

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Olahraga

2.1.1 Definisi

Olahraga adalah suatu bentuk kegiatan fisik yang dapat meningkatkan kebugaran jasmani. Dalam olahraga tidak hanya melibatkan sistem muskuloskeletal semata, namun juga mengikutsertakan sistem lain seperti sistem kardiovaskular, sistem respirasi, sistem ekskresi, sistem saraf dan masih banyak lagi. Olahraga mempunyai arti penting dalam memelihara kesehatan dan menyembuhkan tubuh yang tidak sehat (Mutohir & Maksun, 2007).

Olahraga merupakan kegiatan jasmani yang dilakukan dengan maksud untuk memelihara kesehatan dan memperkuat otot - otot tubuh. Kegiatan ini dalam perkembangannya dapat dilakukan sebagai kegiatan yang menghibur, menyenangkan atau juga dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan prestasi (Ramadhani, 2008).

Aktifitas fisik adalah setiap pergerakan tubuh akibat aktifitas otot - otot skelet yang mengakibatkan pengeluaran energi. Setiap orang melakukan aktifitas fisik antara individu satu dengan yang lain tergantung gaya hidup perorangan dan faktor lainnya. Aktifitas fisik terdiri dari aktifitas selama bekerja, tidur, dan pada

waktu senggang. Latihan fisik yang terencana, terstruktur, dilakukan berulang - ulang termasuk olahraga fisik merupakan bagian dari aktifitas fisik. Olahraga fisik dapat mencegah resiko terjadinya penyakit tidak menular seperti penyakit pembuluh darah, diabetes, kanker dan lainnya (Kristanti, 2002).

Aktifitas fisik juga merupakan kerja fisik yang menyangkut sistem lokomotor tubuh yang ditujukan dalam menjalankan aktifitas hidup sehari - harinya. Suatu aktifitas fisik yang memiliki tujuan tertentu dan dilakukan dengan aturan - aturan tertentu secara sistematis seperti adanya aturan waktu, target denyut nadi, jumlah pengulangan gerakan dan lain - lain, hal ini disebut latihan. Sedangkan yang dimaksud dengan olahraga adalah latihan yang dilakukan dengan mengandung unsur rekreasi (Lesmana, 2003).

Komponen - komponen dalam kebugaran jasmani terbagi atas dua bagian yaitu :
(Mutohir & Maksum, 2007.)

1. Kebugaran berhubungan dengan kesehatan :

a. Daya tahan jantung dan paru - paru yaitu komponen yang menggambarkan kemampuan dan kesanggupan melakukan kerja dalam mengambil dan menyuplai oksigen yang dibutuhkan.

b. Kekuatan otot, yaitu kekuatan yang diperlukan dalam kehidupan sehari-hari terutama tungkai yang harus menahan berat badan. Semakin tua seseorang maka akan semakin berkurang pula kekuatan otot-ototnya apabila tidak terlatih secara teratur.

c. Daya tahan otot, yakni kemampuan dan kesanggupan otot melakukan kerja secara berulang - ulang tanpa mengalami kelelahan.

d. Fleksibilitas otot, yaitu kemampuan gerak maksimal suatu persendian. Hal ini mengurangi terjadinya resiko cedera.

e. Komposisi tubuh, yaitu berhubungan dengan pendistribusian otot dan lemak ke seluruh tubuh. Kelebihan lemak akan beresiko kegemukan dan menderita berbagai penyakit.

2. Kebugaran yang berhubungan dengan keterampilan motorik :

a. Keseimbangan (*balance*), berhubungan dengan sikap mempertahankan keseimbangan ketika diam atau bergerak.

b. Daya ledak (*eksplosive power*), berhubungan dengan laju ketika seseorang melakukan kegiatan. Daya ledak merupakan hasil dari kekuatan dikalikan dengan kecepatan.

c. Kecepatan (*speed*), kemampuan seseorang untuk mengerjakan gerakan yang berkesinambungan dalam bentuk yang sama dengan waktu yang sesingkat - singkatnya.

d. Kelincahan (*agility*), berhubungan dengan kemampuan cara mengubah posisi dengan kecepatan dan ketepatan yang tinggi.

2.1.2 Fungsi Olahraga

Fungsi khusus dari kebugaran jasmani terbagi menjadi tiga golongan sebagai berikut : (Agus, 2004)

1. Golongan pertama yang berdasarkan pekerjaan. Misalnya, kebugaran jasmani bagi olahragawan untuk meningkatkan prestasi, kebugaran jasmani bagi karyawan

untuk meningkatkan produktivitas kerja, dan kebugaran jasmani bagi pelajar untuk mempertinggi kemampuan belajar.

2. Golongan kedua berdasarkan keadaan. Misalnya, kebugaran jasmani bagi orang-orang cacat untuk rehabilitasi, dan kebugaran jasmani bagi ibu hamil untuk mempersiapkan diri menghadapi kelahiran.

3. Golongan ketiga berdasarkan umur. Bagi anak - anak untuk merangsang pertumbuhan dan perkembangan, dan kebugaran jasmani bagi orang tua untuk meningkatkan daya tahan tubuh.

