikian, kecuali pada gerak badan yang sangat berat, ventilasi alveolous biasanya meningkat dalam jumlah yang hampir sama, sehingga  $PO_2$ ,  $PCO_2$ , dan pH darah tetap hampir persis normal.

Dari gambar di atas terlihat bahwa ada lagi dua istilah yaitu kapasitas inspirasi (*inspiratory capacity*) berupa penjumlahan volume inspirasi cadangan dan volume tidal, serta kapasitas fungsional sisa (*Functional Residual Capacity*) yang berupa jumlah volume ekspirasi cadangan dengan volume sisa. Kadang-kadang dari kapasitas vital ini diukur fraksinya yang diekspirasikan dalam masa satu detik yang disebut *timed vital capacity* (FEV 1) yang artinya *forced expiratory volume 1 sec* atau volume ekspirasi yang dipaksakan selama satu detik.

Terjadinya inspirasi dan ekspirasi tidak terlepas dari otot-otot respirasi, antara lain *musculus intercostales externus*, *musculus intercostales internus*, dan *musculus diafragma*. Kontraksi dan relaksasi otot-otot tersebut harus berlangsung secara tepat, baik mengenai waktu ataupun kekuatannya. Pengaturan tersebut dilakukan oleh pusat pernapasan (*respiratory center*).

Dari beberapa keterangan di atas, dapat disimpulkan bahwa Kapasitas Vital (KV), adalah volume udara maksimal yang dapat

ditampung paru-paru setelah melakukan inspirasi maksimal yang diikuti oleh ekspirasi maksimal.

### 3. Hakikat Denyut Nadi Pemulihan

Setiap manusia memiliki organ jantung. Pada saat melakukan aktivitas jasmani yang berat, jantung terasa berdebar-debar. Jantung juga terasa berdebar bila terkejut, menghadapi suatu ujian atau ketika emosi. Adanya denyut jantung dipakai sebagai tanda bahwa seseorang masih hidup.

Jantung adalah organ berupa otot, berbentuk kerucut, berongga dengan basisnya diatas dan puncaknya dibawah. Apex-nya (puncak) miring kesebelah kiri. Berat jantung kira-kira 300 gram. Jantung berada didalam torax, antara kedua paru-paru dan dibelakang sternum, dan lebih menghadap kekiri dari pada ke kanan.<sup>29</sup> Jantung terbagi oleh sebuah septum (sekat) menjadi dua belah, yaitu kiri dan kanan. Setiap belahan kemudian dibagi lagi dalam dua ruang, yang atas disebut atrium, dan yang bawah disebut ventrikel.<sup>30</sup>

Pada dinding atrium kanan terdapat suatu daerah kecil disebut S.A Node (Sinoatrium Node) yang bisa mengakibatkan kontraksi bagian-bagian jantung secara berurutan, atau disebut "*pace maker*" jantung. Perambatan impuls (arus listrik) dimulai di S.A Node, menyebar ke atria dan mengakibatkan atrium berkontraksi. Kemudian impuls sampai ke A.V

---

<sup>29</sup> Evelyn C. Pearce, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1992), h. 121.

<sup>30</sup> *Ibid*, h. 122.

Node (Atrioventrikel node), disini impuls ditahan sebelum sampai ke sistem purkinje dengan tujuan agar atrium mendorong darah masuk ke ventrikel sebelum ventrikel berkontraksi. Setelah tertunda, impuls dengan cepat sampai ke ventrikel melalui sistem purkinje, dan mengakibatkan ventrikel berkontraksi dengan kekuatan penuh.<sup>31</sup>

Jantung adalah organ berupa otot, berbentuk kerucut, berongga dengan basisnya di atas dan puncaknya di bawah. Apex-nya (puncak) miring ke sebelah kiri. Berat jantung kira-kira 300 gram. Jantung berada di torak, antara kedua paru-paru dan di belakang sternum dan lebih menghadap ke kiri dari pada ke kanan.<sup>32</sup> Jantung terbagi oleh sebuah septum (sekat) menjadi dua belah yaitu kiri (sinistra) dan kanan (dextra) setiap belahan kemudian dibagi lagi dalam dua ruang yang di atas disebut serambi (atrium), dan yang di bawah disebut bilik (ventrikel). Jadi jantung terbagi empat bagian yaitu: atrium sinistra, atrium dextra, ventrikel sinistra, dan ventrikel dextra. Fungsi dari atrium adalah untuk menampung darah, sedangkan ventrikel berfungsi untuk memompa darah. Hal ini mengakibatkan otot sel ventrikel lebih besar dibandingkan dengan otot atrium.<sup>33</sup>

---

<sup>31</sup> Muchtamadji M. Ali, dan Cecep Habibudin, *Ilmu Faal Dasar* (Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1999), hh. 83-84.

