

BAB II

KERANGKA TEORETIS, KERANGKA BERPIKIR, DAN PENGAJUAN HIPOTESIS

A. Kerangka Teoretis

1. Hakikat Kapasitas Vital Paru

Paru-paru merupakan organ pernapasan bagi manusia. Pernapasan atau respirasi adalah menghirup udara dari luar yang mengandung oksigen (O₂) ke dalam tubuh serta menghembuskan udara yang mengandung karbondioksida (CO₂) sebagai sisa dari oksidasi yang keluar dari tubuh. Sisa respirasi berperan untuk menukar udara ke permukaan dalam paru-paru. Udara masuk dalam pernapasan otot sehingga trakea dapat melakukan penyaringan, penghangatan, dan melembabkan udara yang masuk, juga melindungi udara yang lembut. Proses menghisap atau menghirup udara ini disebut inspirasi sedangkan menghembuskan udara disebut ekspirasi.¹

Menurut Evelyn pernapasan merupakan proses ganda, yaitu terjadinya pertukaran gas di dalam jaringan atau “pernapasan dalam” dan di dalam paru-paru atau “pernapasan luar”.² Kemampuan respirasi seseorang dapat dilihat

¹ Giri Wiarto, *Fisiologi dan Olahraga* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2013) h.5

² Evelyn C. Pearce, *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis* (Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama, 2011) h.255

dari pengukuran kapasitas vital, yaitu jumlah udara terbesar yang dapat dikeluarkan dari paru setelah inspirasi maksimal.³

Pernapasan dapat berarti pengangkutan oksigen ke sel dan pengangkutan karbondioksida dari sel kembali ke atmosfer. Proses ini menurut Guyton & Hall dapat dibagi menjadi 4 tahap yaitu :

- a. Pertukaran udara paru, yang berarti masuk dan keluarnya udara ke dan dari alveoli.
- b. Difusi O₂ dan CO₂ antara alveoli dan darah.
- c. Pengangkutan O₂ dan CO₂ dalam darah dan cairan tubuh menuju ke dan dari sel-sel.
- d. Regulasi pertukaran udara dan aspek-aspek lain pernapasan.

Menurut Giri Wiarto bernapas terdiri dari menghirup dan menghembuskan udara atau sering disebut inspirasi dan ekspirasi. Inspirasi merupakan proses oksigen masuk ke paru-paru.⁴ Terjadinya inspirasi karena berkontraksinya otot diafragma dan otot intercosta dengan aktif akan meningkatkan ukuran dada sehingga secara tidak sengaja paru-paru didorong untuk mengembang. Dengan mengembangnya paru-paru ukuran alveoli lebih rendah di banding tekanan di atmosfer. Hal ini menyebabkan udara masuk ke dalam paru-paru.

³ Ganong F. William, *Fisiologi Kedokteran* Ed. 20 (Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC, 1999) h. 625

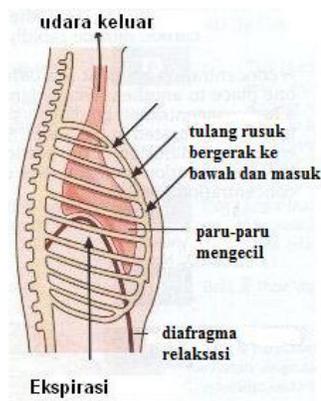
⁴ Giri Wiarto, *Op.Cit*, h.5



Gambar 2.1. Inspirasi

(Sumber: Giri Wiarso, Fisiologi dan Olahraga 2013: 6)

Ekspirasi merupakan proses dikeluarkannya udara yang berada di dalam paru-paru ke luar tubuh. Hal ini terjadi karena otot diafragma, rongga dada, dan elastisitas paru mengalami relaksasi menyebabkan naik dan turunnya tekanan di dalam paru-paru. Peningkatan tekanan udara di dalam paru-paru menyebabkan udara terdorong ke luar paru-paru.



Gambar 2.2. Ekspirasi

(Sumber: Giri Wiarso, Fisiologi dan Olahraga 2013: 6)

Sistem pernapasan manusia terdiri dari :

a. Rongga Hidung

Rongga hidung adalah jalan utama untuk masuknya udara dan keluarnya udara. Pada permukaan rongga hidung terdapat rambut-rambut halus dan selaput lendir yang berfungsi untuk menyaring udara yang masuk ke dalam rongga hidung. Hidung juga berfungsi untuk menghangatkan, melembabka, dan menyaring udara masuk.⁵

b. Faring

Faring adalah pipa berotot yang berjalan dari dasar tengkorak sampai persambungannya dengan usofagus pada ketinggian tulang rawan krikoid. Maka letaknya dibelakang hidung (nasofaring), dibelakang mulut (orfaring), dan dibelakang laring (faring-laringeal).⁶

c. Laring

Laring terletak di depan bagian terendah faring yang memisahkannya dari kolumna vertebra, berjalan dari faring sampai ketinggian vertebra servikalis dan masuk ke dalam trakea di bawahnya. Laring terdiri atas kepingan tulang rawan yang diikat bersama oleh ligamen dan membran. Yang terbesar diantaranya

⁵ *Ibid*, h.7

⁶ Evelyn C. Pearce, *Op.Cit*, h.257

ialah tulang rawan tiroid, dan disebelah depannya terdapat bejolan subkutaneus yang dikenal sebagai jakun, yaitu disebelah leher.