2.1.3 Klasifikasi Olahraga

Pada dasarnya, ada dua macam ketahanan kardiorespirasi, yaitu aerobik dan anaerobik. Ketahanan aerobik adalah kemampuan untuk melakukan aktivitas jangka panjang (dalam hitungan menit sampai jam) yang bergantung pada sistem O_2 - ATP untuk memasok persediaan energi yang dibutuhkan selama aktivitas. Aktivitas yang dilakukan dalam jangka waktu yang lebih singkat membutuhkan sistem yang dapat menyediakan ATP lebih cepat dari sistem O_2 - ATP. Maka digunakanlah sistem energi anaerobik, yaitu glikolisis parsial untuk menyediakan energi yang dibutuhkan. Aktivitas semacam ini disebut dengan ketahanan anaerobik (Thomas, 2010).

Olahraga sendiri dapat dibagi menjadi dua kelompok. Pertama adalah olahraga aerobik, yaitu olahraga yang menggunakan energi yang berasal dari pembakaran oksigen, dan membutuhkan oksigen. Contoh olahraga aerobik misalnya basket, *treadmill*, bersepeda, renang. Olahraga anaerobik adalah olahraga yang

menggunakan energi dari pembakaran tanpa oksigen, dalam hal ini aktivitas yang terjadi menimbulkan hutang oksigen. Contoh dari olahraga anaerobik adalah lari sprint jarak pendek, angkat beban, dan bersepeda cepat (Hermina,*et.al.*, 2004).

2.1.3.1 Olahraga Aerob

Latihan aerobik adalah latihan yang memerlukan oksigen untuk pembentukan energinya yang dilakukan secara terus menerus, ritmis, dengan melibatkan kelompok otot - otot besar terutama otot tungkai pada intensitas latihan 60 - 90% dari *Maximal Heart Rate* (MHR) dan 50 – 85 % dari penggunaan maksimal oksigen selama 20 - 50 menit dengan frekuensi latihan tiga kali perminggu (Kusmaningtyas, 2011).

Ada dua ciri dari latihan aerobik yaitu olahraga tersebut cukup memberikan banyak gerakan tubuh yang mengakibatkan tubuh anda berfungsi untuk jangka waktu sedikitnya 20 sampai 30 menit setiap kali berolahraga, olahraga tersebut akan memberikan kegiatan yang cukup menarik hingga ingin mengulanginya kembali terus menerus untuk yang akan datang (Garrison, 2007).

Aktivitas olahraga aerobik merupakan jenis olahraga yang dapat meningkatkan kesehatan jantung dan paru. Aktivitas olahraga aerobik dapat memberikan hasil yang maksimal jika dilakukan secara rutin dan efektif sehingga mencapai tujuan tidak menimbulkan cedera (Purba, 2006). Olahraga aerobik adalah olahraga yang dilakukan secara terus menerus dimana kebutuhan oksigen, masih dapat dipenuhi oleh tubuh. Olahraga aerobik dibagi dalam 3 tipe : (Miller, 2006)

a. Tipe 1 :

Olahraga dengan naik turunnya denyut nadi yang relatif stabil . Contoh : jalan, bersepeda, dan *treadmill*.

b. Tipe 2 :

Olahraga dengan naik turunnya denyut nadi secara bertahap . Contoh : senam, dansa, dan renang.

c. Tipe 3 :

Olahraga dengan naik turunnya denyut nadi secara mendadak, umumnya dalam bentuk permainan. Contoh : sepak bola, basket, voli, tenis lapangan, dan tenis meja.

Kebugaran aerobik membuat tingkat efisiensi yang tinggi pada sistem sirkulasi dan respirasi dalam membawa oksigen ke otot yang sedang bekerja. Banyaknya oksigen yang dapat kita hirup dan kita gunakan, semakin lama juga kemampuan kita untuk bekerja (latihan) sebelum kelelahan. Pada olahraga basket sistem aerobik yang efisien akan membantu tubuh beradaptasi terhadap tingkat laktat, mempermudah penghilangannya, dan mempercepat penyembuhan. Ini akan membuat pemain mampu bermain maksimal untuk waktu yang lebih lama (Brittenham, 2008).

Pada pemain bola basket terdapat beberapa kemampuan fisiologis yang sangat penting agar dapat berprestasi, berlatih, dan bertanding dengan maksimal. Kemampuan fisiologis yang dibutuhkan atlet untuk berprestasi maksimal antara lain daya tahan jantung paru (*cardiovascular endurance*), kapasitas vital paru - paru (*vital capacity*, VC), volume ekspirasi paksa satu detik (*Forced Expiratory*

Volume in One Second, FEV₁), dan kemampuan otot yang maksimal (Bompa, 2009).

Saat olahraga basket maka tekanan darah akan naik cukup tinggi akibat dari latihan fisik yang terjadi pada sistem kardiovaskular, sehingga jantung bekerja keras untuk memompa darah keseluruh tubuh, kemudian saat selesai olahraga basket maka tekanan darah akan turun dan berlangsung selama 30 - 120 menit. Saat curah jantung meningkat, maka darah yang mengalir melewati arteri juga meningkat, sehingga terjadi pelebaran di dalam pembuluh darah arteri. Begitu juga sebaliknya pada orang yang jarang olahraga, maka otot jantung dalam memompa darah tidak terlatih, dan tidak maksimalnya jantung dalam memompa darah, sehingga terjadi kekakuan dan penyempitan pada pembuluh arteri akibat tidak adanya efisiensi kerja jantung. Agar darah dapat mengalir dan mencapai seluruh bagian tubuh, maka diperlukan adanya tekanan darah minimum yang disebut juga *critical closing pressure* yield *pressure*. Tekanan darah minimal ini diperlukan untuk membuka rongga pembuluh darah kecil (kapiler) yaitu sebesar mmHg. Sebaliknya jika tidak melakukan olahraga maka arteri akan kehilangan kelenturannya dan menjadi kaku, sehingga tidak dapat mengembang pada saat jantung memompa darah melalui arteri tersebut. Oleh karena itu, darah pada setiap denyut jantung dipaksa melalui pembuluh yang sempit dan menyebabkan naiknya tekanan darah (Brown,*et.al.*, 2006).