<sup>32</sup> Evelyn C. Pearce, *op. cit.*, h. 121.

<sup>33</sup> *Ibid*, h. 122.



Frekuensi denyut jantung pada umumnya sama dengan frekuensi denyut nadi.<sup>34</sup> Frekuensi denyut jantung pada waktu istirahat berkisar 60 – 80 kali permenit, sedangkan pada anak-anak frekuensi denyut jantung lebih tinggi.<sup>35</sup> Bisa dikatakan jumlah curah jantung adalah isi sekuncup dikalikan frekuensi denyut jantung. Seperti yang dijelaskan oleh Soekarman pada rumusnya:

$$\text{CO (Curah Jantung)} = \text{SV (Isi Sekuncup)} \times \text{HR (Denyut Jantung)}.^{36}$$

Denyut jantung berasal dari sistem konduksi jantung dan menyebar melalui sistem ini keseluruh bagian miokordium. Struktur yang membentuk sistem konduksi adalah *nodus sinoatriale* (nodus SA), lintasan internodal atrium, *nodus antrioventrikuler* (nodus AV), berkas his, cabang-cabangnya dan sistem purkinya. Dalam keadaan normal, nodus SA merupakan alat pacu jantung (*pace maker*) normal, kecepatan mengeluarkan impuls menentukan frekuensi denyut jantung. Impuls yang ditimbulkan pada nodus SA berjalan melalui lintasan atrium ke nodus AV, melalui nodus ini ke bunder His dan melalui cabang-cabang berkas His dengan perantaraan sistem purkinye ke otot ventrikel.<sup>37</sup>

Cardiac Output (Curah Jantung) adalah jumlah darah yang dipompakan oleh ventrikel kiri setiap menitnya. *Stroke Volume* (Isi

---

<sup>34</sup> DEPDIKNAS. *Ketahuilah Tingkat Kesegaran Jasmani Anda* (Jakarta: Depdiknas, 2000), h. 11.

<sup>35</sup> Tjaliek Sugiardo, *Ilmu Faal* (Depdikbud, 1992), h. 37.

<sup>36</sup> Soekarman, *Dasar Olahraga Untuk Pembina, Pelatih, dan Atlet* (Jakarta: PT. Midas Surya Grafinda, 1987), h. 47.

<sup>37</sup> William F. Ganong, MD, *op.cit*

Sekuncup) adalah jumlah darah yang dipompakan oleh ventrikel kiri pada setiap denyutnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah darah yang dapat dipompa keluar jantung yaitu: besarnya ventrikel, kekuatan jantung pada saat memompa darah, jumlah darah yang dikembalikan ke jantung.<sup>38</sup>

Pembuluh darah adalah saluran sistem tertutup yang membawa darah dari jantung ke jaringan dan kembali lagi ke jantung.<sup>39</sup> Ada tiga jenis pembuluh darah yang utama:

- 1) *Arteri* adalah pembuluh yang membawa darah keluar jantung. Arteri mempunyai dinding yang relative tebal dan berotot sehingga dapat menahan tekanan yang tinggi yang dihasilkan oleh gerakan memompa bilik jantung pada saat darah ditekan ke arteri.
- 2) *Kapiler* adalah pembuluh yang berdinding tebal mengelilingi sel-sel tubuh. Dinding kapiler berfungsi sebagai selaput kecil untuk pertukaran berbagai zat antara darah di kapiler dan cairan tambahan membasahi sel.
- 3) *Vena* adalah pembuluh yang mengembalikan darah dari kapiler ke sisi kanan jantung. Dinding vena jauh lebih tipis dari pada dinding arteri, sebab darah sangat berkurang tekanannya saat melalui kapiler, menyebabkan tekanan vena menjadi rendah. Dengan meningkatnya usia arteri menjadi lebih kaku dan gelombang nadi berjalan lebih cepat.

---

<sup>38</sup> Sadoso Sumosardjono, *Pengetahuan Praktis Kesehatan dalam Olahraga* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1990), hh. 78-79.