Laring terdiri atas dua lempeng atau lamina yang bersambung di garis tengah. Di tepi atas terdapat lekukan berupa V. Tulang rawan krikoid terletak di bawah tiroid, bentuknya seperti cincin mohor dengan mohor cincinnya di sebelah belakang (ini adalah tulang rawan satu-satunya yang berbentuk lingkaran lengkap). Tulang rawan lainnya ialah kedua tulang rawan aritenoid yang menjulang disebelah belakang krikoid, kanan dan kiri tulang rawan kuneiform, dan tulang rawan kornikulata yang sangat kecil.⁷

d. Trakea

Trakea atau batang tengkorak kira-kira sembilan centimeter panjangnya. Trakea berjalan dari laring sampai kira-kira ketinggian vertebra torakalis kelima dan di tempat ini bercabang menjadi dua bronkus. Trakea tersusun atas enam belas sampai dua puluh lingkaran tak lengkap berupa cincin tulang rawan yang diikat bersama oleh jaringan fibrosa dan yang melengkapi lingkaran di sebelah belakang trakea, selain itu juga memuat beberapa jaringan otot. Trakea dilapisi selaput lendir yang terdiri atas epitelium bersilia dan sel cangkir. Silia ini bergerak menuju ke atas ke arah laring,

⁷ *Ibid*, h.258

maka dengan gerakan ini debu dan butir-butir halus lainnya yang turut masuk bersama dengan pernapasan dapat dikeluarkan. Tulang rawan berfungsi mempertahankan agar trakea tetap terbuka, karena itu di sebelah belakangnya tidak tersambung, yaitu di tempat trakea menempel pada usofagus, yang memisahkan dari tulang belakang.⁸

e. Bronkus

Bronkus merupakan cabang batang tenggorokan. Cabang pembuluh sudah tidak terdapat cincin tulang rawan. Gelembung paru-paru, berdinding elastis, banyak kapiler darah serta merupakan terjadinya pertukaran oksigen dan karbondioksida. Kedua bronkus yang terbentuk dari belahan dua trakea pada ketinggian kira-kira vertebra torakalis kelima mempunyai struktur serupa dengan trakea dan dilapisi oleh jenis sel yang sama. Bronkus itu berjalan ke bawah dan ke samping ke arah tampak paru-paru. Bronkus kanan lebih pendek dan lebih lebar daripada yang kiri, sedikit lebih tinggi dari arteri pulmonalis dan mengeluarkan sebuah cabang yang disebut bronkus lobus atas, cabang kedua timbul setelah cabang utama lewat dibawah arteri, disebut bronkus lobus bawah. bronkus lobus tengah keluar dari bronkus lobus

⁸ *Ibid.*, h.259

bawah. Bronkus kiri lebih panjang dan lebih langsing daripada yang kanan, dan berjalan dibawah arteri pulmonalis sebelum sibelah menjadi beberapa cabang yang berjalan ke lobus atas dan bawah.⁹

f. Paru-Paru

Paru-paru ada dua, merupakan alat pernapasan manusia. Paru-paru mengisi rongga dada. Terletak disebelah kanan dan kiri dan ditengah dipisahkan oleh jantung beserta pembuluh darah besarya dan struktur lainnya yang terletak di dalam mediastinum. Paru-paru adalah organ yang berbentuk kerucut dengan apeks (puncak) di atas dan muncul sedikit lebih tinggi daripada klavikula di dalam dan dasar leher. Paru-paru dibagi menjadi beberapa belahan atau lobus oleh fisura. Paru-paru kanan mempunyai tiga lobus dan paru-paru kiri memiliki dua lobus. Setiap lobus tersusun atas lobula.¹⁰

Menurut Evelyn C. Pearce besar daya muat udara oleh paru-paru ialah 4.500 ml sampai 5.000 ml atau 4½ sampai 5 liter udara.¹¹ Hanya sebagian kecil dari udara ini, kira-kira 1/10-nya atau 500 ml adalah udara pasang-surut (tidal), yaitu yang dihirup masuk dan dihembuskan keluar pada pernapasan biasa dengan tenang.

⁹ *Ibid.*, h.261

¹⁰ *Ibid.*, h.261

¹¹ *Ibid.*, h.267

Paru-paru pada anak laki-laki menunjukkan sebuah peningkatan dari 1.154 c.c menjadi 3.425 c.c, keuntungan absolut selama sepuluh tahun sebesar 2.271 c.c. ketika dinyatakan dalam hal peningkatan relatif keuntungan ini mencapai 197%. Akibatnya, pada usia 16 tahun keatas rata-rata kapasitas vital untuk laki-laki menjadi tiga kali lebih besar dibanding umur 6 tahun.¹² Jadi dalam penelitian ini sangat memungkinkan bagi atlet bola voli putra memiliki kapasitas vital paru yang besar.