Seorang pemain basket dituntut harus memiliki kecepatan yang maksimal pada saat menggiring bola ketika bermain. Kecepatan adalah kapasitas gerak dari anggota tubuh atau bagaian dari sistem pengungkit tubuh. Kecepatan pergerakan

dari seluruh tubuh yang dilaksanakan dalam waktu yang singkat atau lebih sederhana (Syarif, 2011).

2.1.3.2 Olahraga Anaerob

Aktivitas anaerobik adalah aktivitas yang dalam proses metabolisme pembentukan energi tidak menggunakan oksigen. Energi dihasilkan dari pembentukan ATP melalui sumber energi yang berasal dari kreatin fosfat dan glikogen. Untuk cabang olahraga yang menuntut aktivitas fisik dengan intensitas fisik tinggi dan waktu relatif singkat, misalnya lari sprint 400 meter, sistem energi predominannya adalah anaerobik (Astand,*et.al.*, 2003).

Latihan anaerobik menyebabkan proses anaerobik dalam tubuh dan ini akan menjelaskan mengapa latihan jenis ini hanya dilakukan untuk jangka waktu yang singkat. Latihan anaerobik sangat intensif dan berat, sangat menguras stamina, mempercepat proses metabolisme, dan ini akan berlangsung terus bahkan setelah kita berhenti latihan. Manfaat utama dari latihan anaerobik adalah kemampuannya untuk membangun otot yang lebih kuat dan ketika melakukan latihan anaerobik, energi yang tersimpan dalam otot akan digunakan sebagai sumber energi. Diharapkan dengan kuatnya otot dapat membantu terlaksananya latihan aerobik. Glikolisis anaerobik pada manusia dapat terjadi dalam waktu yang pendek pada aktivitas otot yang ekstrim misalnya lari cepat. Pada saat oksigen tidak dapat dibawa ke otot dengan cukup untuk mengoksidasi piruvat dalam membentuk ATP selama latihan berat, akan terjadi penumpukan asam laktat. Asam laktat menumpuk dan berdifusi ke dalam cairan dan jaringan darah. Keberadaan asam

laktat didalam darah merupakan penyebab kelelahan otot. Pemilihan bahan bakar selama olahraga berat menggambarkan banyak segi penting mengenai pembentukan energi dan integrasi metabolisme. Myosin secara langsung memperoleh energi dari ATP, tetapi jumlah ATP di otot relatif sedikit dan hanya bertahan selama kurang lebih 2 detik. Produk akhir dari peristiwa anaerob adalah asam laktat, penumpukan asam laktat ini secara perlahan - lahan akan diubah kembali menjadi glukosa oleh hati (Purba, 2006).

Salah satu bentuk pelatihan yang dapat meningkatkan kemampuan daya tahan khususnya terhadap VO_2 maks (volume oksigen maksimal) dan kecepatan yaitu pelatihan lari sprin. Pelatihan lari sprin merupakan suatu bentuk latihan yang terdiri dari satu periode lari cepat. Pada latihan lari sprin yang ditekankan adalah melatih banyaknya frekuensi langkah. Lari sprin selain menghasilkan perubahan - perubahan yang signifikan pada kemampuan gerak dasar juga memperbaiki secara bersamaan daya tahan dari tubuh, kekuatan otot (*muscular strenght*), kecepatan, akurasi dan fleksibilitas. Pelatihan lari sprin ini dilaksanakan pada lintasan yang datar ini bertujuan untuk mempertahankan kecepatan lari dari *start* hingga garis *finish*. Panjang lintasan lari sprin adalah 50 meter dan lebar lintasannya adalah 6 meter, dimana setiap garis dibatasi dengan jarak 1 meter dan setiap sekali pelepasan dalam pelatihan lari sprin sebanyak 6 orang untuk sekali pelepasan. Pelatihan ini sangat banyak keuntungannya selain dapat meningkatkan VO_2 maks dan kecepatan dari segi biaya pelatihan ini terbilang hemat karena dilakukan pada bidang yang datar dan tidak berpasir atau licin. Pelatihan lari sprin merupakan suatu sistem latihan daya tahan, khususnya kemampuan dari VO_2 maks dan

kecepatan yang cocok untuk membangun, mengembalikan, dan memelihara kondisi tubuh seorang atlet (Nala, 2002).