<sup>39</sup> William F. Ganong, MD, loc.cit

Denyut nadi adalah suatu denyut yang dihasilkan pompa jantung (Ventrikel Sinistra) untuk mengalirkan darah dan masuk ke dalam sistem arteri.<sup>40</sup> Denyut ini mudah diraba di suatu tempat dimana arteri melintasi sebuah tulang yang terletak dekat permukaan. Seperti misalnya arteri radialis di sebelah depan pergelangan tangan. Yang teraba bukan darah yang dipompa oleh jantung yang masuk ke dalam aorta, melainkan gelombang tekanan yang dialihkan dari aorta dan merambat lebih cepat dari pada darah itu sendiri.

Kekuatan yang mendorong darah masuk ke dalam aorta selama sistolik tidak hanya menggerakkan darah dalam pembuluh kedepan tetapi juga menyusun suatu gelombang tekanan berjalan sepanjang arteri. Gelombang tekanan mendorong dinding arteri seperti berjalan, dan pendorongannya sebagai nadi.<sup>41</sup> Dengan meningkatnya usia arteri menjadi lebih kaku dan gelombang nadi berjalan lebih cepat.

Jumlah denyut nadi yang sehat sekitar 60 – 80 kali permenit. Informasi yang disampaikan oleh denyut nadi dapat memberi Implikasi terhadap keadaan tubuh. Kecepatan normal denyut nadi (jumlah denyut tiap menit).

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| 1) Bayi yang baru lahir | 140 kali permenit      |
| 2) Tahun pertama        | 120 kali permenit      |
| 3) Tahun kedua          | 110 kali permenit      |
| 4) Umur 5 tahun         | 96 – 100 kali permenit |

---

<sup>40</sup> Pate Rotella MC Clenaghan, *Dasar-dasar Ilmiah Kepelatihan*, Terjemahan Kasiya Dwijowinato Ms (Semarang: IKIP Semarang Press, 1992), h. 244.

<sup>41</sup> Arie S. Sutopo dan Alma Permana Lestari, *op.cit*, h. 4.

5) Umur 10 tahun	80 – 90 kali permenit
6) Orang dewasa	60 – 80 kali permenit
7) Orang Tua	70 –80 kali permenit <sup>42</sup>

Tempat-tempat yang digunakan untuk mengukur dan menghitung denyut nadi menurut Buku Praktikum Ilmu Faal Dasar adalah sebagai berikut:

- 1) *Radial Pulse Rate*: Palpasi, sentuh dengan menggunakan ujung jari telunjuk dan jari tengah arteri radialis kearah distal di bagian ujung radius (di daerah pergelangan tangan bagian luar), seperti pada gambar 3.
- 2) *Carotid Pulse Rate*: Palpasi di daerah leher di bawah telinga dan rahang. Jangan menekan terlalu kuat, karena penekanan terlalu kuat pada arteri krotalis dapat menyebabkan efek hambatan (*inhibisi*) pada jantung, seperti pada gambar 4.
- 3) *Stethoscope Heart Rate*: Kontraksi otot jantung dapat pula didengar dengan menggunakan alat bantu stetoskop.
- 4) *Pulse Meter*: Pengukuran denyut nadi dapat dilakukan pula melalui permukaan telapak tangan. Kedua telapak tangan harus dalam keadaan bersih dan dalam keadaan normal (tidak sehabis latihan atau digosok-gosokkan).<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Evelyn C. Pearce, *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis* (Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1999), h. 128.

<sup>43</sup> Arie S. Sutopo dan Alma Permana Lestari, *op.cit*, hh. 4-5.



Gambar 4. Pengukuran Denyut Nadi Pada Arteri Radialis  
Sumber: <http://nursingbegin.com/denyut-nadi-normal-manusia/><sup>44</sup>



Gambar 5. Pengukuran Denyut Nadi pada Arteri Karotis  
Sumber: <http://klikdokter.com/healthnewstopics/jalan-napas-airway><sup>45</sup>

Menurut Arie Asnaldi, denyut nadi dibagi dalam beberapa macam, antara lain sebagai berikut:

---

<sup>44</sup> <http://nursingbegin.com/denyut-nadi-normal-manusia>, diakses tanggal 21 Oktober 2014 pukul 14.00 wib

<sup>45</sup> <http://klikdokter.com/healthnewstopics/berita-terkini/jalan-napas-airway>, diakses tanggal 21 Oktober 2014 pukul 14.00 wib

a. Denyut Nadi Basal

Adalah denyut nadi yang diukur ketika bangun tidur dan belum beranjak dari tempat tidur.

b. Denyut Nadi Maksimal (*Maximal Heart Rate*)