Arie Sutopo dan Alma Permana dalam buku Penuntun Praktikum Ilmu Faal Dasar mengungkapkan bahwa Kapasitas Vital (KV) adalah volume maksimal yang dihembuskan setelah inspirasi maksimal.¹³

Tabel 2.1. Norma Kapasitas Vital Paru-paru (Norma Untuk atlet Pelatda DKI)

Klasifikasi	Pria	Wanita
Baik	>4 liter	>3 liter
Sedang	3 – 4 liter	2 – 3 liter
Kurang	< 3 liter	< 2 liter

(Sumber: Lab Somatokinetika Universitas Negeri Jakarta)

¹² Chester A. Stewart, *The Vital Capacity Of The Lungs Of Children In Healt and Disease, Journal Of Children Of Disease* Volume 24, Nomor 6, 1922 H.451 (diakses melalui <http://booksdescr.org/scimag/index.php?s=resting%20pulse%20rate> pada tanggal 3 juli 2019)

¹³ Arie S. Sutopo dan Alma Permana Lestari W, *Buku Penuntun Praktikum Ilmu Faal Dasar* (Jakarta: UNJ, 2001), h. 9.

Menurut Arthur Kapasitas vital sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan respirasi. 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 juga (kira-kira 4.600 mililiter).¹⁴

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

Pada wanita mempunyai kapasitas paru yang lebih kecil daripada pria yaitu sekitar 75%-80%. Dan kapasitas paru bagi atlet dan bukan atlet akan berbeda. Pada saat berolahraga, darah akan lebih banyak datang ke paru-paru dengan membawa karbondioksida yang lebih banyak, karbondioksida tersebut akan dikeluarkan dan akan menambahkan konsumsi oksigen dalam bentuk darah untuk diangkut ke sel-sel dan jaringan di seluruh tubuh.¹⁵

Menurut Hasjim Effendi dan Jameiny Jazir pada orang normal, volume udara di dalam paru-paru bergantung pada besar dan bentuk tubuhnya.¹⁶

¹⁴ Guyton, Arthur, *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* (Jakarta: Penerbit buku kedokteran, 1994), h. 151.

¹⁵ Giri Wiarto, Op.Cit, h.11

¹⁶ Hasjim Effendi, Jameiny Jazir, *Fisiologi Pernafasan dan Pathofisiologinya* (Bandung: Penerbit Alumni, 1980), h.16

Selain pada bentuk anatomis seseorang, faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas vital adalah posisi ketika kapasitas ini diukur, kekuatan otot pernapasan, distensibilitas paru-paru dan sangkar dada yang disebut compliance.

Nilai kapasitas vital rata-rata pada pria dewasa muda sekitar 4,6 liter, dan pada wanita dewasa muda sekitar 3,1 liter. Untuk mengukur kapasitas vital paru-paru tersebut diperlukan alat yang bernama Spirometer guna mencatat volume udara yang dikeluarkan saat ekspirasi maksimal.

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

- a. Volume Tidal, yaitu 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), yaitu jumlah udara yang dapat dikeluarkan secara aktif dari dalam paru melalui kontraksi otot respirasi setelah ekspirasi biasa.

d. Volume sisa atau Residual Volume (RV), yaitu udara yang masih tertinggal dalam paru setelah ekspirasi maksimal.¹⁷

Selama atlet melakukan latihan fisik maka dalam pernapasan biasa kerja total diperkirakan 0,3 sampai dengan 0,8 Kg-m/menit, nilai ini meningkat dengan jelas selama latihan fisik.¹⁸ Sedangkan dalam waktu istirahat, manusia normal bernapas atau melakukan respirasi 12- 15 kali permenit. Kira-kira 500 ml udara masuk dan keluar setiap bernapas , atau 6-8 liter per menit.¹⁹

Kapasitas paru-paru sendiri merupakan salah satu modal dasar atlet dalam mencapai tujuan prestasinya. Kapasitas vital paru-paru sangat penting bagi atlet, karena jika pada kapasitas vital ini tidak baik maka kondisi atlet tidak akan memiliki pasokan cadangan energi. Dalam hal ini O₂ yang terdapat didalam tubuh, dan kemudian akan diproses menjadi tenaga. Karena kapasitas vital paru-paru merupakan cadangan pasokan inspirasi maksimal dan ekspirasi maksimal akan berguna dalam masa kompetisi yang memerlukan energi yang banyak untuk mempertahankan stamina atlet tersebut.

2. Hakikat Denyut Nasi istirahat

Denyut nadi adalah suatu denyut yang dihasilkan pompa jantung (ventrikel sinistra) untuk mengalirkan darah dan masuk kedalam sistem

¹⁷ Ganong F. Wiliam, *Op.Cit*, h.624

¹⁸ *Ibid.*, h.637

¹⁹ Arie S Sutopo dan Alma Permana Lestari, *Op.Cit*, h.9

arteri.²⁰ Sedangkan menurut Evelyn C. Pearce denyut nadi atau denyut arteri adalah suatu gelombang yang teraba pada arteri bila darah dipompa keluar jantung.²¹ Denyut ini mudah diraba di tempat arteri melintasi sebuah tulang yang terletak dengan permukaan, seperti arteri radialis disebelah depan pergelangan tangan, arteri temporalis di atas tulang temporal, ataupun pada arteri dorsalis podis di belokan mata kaki. Yang teraba bukanlah darah yang dipompa oleh jantung masuk ke dalam aorta melainkan gelombang tekanan yang dialihkan dari aorta dan merambat lebih cepat daripada darah itu sendiri.