Tabel 2.1 Perbedaan Karakteristik Umum Olahraga Aerob dan Anaerob : (Moreen,*et.al.*, 2005)

Sistem ATP – PC (Phospagen)	Sistem Asam Laktat (Sistem Asam Sitrat)	Sistem Oksigen
Anaerobik	Anaerobik	Aerobik
Sangat cepat	Cepat	Lambat
Bahan makanan : Phospocreatine	Bahan makanan : Glikogen	Bahan makanan : Glikogen, Lemak, Protein
Produksi ATP sangat terbatas	Produksi ATP terbatas	Produksi ATP tak terbatas
Cadangan pada otot terbatas	Produksi sampingan : Asam laktat yang mengakibatkan rasa lelah pada otot	Tidak menghasilkan produk sampingan penyebab lelah
Digunakan untuk sprin atau power tinggi, kegiatan jasmani dengan waktu yang sangat singkat	Digunakan pada kegiatan jasmani dalam waktu antara 1 sampai 3 menit	Digunakan dalam kegiatan yang membutuhkan daya tahan atau kegiatan jasmani yang menggunakan waktu yang lama

Beberapa keuntungan berolahraga aerobik dan anaerobik secara teratur dan rutin adalah sebagai berikut (Tjokonegoro, 2004) :

a. Peningkatan efisien kerja paru

Seorang terlatih dapat menyediakan oksigen hampir dua kali lipat per menit dari pada yang tidak terlatih.

b. Peningkatan efisien kerja jantung

Jantung semakin kuat dan dapat memompa lebih banyak darah. Akibatnya orang terlatih, denyut jantungnya lebih lambat 20 kali per menit dari pada tidak terlatih.

c. Peningkatan jumlah dan ukuran pembuluh - pembuluh darah yang menyalurkan darah ke seluruh tubuh.

- d. Peningkatan volume darah yang mengalir ke seluruh tubuh.
- e. Peningkatan ketegangan otot - otot dan pembuluh darah yang sering kali bisa menurunkan tegangan darah tinggi.
- f. Mengubah tubuh yang berlemak menjadi tubuh yang tegap dan berisi.
- g. Peningkatan konsumsi oksigen maksimal

Dalam hal ini, terjadi peningkatan kondisi tubuh secara menyeluruh terutama organ - organ penting seperti paru, jantung, pembuluh darah, dan seluruh jaringan tubuh sehingga akan memperkuat daya tahan tubuh terhadap berbagai macam penyakit.

- h. Menambah kepercayaan pada diri sendiri.

2.2 Pemeriksaan Faal Paru

Uji faal paru bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi paru seseorang individu dalam keadaan normal atau abnormal. Pemeriksaan faal paru biasanya dikerjakan berdasarkan indikasi atau keperluan tertentu, misalnya untuk menegakkan diagnosis penyakit paru tertentu, evaluasi pengobatan asma, evaluasi rehabilitasi penyakit paru, evaluasi fungsi paru bagi seseorang yang akan mengalami pembedahan toraks atau abdomen bagian atas, penderita penyakit paru obstruktif menahun, seseorang yang akan mengalami anestesi umum sedangkan yang bersangkutan menderita penyakit paru atau jantung, dan keperluan lainnya.

Secara lengkap uji faal paru dilakukan dengan menilai fungsi ventilasi, difusi gas, perfusi darah paru dan transport gas O_2 dan CO_2 dalam peredaran darah. Fungsi paru disebut normal apabila PaO_2 lebih dari 50mmHg dan $PaCO_2$ kurang dari

50mmHg dan disebut gagal napas apabila PaCO₂ kurang dari 50mmHg dan PaCO₂ lebih dari 50mmHg. Apabila PaO₂ lebih dari 50mmHg dan PaCO₂ kurang dari 50mmHg, dikatakan bahwa fungsi difusi gas berlangsung normal.

Untuk keperluan praktis dan uji skrining, biasanya penilaian faal paru seseorang cukup dengan melakukan uji fungsi ventilasi paru. Apabila fungsi ventilasi nilainya baik, dapat mewakili keseluruhan fungsi paru dan biasanya fungsi - fungsi paru lainnya juga baik. Penilaian fungsi ventilasi berkaitan erat dengan penilaian mekanisme pernafasan. Untuk menilai fungsi ventilasi digunakan spirometer untuk mencatat grafik pernafasan berdasarkan jumlah dan kecepatan udara yang keluar atau masuk ke dalam spirometer (Alsagaff,dkk, 2005).

2.3.1 Spirometri

Spirometri merupakan suatu metode sederhana yang dapat mengukur sebagian terbesar volume dan kapasitas paru - paru. Spirometri merekam secara grafis atau digital volume ekspirasi paksa dan kapasitas vital paksa. Volume Ekspirasi Paksa (VEP) atau *Forced Expiratory Volume* (FEV) adalah volume dari udara yang dihembuskan dari paru - paru setelah inspirasi maksimum dengan usaha paksa minimum, diukur pada jangka waktu 1 detik (VEP₁). Kapasitas Vital paksa atau *Forced Vital Capacity* (FVC) adalah volume total dari udara yang dihembuskan dari paru - paru setelah inspirasi maksimum yang diikuti oleh ekspirasi paksa minimum. Pemeriksaan dengan spirometer ini penting untuk pengkajian fungsi ventilasi paru secara lebih mendalam. Jenis gangguan fungsi paru dapat digolongkan menjadi dua, yaitu gangguan fungsi paru obstruktif (hambatan aliran

udara) dan restriktif (hambatan pengembangan paru). Seseorang dianggap mempunyai gangguan fungsi paru obstruktif bila nilai VEP_1/KVP kurang dari 70% dan menderita gangguan fungsi paru restriktif bila nilai kapasitas vital kurang dari 80% dibanding dengan nilai standar (Alsagaff, dkk, 2005).