Adalah denyut nadi yang diukur ketika melakukan aktivitas maksimal.

c. Denyut Nadi Latihan

Adalah denyut nadi yang diukur setelah menyelesaikan satu set latihan.

d. Denyut Nadi Istirahat (*Resting Heart Rate*)

Adalah denyut nadi yang diukur saat istirahat dan tidak setelah melakukan aktivitas.

e. Denyut Nadi Cadangan (*Heart Rate Reserve*)

Adalah selisih antara jumlah denyut nadi maksimal dikurangi denyut nadi istirahat.

f. Denyut Nadi Pemulihan (*Recovery Heart Rate*)

Denyut nadi pemulihan adalah jumlah denyut nadi permenit yang diukur setelah melakukan istirahat 2 sampai 5 menit.<sup>46</sup>

Sedangkan menurut pendapat lain denyut nadi pemulihan adalah kecepatan penurunan denyut nadi atau waktu yang dibutuhkan untuk mencapai denyut nadi normal kembali seperti sebelum melakukan aktivitas fisik. Pemulihan denyut nadi setelah latihan merupakan penanda tingkat kebugaran fisik atlet. Makin baik kondisi fisik seseorang makin

---

<sup>46</sup> <http://elearning-po.unp.ac.id> diakses pada tanggal 21 Oktober 2014 pukul 15:00 wib

cepat pula terjadinya pemulihan denyut nadi, sedangkan makin berat latihan yang dihadapi makin lama waktu yang diperlukan untuk kembali kenormal.<sup>47</sup> Proses pemulihan merupakan gambaran dari fungsi sistem saraf otonom. Sistem saraf otonom terdiri dari sistem saraf simpatis dan sistem saraf parasimpatis. Sistem saraf simpatis diaktivasi pada saat melakukan aktivitas fisik yaitu peningkatan denyut jantung dan *stroke volume* jantung, sedangkan sistem saraf parasimpatis memiliki fungsi yang berlawanan dengan sistem saraf simpatis yaitu aktivasi saraf parasimpatis dapat menyebabkan proses pemulihan setelah aktivitas fisik.

Denyut nadi seseorang yang sudah terlatih lebih rendah dibandingkan dengan orang yang tidak terlatih. Pemulihan denyut nadi terjadi lebih cepat pada atlet dengan kapasitas aerobik yang lebih tinggi dan tingkat kebugarannya.

Pemulihan denyut nadi yang cepat sangat penting untuk mencegah kerja jantung yang terlalu berat, sehingga sangat penting untuk diterapkan dalam program pelatihan atlet. Aktivasi sistem saraf parasimpatis merupakan hal yang mendasari terjadinya pemulihan denyut nadi setelah latihan. Pemulihan denyut nadi juga dipengaruhi oleh faktor intrinsik, neural dan faktor humoral. Faktor lain yang berperan dalam terjadinya pemulihan denyut nadi adalah stimulasi pada kemoreseptor dan baroreseptor yang disertai dengan pembersihan metabolit dan eliminasi panas tubuh dan katekolamin. Pemeriksaan denyut nadi dipengaruhi oleh

---

<sup>47</sup> *Ilmu Faal Olahraga* (Yayasan Ilmu Faal Widhaya Laksana), h. 37.

beberapa faktor yaitu status emosional, kebisingan, infeksi, obat-obatan yang dapat mempengaruhi aktivasi sistem saraf simpatis dan saraf parasimpatis.

#### **4. Hakikat Atlet Bola Basket**

Bola basket adalah olahraga bola berkelompok yang terdiri atas dua tim beranggotakan masing-masing lima orang yang saling bertanding mencetak poin dengan memasukkan bola ke dalam keranjang lawan. Dengan ukuran lapangan bola basket adalah persegi panjang, dengan ukuran panjang lapangan yaitu 26 meter serta lebar lapangan yaitu 14 meter, serta waktu permainan bola basket yaitu 4 X 10 menit. Dan di antara babak 1, 2, 3, dan babak 4, terdapat waktu istirahat selama 5 menit pada perpindahan dari babak 1 ke babak 2 dan dari babak 3 ke babak 4, dan 10 menit pada perpindahan dari babak 2 ke babak 3. Bila terjadi skor yang sama pada akhir pertandingan harus diadakan perpanjangan waktu (*over time*) selama 5 menit, begitu seterusnya sampai terjadi selisih skor. Dalam waktu tersebut pemain bola basket dituntut untuk memiliki daya tahan tubuh atau kebugaran fisik yang baik, agar dapat bermain dengan konsisten dan penuh konsentrasi.