Jantung adalah organ utama dalam sirkulasi darah. Aliran darah dari ventrikel kiri melalui arteri, arteriola, dan kapiler kembali ke atrium kanan melalui vena disebut peredaran darah besar atau sirkulasi sistemik. Aliran dari ventrikel kanan, melalui paru-paru, ke atrium kiri adalah peredaran darah kecil atau sirkulasi pulmonal.²²

Menurut Peter M Jansen denyut nadi istirahat adalah denyut yang dapat memberikan informasi kepada atlet tentang keadaan kondisinya.²³ Dari hal tersebut dapat diketahui bahwa denyut nadi istirahat dapat memberikan informasi tentang keadaan kondisi fisik kebugaran atlet sebelum melakukan kegiatan.

²⁰ Arie S. Sutopo dan Alma Permana Lestari W, *Op.Cit*, h. 4

²¹ Evelyn C. Pearce, *Op.Cit*, h.151

²² Evelyn C. Pearce, *Op.Cit*, h.152

²³ Peter G.J.M Jansen, *Latihan Laktat Denyut Nadi* (Jakarta: Depdiknas, 1993) h.24

Jadi dapat disimpulkan dari teori-teori tersebut bahwa denyut nadi istirahat merupakan denyut nadi yang diukur ketika dalam keadaan istirahat atau tidak sedang melakukan kegiatan fisik apapun seperti berolahraga. Dengan mengetahui denyut nadi istirahat tersebut maka dapat diketahui kondisi keadaan dalam tubuh atlet sebelum melakukan latihan ataupun sebelum memulai pertandingan.

Istilah lain denyut nadi merupakan manifestasi dari kemampuan denyut jantung. Darah yang didorong ke arah aorta sistol tidak hanya bergerak maju dalam pembuluh darah, tapi juga menimbulkan gelombang bertekanan yang berjalan sepanjang arteri. Gelombang yang bertekanan meregang di dinding arteri sepanjang perjalanannya dan regangan itu dapat diraba sebagai denyut nadi.

Denyut nadi manusia rata-rata berdenyut sekitar 60-100 kali per menit. Orang yang terbiasa dalam berolahraga seperti halnya seorang atlet biasanya memiliki denyut jantung normal yang lebih rendah, yaitu sekitar 40 kali per menit.

Denyut nadi istirahat adalah pengukuran frekuensi nadi yang dilakukan tidak dalam latihan atau sebelum melakukan latihan. Hasil pengukuran denyut nadi dapat digunakan sebagai evaluasi efisiensi kerja jantung pada aktifitas fisik atau kegiatan jasmani. Bisa dikatakan orang yang terlatih daya tahan jantung dan paru-parunya memiliki denyut nadi yang lebih rendah. Menurut

Sadoso Sumosardjono frekuensi denyut nadi tiap tingkat usia berbeda dengan anak-anak, denyut nadi istirahatnya yang lebih tinggi dari orang dewasa.

Secara individual denyut nadi istirahat dipengaruhi oleh sejumlah besar faktor seperti kecemasan, konsumsi alkohol dan suhu lingkungan. Namun, kemungkinan ini tidak menentu, yang akan mengurangi dalam sampel besar dan seperti yang telah ditunjukkan dalam literatur yang dikutip sebelumnya, detak jantung saat istirahat adalah korelasi yang berguna dari tingkat olahraga dalam populasi.²⁴

Denyut nadi istirahat adalah ukuran yang berpotensi untuk kebugaran neurologis, karena :

- a. Berbasis neurologis
- b. Didukung oleh hasil penelitian (biasanya dibuktikan jika denyut nadi istirahat rendah dikatakan lebih baik dibandingkan denyut nadi istirahat yang lebih tinggi.²⁵

Denyut nadi yang cepat dapat disebabkan oleh beberapa hal, yakni oleh aktivitas fisik, anemia, mengkonsumsi obat-obatan dan zat tertentu seperti

²⁴ G. D. LAIRD and M. J. CAMPBELL, Brit.J.Sports Med : *EXERCISE LEVELS AND RESTING PULSE RATE IN THE COMMUNITY*, Department of Medical Statistics and Computing Volume 22, nomor 4, 1988, h. 148. (diakses melalui <http://booksdescr.org/scimag/index.php?s=resting%20pulse%20rate> pada tanggal 3 juli 2019)

²⁵ John Hart, Clinical Practice : *Normal Resting Pulse Rate Ranges*, Journal Of Nursing Education and Practice Volume 5, nomor 8, 2015, h.95 . (diakses melalui <http://booksdescr.org/scimag/index.php?s=resting%20pulse%20rate> pada tanggal 3 juli 2019)

kafein, amfetamin, obat flu, rokok, dan alkohol, lalu saat kondisi tubuh sedang demam atau menderita kondisi tertentu seperti hipertiroid, serta faktor psikologi seperti cemas dan stres.