2.2.2 Indikasi Spirometri

Ada beberapa indikasi - indikasi dari pemeriksaan spirometri : (Alsagaff, dkk, 2005)

a. Diagnostik :

- Untuk mengevaluasi gejala dan tanda
- Untuk mengukur efek penyakit pada fungsi paru
- Untuk menilai resiko pra-operasi
- Untuk menilai prognosis
- Untuk menilai status kesehatan sebelum memulai aktivitas fisik berat

b. Monitoring :

- Untuk menilai intervensi terapeutik
- Untuk menggambarkan perjalanan penyakit yang mempengaruhi fungsi paru - paru
- Untuk memantau efek samping obat dengan toksisitas paru diketahui
- Untuk memantau orang terkena agen infeksi

c. Penurunan Nilai Evaluasi :

- Untuk menilai pasien sebagai bagian dari program rehabilitasi
- Untuk menilai resiko sebagai bagian dari evaluasi asuransi

2.2.3 Volume Statik Dan Volume Dinamik

Dibawah ini adalah jenis - jenis volume statik dan volume dinamik yang dapat diukur dengan menggunakan spirometri kecuali Volume Residu, Kapasitas Total paru dan Kapasitas Residu Fungsional:

a. Volume Statik, terdiri atas :

- Volume Tidal (VT)
- Volume Cadangan Inspirasi (VCI)
- Volume Cadangan Ekspirasi (VCE)
- Volume Residu (VR)
- Kapasitas Vital (KV)
- Kapasitas Residu Fungsional (KRF)
- Kapasitas Paru Total (KPT)

b. Volume Dinamik, terdiri atas :

- Volume Ekspirasi Paksa Detik Pertama (FEV1)
- Maximal Voluntary Ventilasi (MVV)

a. *Vital Capacity* (VC)

Vital Capacity adalah jumlah udara (dalam liter) yang keluar dari paru sewaktu pernapafan yang normal. Responden diinstruksi untuk menginhulasi dan mengekspirasi secara normal untuk mendapat ekspirasi yang maksimal. Nilai normal biasanya 80% dari jumlah total paru. Akibat dari elastisitas paru dan keadaan toraks, jumlah udara yang kecil akan tersisa didalam paru selepas

ekspirasi maksimal. Volume ini disebut *Residual Volume* (RV) (Guyton & Hall, 2014).

b. *Forced Vital Capacity* (FVC)

Setelah mengekspirasi secara maksimal, responden disuruh menginspirasi dengan usaha maksimal dan mengekspirasi secara kuat dan cepat. KVP adalah volume udara yang diekspirasi ke dalam spirometri dengan usaha inhalasi yang maksimum (Ganong, 2005).

c. *Forced Expiratory Volume* (FEV)

Pada awalnya maneuver KVP diukur dengan volume udara keluar ke dalam spirometri dengan interval 0.5, 1.0, 2.0, dan 3.0 detik. Jumlah dari semua nilai itu memberikan ukuran sebanyak 97% dari KVP. Secara umum, VEP_1 digunakan lebih banyak yaitu volume udara yang diekspirasi ke dalam spirometri pada satu saat. Nilai normalnya adalah 70% dari KVP (Ganong, 2005).

d. *Maximal voluntary ventilation* (MVV)

Responden akan bernapas sedalam dan secepat mungkin selama 15 detik. Rerata volume udara (dalam liter) menunjukkan kekuatan otot respiratori (Guyton & Hall, 2014).

2.2.4 Cara Penggunaan Spirometri

- a. Siapkan alat spirometer, dan kalibrasi harus dilakukan sebelum pemeriksaan.
- b. Pasien harus dalam keadaan sehat, tidak ada flu atau infeksi saluran napas bagian atas dan hati-hati pada penderita asma karena dapat memicu serangan asma.
- c. Pasien harus menghindari memakai pakaian yang ketat dan makan makanan berat dalam waktu 2 jam.
- d. Pasien juga tidak harus merokok dalam waktu 1 jam dan mengonsumsi alkohol dalam waktu 4 jam.
- e. Masukkan data yang diperlukan, yaitu umur, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, dan ras untuk mengetahui nilai prediksi.
- f. Beri petunjuk dan demonstrasikan maneuver pada pasien, yaitu pernafasan melalui mulut, tanpa ada udara lewat hidung dan celah bibir yang mengatup *mouth piece*.
- g. Pasien dalam posisi duduk atau berdiri, lakukan pernafasan biasa tiga kali berturut - turut, dan langsung menghisap sekuat dan sebanyak mungkin udara ke dalam paru - paru, dan kemudian dengan cepat dan sekuat - kuatnya dihembuskan udara melalui *mouth piece*. Manuver dilakukan 3 kali untuk mendapatkan hasil terbaik (Johns DP, Pierce, 2007).