Menurut Edy S.R salah satu filosofi dasar tentang permainan bola basket adalah permainan yang cepat dan dinamis.<sup>48</sup> Penguasaan teknik dasar merupakan faktor awal untuk memiliki suatu tim bola basket yang

---

<sup>48</sup> Edy Suganda. R, *My Basketball Handbook* (Jakarta: PT. Grafindo Persada, 2002). H. 6.



handal. Kemudian dilanjutkan dengan ketahanan fisik yang baik serta kerja sama dari tim itu sendiri dengan menerapkan pola dan strategi yang telah diberikan. Seperti yang dituliskan dalam bukunya, Nuril Ahmadi mengemukakan untuk dapat memiliki suatu tim bola basket yang handal, ada tiga faktor utama yang harus dipenuhi, yaitu:

- a) Penguasaan teknik dasar (*fundamentals*)
- b) Ketahanan fisik (*physical conditioning*)
- c) Kerja sama (pola dan strategi)<sup>49</sup>

Meskipun bola basket adalah permainan yang sifatnya beregu, tetapi keterampilan dasar perorangan sangat diperlukan sebelum seseorang bisa bermain dalam suatu regu.<sup>50</sup> Keterampilan dasar yang dimaksud adalah menembak, menerima dan mengoper bola, *dribble*, *rebouncing*, serta bergerak dengan tanpa bola. Agar dapat melakukan semua keterampilan dasar dengan baik, seorang pemain perlu memiliki kualitas memadai dari beberapa atribut fisik yaitu, keseimbangan badan, kecepatan pergerakan, dan *footwork* yang baik.

Atlet merupakan seseorang yang bersungguh-sungguh gemar berolahraga terutama mengenai kekuatan badan, ketangkasan, dan kecepatan berlari, berenang, melompat, dan lain-lain.<sup>51</sup> Sedangkan menurut kamus besar Bahasa Indonesia adalah pemain yang mengikuti

---

<sup>49</sup> Nuril Ahmadi, *Permainan Bola Basket* (Solo: Intermedia, 2007). H. 13.

<sup>50</sup> Danu Hoedaya, *Pendekatan Keterampilan Taktis Dalam Pembelajaran Bola Basket* (Bagian Proyek Pembinaan Kelas Olahraga, 2001), h.46.

<sup>51</sup> Poerwardaminta, *Kamus Umum Bahasa Indonesia* (Jakarta: PT. BPK Gunung Mulia, 2004), h. 127.

perlombaan atau pertandingan dalam beradu ketangkasan, kecepatan, keterampilan, dan kekuatan.<sup>52</sup>

Untuk mencapai prestasi yang optimal, pembinaan sebaiknya dimulai pada sejak usia dini, oleh karena itu untuk dapat maju dan meningkatkan prestasi yang lebih tinggi atlet harus memiliki keinginan atau motivasi yang tinggi untuk memecahkan rekor. Maka sebaiknya pembinaan yang dilakukan haruslah dengan cara yang teratur dan tersusun dengan baik bila menginginkan prestasi yang tinggi.

Disamping faktor bakat, mental juga sangat mempengaruhi seperti seorang atlet dengan mental yang tangguh akan memperlihatkan kegigihan yang luar biasa meskipun secara objektif atau secara alami sudah tidak ada harapan lagi untuk memenangkan pertandingan tersebut.

Atlet bukan hanya profesi yang mengandalkan otot atau kemampuan fisik, tapi juga keteguhan hati dan semangat pantang menyerah. Atlet tidak hanya mengharumkan nama bangsa dengan prestasinya, tapi mereka juga bisa mengubah pandangan dunia tentang negaranya.

Dalam diri seorang atlet bola basket terdapat beberapa unsur kondisi fisik yang harus dibangun untuk mendapatkan penguasaan teknik yang baik. Hal ini dikemukakan oleh M. Sajoto, unsur kondisi fisiknya yaitu, kekuatan, daya tahan, daya ledak, kecepatan, kelincahan, kelentukan, koordinasi, keseimbangan, ketepatan dan reaksi.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Tim Reality, *Kamus Terbaru Bahasa Indonesia* (Jakarta: Reality Publisher, 2008), h. 115.

<sup>53</sup> M. Sajoto, *Kekuatan Kondisi Fisik* (Jakarta: Ghalia Indonesia, 1983), h. 8.