Sedangkan denyut nadi rendah saat istirahat bisa disebabkan oleh penyakit jantung, gangguan listrik jantung, mengkonsumsi obat-obatan untuk penyakit jantung, tingkat kebugaran yang baik, dan kelenjar tiroid kurang aktif (Hipotiroidisme) sementara denyut nadi yang lemah bisa diakibatkan adanya pendarahan atau dehidrasi berat yang menyebabkan syok, atau masalah pada jantung seperti henti jantung dan gagal jantung.

Salis menemukan bahwa denyut nadi saat istirahat berkorelasi baik dengan tingkat olahraga yang kuat dan, dalam sebuah studi longitudinal, bahwa detak jantung saat istirahat adalah satu-satunya variabel fisiologis yang berubah secara signifikan pada subjek yang meninggalkan olahraga berat dibandingkan dengan mereka yang mempertahankannya.²⁶

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi denyut nadi antara lain :

a. Usia

Denyut nadi normal pada anak-anak cenderung lebih tinggi daripada orang dewasa. Sedangkan pada lansia, denyut nadi cenderung lebih rendah.

²⁶ Sallis, J. F., Haskell, W. L., Wood, P. W., Fortmann, S. P. and Vranizan, K. M., *Virgorous Physical Activity and Cardivascular Risk Factors In Young Adults* (J.Chron.Dis, 1986) h.115

b. Suhu Udara

Ketika suhu dan kelembapan udara tinggi, jantung akan lebih banyak darah. Akibatnya, denyut nadi juga akan meningkat sekitar 5-10 kali permenit.

c. Posisi Tubuh

Denyut nadi ketika kita sedang tiduran, duduk, atau berdiri sama saja. Terkadang ketika sedang duduk atau berbaring dan kemudian berdiri denyut nadi dapat naik sedikit selama 15-20 detik. Namun setelah beberapa menit denyut nadi akan normal kembali.

d. Emosi

Emosi dapat meningkatkan denyut nadi, terutama pada saat stres, cemas, sangat gembira, atau terkejut.

e. Ukuran Tubuh

Penderita obesitas kemungkinan memiliki denyut nadi yang lebih tinggi, tetapi biasanya tidak lebih dari 100 kali per menit.

f. Efek Samping Obat

Obat-obatan yang memblokir hormon adrenalin cenderung memperlambat denyut nadi. Namun sebaliknya, terlalu banyak mengkonsumsi obat tiroid dapat menaikkan denyut nadi.

Denyut nadi biasanya diperiksa untuk mengetahui apakah jantung berfungsi dengan baik atau tidak, menemukan tanda-tanda penyakit, memeriksa aliran darah setelah cedera, dan sebagai bagian dari pemeriksaan

tanda-tanda vital secara umum. Maka dari itu seorang atlet perlu pengecekan baik itu dalam latihan atau sebelum memulai pertandingan, untuk mengetahui apakah atlet dalam kondisi fisik yang prima atau dalam keadaan sakit.

Dalam setiap tubuh makhluk hidup seperti halnya manusia, terjadi suatu sistem sirkulasi. Menurut Soedjono, sistem sirkulasi merupakan sistem yang berfungsi untuk mengangkut berbagai substansi menuju dan dari sel-sel tubuh, melindungi tubuh terhadap serangan mikroorganisme, dan mengatur panas tubuh.²⁷

Salah satu komponen dalam sirkulasi adalah darah. Sebagai motor penggerak untuk mengalirkan darah keseluruh sel adalah jantung. Karena jantung merupakan organ vital dan merupakan pertahanan terakhir untuk hidup selain otak. Denyut yang ada di dalam tubuh manusia ini tidak dapat dikendalikan oleh manusia itu sendiri. Namun kemampuan denyut seseorang dapat dirubah oleh beberapa faktor seperti berolahraga yang teratur.

Kecepatan denyut jantung dalam keadaan sehat berbeda-beda, dipengaruhi penghidupan, pekerjaan, makanan, umur, dan emosi. Irama dan denyut sesuai dengan siklus jantung. Kalau jumlah denyut ada 70, berarti siklus jantung 70 kali semenit juga.²⁸

²⁷ Basoeki Soedjono, *Anatomi dan Fisiologi Manusia* (Jakarta: Depdikbut, 1988) h.237

²⁸ Evelyn C. Pearce, *Loc.Cit* h.151

Tabel 2.2. Kecepatan Normal Denyut Nadi (jumlah denyut setiap menit)

Pada bayi yang baru lahir	140
Selama tahun pertama	120
Selama tahun kedua	110
Pada umur 5 tahun	96-100
Pada umur 10 tahun	80-90
Pada orang dewasa	60-80

(Sumber : Evelyn C. Pearce Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedis 1999 : 126)