2.3 Hubungan olahraga terhadap sistem kardiorespirasi

Ketika berlatih frekuensi denyut jantung dan paru akan meningkat. Kenaikan frekuensi denyut jantung dan paru akan sesuai dengan intensitas latihan. Semakin

tinggi intensitas (misal berjalan, berlari, bersepeda dan berenang semakin cepat) maka denyut jantung akan terasa semakin cepat. Azas Conconi berbunyi “Hubungan antara frekuensi denyut jantung dan intensitas latihan adalah linier.” Selain itu ada istilah titik defleksi (*deflection point*), atau ambang batas anaerobik (*anaerobic threshold*), yang mengatakan bahwa jika intensitas latihan dinaikkan, maka frekuensi denyut jantung juga akan naik dan fungsi paru akan meningkat (Conconi, 2008).

Kemampuan kardiorespirasi merupakan kemampuan paru dan jantung untuk menyuplai oksigen ke seluruh jaringan sel tubuh sebagai energi untuk dapat melakukan aktivitas fisik seperti lari, berenang, bersepeda, olahraga permainan dan lain-lain (Nieman, 2003). Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh latihan aerobik kombinasi dengan teknik terhadap kemampuan kardiorespirasi, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa latihan aerobik kombinasi dengan teknik dapat meningkatkan kemampuan kardiorespirasi sebesar 4,7692 atau mencapai 7%. Sehingga model variasi latihan ini dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan kemampuan kardiorespirasi (Nasrullah, 2009).

a. Hubungan Olahraga Aerob terhadap sistem kardiorespirasi

Daya tahan kardiorespirasi disebut juga *aerobic capacity*. Daya tahan kardiorespirasi erat kaitannya dengan sistem aerobik, karena aerobik sendiri adalah variasi latihan yang menstimulasi aktivitas jantung dan paru – paru dalam periode waktu tertentu untuk memberikan perubahan yang bermanfaat bagi tubuh. Oleh karena itu, kemampuan daya tahan kardiorespirasi seseorang dapat dinilai

dari kapasitas aerobiknya. Kapasitas aerobik adalah kemampuan untuk melakukan kerja menggunakan energi yang ada dengan keberadaan oksigen. Kapasitas aerobik pada individu menggambarkan kemampuan untuk mengambil oksigen secara maksimal. Olahraga aerobik teratur dapat meningkatkan kapasitas vital paru dengan membuat jantung dan sistem pernapasan lebih efisien, sehingga penyampaian oksigen ke otot – otot yang aktif lebih banyak. Otot yang berolahraga itu sendiri menjadi semakin mampu menggunakan oksigen yang disalurkan pada mereka (Wilmore, 2008).

Pada saat berolahraga aerob, udara tidal akan meningkat atau pernafasan menjadi lebih dalam. Dengan pernafasan yang lebih dalam maka tekanan udara dalam paru akan meningkat, sehingga difusi (pertukaran gas) antara O₂ dan CO₂ juga akan meningkat. Meningkatnya hawa tidal disertai frekuensi pernafasan yang meningkat maka ventilasi (udara yang masuk selama satu menit) juga akan meningkat. Semakin tinggi intensitas latihan, frekuensi pernafasan juga akan semakin tinggi, sehingga ventilasi juga akan semakin tinggi (Sebastianus, 2011).

Permulaan aktivitas fisik ini disertai dengan peningkatan dua tahap ventilasi. Hampir segera dapat terlihat peningkatan pada inspirasi dan kenaikan bertahap pada kedalaman dan tingkat pernapasan. Kedua tahap penyesuaian menunjukkan bahwa kenaikan awal dalam ventilasi diproduksi oleh mekanisme gerakan tubuh setelah letihan dimulai, namun sebelum rangsangan secara kimia korteks motor menjadi lebih aktif dan mengirimkan impuls stimulasi ke pusat inspirasi, yang akan merespon dengan meningkatkan respirasi juga. Secara umpan balik

propioseptif dari otot rangka dan sendi aktif memberikan masukan tambahan tentang gerakan ini dan pusat pernapasan dapat menyesuaikan kegiatan itu berdasarkan kesesuaiannya (Guyton & Hall, 2014).

Tahap kedua lebih bertahap dengan kenaikan respirasi yang dihasilkan oleh perubahan status suhu dan kimia dari darah arteri. Ketika latihan berlangsung, peningkatan proses metabolisme pada otot menghasilkan lebih banyak panas, karbon dioksida dan ion hidrogen. Semua faktor ini meningkatkan penggunaan oksigen dalam otot, yaitu meningkatkan oksigen arteri juga. Akibatnya, lebih banyak karbon dioksida memasuki darah, meningkatkan kadar karbon dioksida dan ion hidrogen dalam darah. Hal ini akan dirasakan oleh kemoreseptor, yang sebaliknya merangsang pusat inspirasi, dimana terjadi peningkatan dan kedalaman pernapasan. Beberapa peneliti telah menyarankan bahwa kemoreseptor dalam otot juga mungkin terlibat yaitu dengan meningkatkan ventilasi dengan meningkatkan volume tidal dan volume ekspirasi. Proses pengambilan dan pengeluaran nafas sangat tergantung pada kekuatan otot-otot pernafasan (Wilmore, 2008).