Jadi, atlet bola basket merupakan individu yang beraktifitas dibidang keolahragaan dengan memiliki bakat tertentu pada cabang olahraga bola basket dengan tujuan menghasilkan prestasi yang setinggi-tingginya.

## **B. Kerangka Berfikir**

Tim bola basket putra Universitas Negeri Jakarta adalah tim bola basket yang bersifat prestasi. Untuk meraih prestasi, seharusnya pelatih dan staff tim bola basket putra Universitas Negeri Jakarta memperhatikan semua faktor-faktor pendukung tercapainya prestasi, yaitu menentukan dosis program latihan yang tepat, pemeriksaan kemampuan fisik atlet, melakukan pengevaluasian psikologi atlet, pencegahan cedera atlet dan efek negatif dari latihan, dan pengobatan yang tepat terhadap atlet yang cedera. Selain itu prestasi tidak hanya ditentukan oleh atlet itu sendiri, namun masih banyak faktor lain yang menunjangnya, seperti kualitas atau mutu pelatih, dukungan manajer tim, tingkat kesejahteraan atlet, kondisi fisik, mental pada saat bertanding, sarana dan prasarana latihan. Dari semua faktor yang ada dalam pencapaian prestasi, peneliti akan meneliti tentang faktor fisik pada olahraga bola basket Atlet Putra Bola Basket Universitas Negeri Jakarta.

Kondisi fisik pada olahraga bola basket haruslah baik, hal ini karena Pada permainan bola basket lebih dominan menggunakan sistem energi anaerobik, yaitu sistem energi yang tidak menggunakan oksigen pada proses pembentukannya dan salah satu dari hasil prosesnya yaitu asam

laktat. Anaerobik seseorang dikatakan baik apabila seseorang tersebut memiliki toleransi terhadap asam laktat yang tinggi. Pada prosesnya untuk meningkatkan keahlian bola basket hanya akan berhasil jika hanya dibentuk basis fisik tersebut berulang-ulang, dan permainan olahraga bola basket ini dimainkan, dengan ukuran lapangan bola basket adalah persegi panjang, dengan ukuran panjang lapangan yaitu 26 meter serta lebar lapangan yaitu 14 meter, serta waktu permainan bola basket yaitu 4 X 10 menit. Dan di antara babak 1, 2, 3, dan babak 4 terdapat waktu istirahat selama 5 menit pada perpindahan dari babak 1 ke babak 2 dan dari babak 3 ke babak 4, dan 10 menit pada perpindahan dari babak 2 ke babak 3. Bila terjadi skor yang sama pada akhir pertandingan harus diadakan perpanjangan waktu sampai terjadi selisih skor. Dalam waktu tersebut atlet bola basket dituntut juga untuk memiliki daya tahan tubuh atau kebugaran fisik yang baik, agar dapat bermain dengan konsisten dan penuh konsentrasi. Daya tahan tubuh atau kebugaran fisik yang baik ini dapat dinilai dengan  $VO_2$ Max dan Kapasitas Vital Paru yang baik juga, serta memiliki kemampuan penurunan denyut nadi pemulihan yang relatif cepat, karena waktu istirahat yang hanya sebentar.

Penurunan denyut nadi Pemulihan terjadi lebih cepat pada atlet dengan kapasitas aerobik dan kapasitas vital paru yang lebih tinggi. Penurunan denyut nadi pemulihan yang lebih cepat pada atlet dengan kapasitas aerobik yang lebih tinggi terjadi karena pada atlet dengan kapasitas aerobik yang lebih tinggi terjadi perubahan pada ventrikel kiri

sehingga menyebabkan peningkatan *ejection fraction*, pengisian ventrikel dan kontraktibilitas miokardium.

Berdasarkan uraian kerangka berfikir tersebut, diduga bahwa hubungan antara kapasitas aerobik maksimal ( $VO_2Max$ ) dan Kapasitas Vital Paru dengan percepatan penurunan denyut nadi pemulihan mempunyai hubungan yang positif. Besarnya kapasitas aerobik maksimal ( $VO_2Max$ ) dan Kapasitas Vital Paru menentukan kecepatan penurunan denyut nadi pemulihan seseorang.

### **C. Pengajuan Hipotesis**

Berdasarkan uraian dan penjelasan dari kerangka teori dan kerangka berfikir di atas, maka dapat diajukan hipotesis penelitian sebagai berikut:

Diduga terdapat hubungan yang positif antara Kapasitas Aerobik Maksimal ( $VO_2Max$ ) dan Kapasitas Vital Paru dengan Denyut Nadi Pemulihan.