Pada atlet dengan *endurance* yang terlatih, denyut nadi saat istirahat adalah rendah. Sedangkan denyut nadi saat istirahat pada orang-orang tidak terlatih adalah 70-80 detak per menit. Jika kapasitas *endurance* meningkat denyut nadi istirahat akan menurun berangsur-angsur.²⁹

Denyut nadi istirahat pada orang dengan rata-rata curah jantung lima liter biasanya mencapai 70 kali per menit denyut nadi istirahat bagi orang-orang yang tidak terlatih, sedangkan orang yang terlatih denyut nadi istirahatnya bisa mencapai 45 atau bahkan dibawah 30 kali per menit denyut nadi istirahat.³⁰

²⁹ Peter G. Jansen, *Op.Cit*, h.25

³⁰ Junusul Hairi. *Daya Tahan Aerobik* (Departemen pendidikan Nasional: 2003) h.98

Jadi dapat disimpulkan dari beberapa uraian teori di atas bahwa denyut nadi istirahat adalah denyut nadi yang diukur pada saat keadaan istirahat atau tidak sedang dalam melakukan aktivitas fisik. Denyut nadi istirahat dapat dikatakan sebagai indeks kerja jantung dan memiliki peranan penting yang dapat mengukur tingkat kebugaran jasmani atau aerobik seseorang.

3. Hakikat Kapasitas Aerobik Maksimal

Kapasitas fisik manusia dan peran kebugaran jasmani sangat penting dan menentukan tercapainya prestasi seorang atlet. Oleh sebab itu, perlu mendapat perhatian secara khusus dalam meningkatkan kebugaran jasmani.

Dalam menentukan kebugaran jasmani tentu perlu didukung oleh komponen-komponen dalam tubuh salah satunya kemampuan jantung dan paru-paru. Kemampuan jantung dan paru-paru ini sangat dipengaruhi oleh kapasitas aerobik seseorang dalam kebugarannya. Kapasitas aerobik merupakan kemampuan paru, jantung, dan pembuluh darah untuk menyampaikan sejumlah oksigen yang cukup dan zat-zat gizi ke dalam setiap sel-sel yang bekerja untuk memenuhi kebutuhan aktifitas fisik yang berlangsung dalam waktu yang lama.³¹

Pengukuran banyaknya udara atau oksigen disebut VO₂Max. V yang berarti volume, O₂ berarti oksigen, dan Max berarti *maximum*, dengan

³¹ Junusul Hairy, *Op.Cit*, h.11

demikian VO2Max berarti volume oksigen yang tubuh dapat gunakan saat bekerja sekeras mungkin.³²

VO2 adalah jumlah oksigen yang digunakan oleh otot selama interval tertentu (biasanya 1 menit) untuk metabolisme sel dan memproduksi energi. VO2Max adalah volume maksimum oksigen yang dapat digunakan permenit.³³

Mereka yang mempunyai VO2Max tinggi dapat lebih banyak melakukan pekerjaan sebelum menjadi lelah, dibandingkan orang-orang yang memiliki VO2Max yang rendah. Dengan demikian orang-orang yang memiliki VO2Max tinggi adalah orang-orang yang memiliki kesegaran jasmani.³⁴

Mereka yang mempunyai VO2Max tinggi dapat lebih banyak melakukan pekerjaan sebelum menjadi lelah, dibandingkan orang-orang yang memiliki VO2Max yang rendah. Dengan demikian orang-orang yang memiliki VO2Max tinggi adalah orang-orang yang memiliki kesegaran jasmani.³⁵

Menurut Arie Sutoppo dan Alma Permana Lestari kapasitas aerobik maksimal ialah suatu kualitas yang memungkinkan kita mampu melaksanakan secara terus menerus selama mungkin suatu kerja fisik yang agak bersifat

³² Dr Kathleen Liwijaya Kuntaraf, Dr Jonathan Kuntaraf, Olahraga Sumber Kesehatan (Percetakan advent Indonesia: 1992) h.34

³³ Giri Wiarto, *Op.Cit*, h.13

³⁴ *Ibid.*, h.35

³⁵ *Ibid.*, h.35

umum dalam kondisi aerobik (cukup oksigen).³⁶ Sehingga dapat dikatakan bahwa jika seseorang memiliki kapasitas aerobik maksimal yang tinggi atau mencukupi maka orang tersebut pastinya tidak mudah lelah karena telah cukup oksigen untuk melakukan segala kegiatannya.

VO2Max diukur dalam bentuk jumlah militer oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan dalam setiap menit. Sebagai contoh pada mahasiswa rata-rata mempunyai VO2Max antara 40-50, sedangkan pada mahasiswi antara 35-45. Untuk atlet yang memiliki daya tahan tinggi rata-rata VO2Max-nya 75, dan atlet wanita sekitar 65, yang berarti jumlah mililiter oksigen yang dikonsumsi per kg berat badan per menit. Profesor kesehatan masyarakat dari Universitas Loma Linda menyebutkan bahwa ada 5 faktor yang menentukan VO2Max seseorang, yaitu jenis kelamin, usia, keturunan, komposisi tubuh, dan latihan.³⁷

Tabel 2.3. Norma VO2Max (Bleep Tes)