Walaupun sistem kardiovaskular begitu efisien dengan menyuplai jumlah darah yang cukup ke jaringan, daya tahan akan masih terhalang jika sistem pernapasan tidak membawa oksigen yang cukup untuk memenuhi permintaan dari jaringan yang membutuhkan. Fungsi sistem pernapasan biasanya tidak terbatas karena ventilasi dapat ditingkatkan ke tingkat yang lebih besar daripada fungsi kardiovaskular. Melainkan sistem kardiovaskular dan sistem lain, sistem respirasi juga mengalami adaptasi khusus untuk ketahanan pelatihan untuk memaksimalkan

efisiensi. Adaptasi ini meliputi peningkatan ventilasi dengan peningkatan dalam pengambilan oksigen maksimal. Secara umum, ada peningkatan dalam volume dan kapasitas saat olahraga karena fungsi pernapasan ditingkatkan (Wilmore, 2008).

b. Hubungan Olahraga Anaerob Terhadap Sistem Kardiorespirasi

Selama latihan anaerob, permintaan oksigen di otot aktif meningkat, lebih banyak nutrisi digunakan dan proses metabolisme dipercepatkan serta menghasilkan sisa metabolisme. Jadi, untuk memberikan lebih banyak nutrisi dan untuk menghilangkan sisa metabolisme, sistem kardiovaskuler harus beradaptasi untuk memenuhi tuntutan sistem muskuloskeletal selama latihan. (Wilmore, 2008).

Respon akut atau langsung yang terlihat sewaktu latihan adalah peningkatan kontraktilitas miokard, peningkatan curah jantung, peningkatan denyut jantung, tekanan darah dan respon perifer termasuk vasokonstriksi umum pada otot-otot dalam keadaan istirahat, ginjal, hati, limpa dan daerah splanknikus ke otot-otot kerja dan juga ada peningkatan tekanan darah sistolik akibat curah jantung yang meningkat. Dengan pelatihan yang ada akan ditandai penurunan denyut nadi dan pengurangan tekanan darah saat istirahat dengan peningkatan volume darah dan hemoglobin (Guyton & Hall, 2014).

Meningkatnya hormon epinefrin saat latihan akan menyebabkan semakin kuatnya kontraksi otot jantung. Meskipun demikian tekanan sistole tidak langsung membubung tinggi, karena pengaruh epinefrin pada pembuluh darah dapat

menyebabkan pelebaran (dilatasi). Pelebaran pembuluh darah akan sangat tergantung kondisinya. Jika pembuluh sudah mengalami pengerakan (arteriosklerosis) akan menjadi kaku, tidak elastis, sehingga pelebaran akan terbatas. Dengan demikian kenaikan tekanan darah saat latihan akan dapat terjadi. Peningkatan pelebaran pembuluh darah saat latihan juga disebabkan karena meningkatnya suhu tubuh. Banyaknya keringat yang keluar akan menyebabkan plasma darah keluar, volume darah menurun, sehingga tekanan darah tidak naik berlebihan. Selisih tekanan antara sistole dan diastole akan meningkat, hal demikian hubungannya erat dengan volume darah sedenyutan yang keluar dari jantung. Tekanan darah baik sistole maupun diastole dapat meningkat sangat tinggi ketika seorang atlet angkat besi mengangkat barbel. Tekanan sistole akan dapat meningkat dari 120 mmHg sampai 180 mmHg. Hal demikian terjadi karena banyak otot rangka yang berkontraksi sehingga mendesak pembuluh-pembuluh darah. Tekanan yang naik cukup tinggi tersebut terjadi hanya sesaat, begitu angkatan dilepaskan akan turun kembali ke normal. Agar tidak mengalami hal yang fatal maka penderita tekanan darah tinggi jika berolahraga harus berhati-hati, jangan melaksanakan dengan intensitas tinggi secara mendadak. Perlu disiapkan lebih dahulu semua otot agar pembuluh-pembuluh di seluruh tubuh sudah melebar. Jika pembuluh belum siap, sedangkan jantung memompa dengan kuat sangat dimungkinkan adanya kenaikan tekanan yang cukup tinggi. Oleh karena itu jangan mengangkat beban yang sangat berat secara mendadak (Sebastianus, 2011).

2.3.1 Perubahan Pada Sistem Peredaran Darah dan Pernafasan

a. Perubahan Frekuensi Denyut Jantung

Ketika berlatih frekuensi denyut jantung akan meningkat. Kenaikan frekuensi denyut jantung akan sesuai dengan intensitas latihan. Semakin tinggi intensitas (misalnya berlari, bersepeda, berenang semakin cepat) maka denyut jantung akan terasa semakin cepat. Azas Conconi berbunyi “Hubungan antara frekuensi denyut jantung dan intensitas latihan adalah linier”. Selain itu ada istilah titik defleksi (*deflektion point*), atau ambang batas anaerobik (*anaerobic threshold*), yang mengatakan bahwa jika intensitas latihan dinaikkan, maka frekuensi denyut jantung juga akan naik, tetapi jika intensitas terus dinaikkan pada suatu saat hubungannya tidak linier lagi (berbentuk garis lurus) melainkan akan ketinggalan (melengkung). Hubungan yang linier antara intensitas dan frekuensi denyut jantung hanya berlaku jika melibatkan otot - otot besar dan cukup banyak. Oleh karena itu frekuensi denyut jantung banyak dipakai sebagai tolak ukur intensitas latihan yang melibatkan otot - otot besar, seperti berlari, berenang, dan bersepeda. Kerja otot kecil meskipun intensitasnya maksimal tidak akan dapat merangsang denyut jantung mencapai tingkat maksimal (Sebastianus, 2011).

b. Perubahan Volume Darah Sedenyut dan Curah Jantung

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah darah yang dapat dipompa keluar oleh jantung, yaitu : (Guyton & Hall, 2014).

a. Besarnya ventrikel (bilik jantung) itu sendiri. Setelah melakukan latihan, ventrikel dapat bertambah besar.