Klasifikasi	Standar
Baik	> 54
Sedang	50 – 53.9
Kurang	< 50

(Sumber: Lab Somatokinetika Universitas Negeri Jakarta)

³⁶ Arie S Sutopo dan Alma Permana Lestari W, *Buku Penuntun Pendidikan Faal Kerja* (Jakarta: FIK UNJ 2002), h.9

³⁷ Kathleen Liwijaya Kuntaraf & Jonathan Kuntaraf. *Op.Cit*, h.35

Secara metabolisme, otot aerobik adalah cara kerja dimana sistem energi tubuh utama adalah memberi energi bagi pembaharuan ATP dengan oksidasi karbohidrat, lemak, dan protein yang tersimpan dalam sel. Metabolisme aerobik sangatlah efisien yang pada akhirnya tidak menimbulkan kelelahan seperti pada sistem kerja anaerobik.

4. Hakikat Bola Voli Universitas Negeri Jakarta

Pada mulanya permainan bola voli diciptakan hanya sebagai olahraga rekreasi khusus bagi usahawan lanjut usia, tetapi kini permainan bola voli telah berkembang menjadi salah satu cabang olahraga yang paling banyak dipertandingkan di Dunia serta diminati oleh semua golongan usia.

Bola voli merupakan permainan diatas lapangan persegi empat yang lebarnya 900cm dan panjang 1800cm, dibatasi oleh garis selebar 5cm. Ditengahnya dibatasi oleh net (jala) yang lebarnya 900cm, terbentang kuat dan mendaki sampai pada ketinggian 243cm dari bawah untuk laki-laki dan 224cm untuk wanita. Dalam permainan bola voli ada 6 pemain, tiga di belakang dari pertengahan lapangan dan sisanya berada didepan. Bola resmi yang digunakan adalah bola yang mempunyai 12 tali kulit atau peti getah disamping daun getah (karet) dipompa dengan tekanan 7 pon.³⁸

Bola voli menjadi cabang olahraga permainan yang sangat menyenangkan karena dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi yang

³⁸ Bonnie Robinson, Bola Voli Bimbingan, *Petunjuk dan Teknik Bermain* (Semarang: Dahara Prize, 1993), h. 12

mungkin timbul di dalamnya, dan dapat dimainkan dengan jumlah pemain yang bervariasi. Seperti voli pantai dengan jumlah pemain masing-masing tim 2 orang dan permainan dengan jumlah 6 orang yang biasa digunakan.

Bola voli dapat dimainkan dan dinikmati berbagai usia dan berbagai kalangan. Bola voli juga dapat dimainkan di dalam maupun diluar ruangan. Peraturan permainan bola voli yang digunakan adalah sesuai dengan peraturan internasional yang disusun oleh Leo Rolex, pengurus pusat PBVSI, edisi 2001, bahwa permainan bola voli adalah olahraga beregu, dimainkan dua regu di setiap lapangan dengan dipisahkan oleh net. Tujuan dari pertandingan adalah melewati bola di atas net agar dapat jatuh menyentuh lantai daerah lawan dan mencegah dengan upaya agar bola yang sama (dilewatkan) tidak tersentuh lantai dalam lapangan sendiri. Regu dapat dimainkan tiga kali pantulan untuk dikembalikan bola itu (kecuali dalam perkenaan bendungan). Bola dinyatakan dalam permainan dengan satu *rally*, pukulan bola oleh sever melewati atas net ke daerah lawan. Permainan bola di udara (*rally*) berlangsung secara teratur sampai bola tersebut tersentuh lantai atau bola keluar atau satu regu mengembalikan bola secara sempurna. Dalam permainan bola voli hanya regu yang menang satu *rally* permainan diperoleh satu angka, hingga salah satu regu menang dalam pertandingan dengan terlebih dahulu mengumpulkan minimal dua puluh lima angka dan untuk set penentuan lima belas angka. Untuk mencapai prestasi yang maksimal dalam olahraga bola voli maka dibutuhkan kondisi fisik yang prima,

penerapan taktik yang cocok, mental bertanding yang matang, dan penguasaan teknik yang sempurna.

Pada Universitas Negeri Jakarta terdapat suatu tim bola voli yang beranggotakan mahasiswa Universitas Negeri Jakarta dan bahkan para lulusan dari UNJ, yang masih aktif dalam setiap kegiatan bola voli yang di adakan oleh para pengurus KOP bola voli. Tim bola voli yang terdapat pada Universitas Negeri Jakarta ini juga dikenal dengan tim bola voli Fortius UNJ sebagai salah satu klub bola voli yang terdapat di Jakarta Timur.

Universitas Negeri Jakarta memiliki anggota yang terdiri dari putra dan putri yang sebagian besar berstatus sebagai atlet dan juga sebagai pengurus. Tim bola voli UNJ seringkali mengikuti sebuah kejuaraan dan bahkan juga mengadakan sebuah kejuaraan untuk mahasiswa, namun diketahui pada tim bola voli putra UNJ jarang sekali mendapatkan gelar juara pada suatu kejuaraan. Hal yang sering terjadi pada faktor kekalahan tersebut adalah daya tahan tubuh yang kurang baik seperti yang terjadi pada Pekan Olahraga Mahasiswa Daerah DKI Jakarta yang diadakan pada tahun 2018 lalu. Pada saat itu tim bola voli Putra Universitas Negeri Jakarta yang sudah memiliki poin set 2 – 0 justru dikalahkan oleh tim bola voli putra dari Universitas Trisakti dengan perolehan poin set akhir menjadi 3 – 2. Kekalahan tersebut menjadikan sebuah catatan yang perlu di perhatikan oleh pihak pelatih dan para pengurus tim bola voli putra Universitas Negeri Jakarta. Karena faktor

tersebut pihak pelatih dan para pengurus perlu memperhatikan setiap kondisi fisik pada atlet dan peningkatan yang terjadi.

B. Kerangka Berpikir

Tim bola voli putra Universitas Negeri Jakarta merupakan salah satu tim bola voli yang bersifat prestasi. Untuk meraih prestasi tersebut, seharusnya pelatih dan staff tim bola voli putra Universitas Negeri Jakarta memperhatikan segala faktor-faktor pendukung tercapainya prestasi tersebut, dengan memperhatikan dosis program latihan yang tepat, pemeriksaan kemampuan fisik atlet, melakukan evaluasi terhadap psikologis atlet, pencegahan cedera atlet dan efek negatif dari latihan, dan pengobatan yang tepat terhadap atlet yang cedera. Tetapi prestasi itu tidak hanya ditentukan oleh atlet itu sendiri, namun masih banyak faktor penunjang prestasi atlet tersebut seperti kualitas atau mutu pelatih, dukungan dari manajer tim, tingkat kesejahteraan atlet, kondisi fisik, mental saat bertanding, lalu sarana dan prasarana latihan. Dari semua faktor yang ada dalam pencapaian prestasi, peneliti akan meneliti tentang faktor fisik pada atlet bola voli putra Universitas Negeri Jakarta.

Kondisi fisik pada atlet haruslah baik, hal ini dikarenakan gerakan-gerakan dalam permainan bola voli sangat anaerobik, dengan rata-rata rally berlangsung 7-9 detik. *Setting, spiking, jumping dan blocking* semuanya adalah gerakan anaerobik power. Anaerobik tersebut merupakan sistem energi yang tidak menggunakan oksigen pada proses pembentukannya dan salah

satu dari hasil prosesnya yaitu asam laktat. Anaerobik seseorang dapat dikatakan baik apabila seseorang tersebut memiliki toleransi terhadap asam laktat yang tinggi. Pada proses meningkatkan keahlian tersebut akan berhasil jika dibentuk basis fisik secara berulang-ulang dan permainan bola voli ini dimainkan selama lima set. Dalam waktu tersebut atlet bola voli dituntut untuk memiliki daya tahan tubuh atau kebugaran fisik yang baik. Pada permainan bola voli juga dituntut selalu bergerak sepanjang satu *rally* pertandingan. Karena dalam satu rally pertandingan butuh tiga kali kemenangan, apalagi pada pertandingan yang kompetitif yang mampu berjalan hingga lima set dan berlangsung sampai beberapa jam. Agar dapat bermain dengan konsisten dan penuh konsentrasi, daya tahan tubuh atau kebugaran fisik yang baik ini dapat dinilai dengan denyut nadi istirahat yang rendah sebelum melakukan kegiatan serta VO₂Max dan kapasitas vital paru yang baik juga untuk dapat melakukan hal tersebut.

Atlet bola voli yang memiliki intensitas denyut nadi baik dan kapasitas vital paru yang baik juga, maka akan mempunyai kapasitas aerobik maksimal yang optimal. Diketahui bahwa sistem transport oksigen melibatkan juga sistem sirkulasi, respirasi dan jaringan. Mereka bekerja yaitu bertujuan melepaskan atau menyampaikan oksigen ke otot yang sedang bekerja. Karena latihan kapasitas aerobik yang maksimal dapat meningkatkan respon kerja jantung dan denyut nadi terhadap kegiatan tersebut. Maka pembuluh kapiler pada otot bertambah banyak, sehingga memungkinkan difusi oksigen

didalam otot dapat lebih mudah, ini menandakan mampu mengangkut rata-rata oksigen yang tidak terlatih.

Berdasarkan uraian kerangka berpikir tersebut, diduga bahwa adanya pengaruh antara Kapasitas Vital Paru dan Denyut Nadi Istirahat terhadap Kapasitas Aerobik Maksimal (VO₂Max).

C. Pengajuan Hipotesis

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

1. Diduga terdapat hubungan yang terikat antara Kapasitas Vital Paru dengan Kapasitas Aerobik Maksimal (VO₂Max).
2. Diduga terdapat hubungan yang terikat antara Denyut Nadi Istirahat dengan Kapasitas Aerobik Maksimal (VO₂Max).
3. Diduga terdapat hubungan yang terikat antara Kapasitas Vital Paru dan Denyut Nadi Istirahat secara bersama-sama dengan Kapasitas Aerobik Maksimal (VO₂Max).