- b. Kekuatan dari jantung waktu memompa. Hal ini tergantung dari kekuatan otot jantung, dan kekuatan ini dapat bertambah dengan adanya latihan.
- c. Jumlah darah yang dikembalikan ke jantung. Latihan olahraga yang berjalan secara ritmik, dan menekan pembuluh darah balik (vena) pada otot - otot kaki, dapat mengembalikan jumlah darah yang cukup banyak dan membantu menaikkan stroke volume.

Perbedaan nyata antara pelari yang betul - betul terlatih dan yang kurang baik kondisinya terletak pada jumlah *cardiac output*, atau pada jumlah darah yang dapat di pompa setiap menit ke dalam otot - otot. Darah yang di pompa dari jantung setiap denyutnya ditentukan oleh laju pemompaan jantung (*heart rate*) dan jumlah darah yang dikeluarkan (*stroke volume*). Di samping itu, *cardiac output* juga dapat dihitung dengan cara mengetahui konsumsi oksigen maksimal seseorang selama satu menit dan perbedaan rata - rata antara kandungan oksigen pada arteri dan vena (Guyton & Hall, 2014).

Jika pada saat istirahat volume darah sedenyut yang keluar dari jantung (*stroke volume = SV*) sekitar 70 cc, pada saat berlatih dapat meningkat sampai 90 cc per denyut. Bagi orang terlatih volume sedenyut saat istirahat sekitar 90 - 120 cc, pada saat berlatih dapat mencapai 150 - 170 cc. Frekuensi denyut jantung yang tidak terlatih ketika bangun tidur (istirahat) sekitar 60 sampai 70 denyutan per menit, ketika berlatih dapat meningkat antara 160 sampai 170 per menit. Bagi orang yang terlatih denyut jantung bangun tidurnya lambat, dapat di bawah 50 denyutan per menit. Pada saat berlatih akan meningkat, dapat mencapai sekitar 180 kali denyutan per menit. Curah jantung adalah volume darah yang dapat

keluar dari jantung selama satu menit. Besarnya curah jantung adalah frekuensi denyut jantung (banyaknya denyutan selama satu menit) dikalikan volume darah sedenyut yang keluar dari jantung. Ketika latihan curah jantung akan meningkat sangat tinggi. Bagi orang yang terlatih kenaikan curah jantung akan jauh lebih tinggi. Hal demikian bertujuan untuk membuang CO₂ yang terjadi ketika latihan. Peningkatan frekuensi denyut jantung yang terus menerus, pada suatu saat tidak akan meningkatkan curah jantung. Setelah 160 kali per menit bagi yang tidak terlatih, atau 180 kali per menit bagi yang terlatih maka denyut jantung akan mengalami *floater*, sehingga volume sedenyut akan berkurang. Frekuensi denyut jantung maksimal (intensitas maksimal/100%) secara sederhana sering ditentukan dengan rumus 220 dikurangi umur. Curah jantung pada intensitas 100% tidak berbeda banyak dengan curah jantung pada intensitas 90% (Sebastianus, 2011).

Peningkatan isi sekuncup (*stroke volume*) ini terutama disebabkan karena adanya peningkatan kapasitas ventrikel sehingga menyebabkan lebih banyak darah mengisi ventrikel selama diastol, yang menghasilkan isi sekuncup lebih besar. Faktor lain yang ikut membantu meningkatnya isi sekuncup adalah meningkatnya kontraktilitas myocardiac (kemampuan otot jantung untuk berkontraksi). Meningkatnya kemampuan otot jantung berkontraksi berhubungan dengan aktivitas ATPase di dalam otot jantung atau meningkatnya calcium ekstra seluler yang tersedia sehingga menyebabkan meningkatnya interaksi dengan elemen - elemen kontraktil (Sebastianus, 2011).

Latihan *Interval Training* dan *Fartlek* mengembangkan sistem anaerob. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Boy pada tahun 2007 dapat dilihat bahwa kedua

bentuk latihan *interval Training* dan latihan *Fartlek* sama-sama memberikan pengaruh terhadap peningkatan daya tahan kardiovaskular (Indrayana, 2007).

c. Perubahan Tekanan Darah

Meningkatnya hormon epinefrin saat latihan akan menyebabkan semakin kuatnya kontraksi otot jantung. Meskipun demikian tekanan sistol tidak langsung membung tinggi, karena pengaruh epinefrin pada pembuluh darah dapat menyebabkan pelebaran (dilatasi). Pelebaran pembuluh darah akan sangat tergantung kondisinya. Jika pembuluh sudah mengalami pengerakan (arteriosklerosis) akan menjadi kaku, tidak elastis, sehingga pelebaran akan terbatas. Dengan demikian kenaikan tekanan darah saat latihan akan dapat terjadi. Peningkatan pelebaran pembuluh darah saat latihan juga disebabkan karena meningkatnya suhu tubuh. Banyaknya keringat yang keluar akan menyebabkan plasma darah keluar, volume darah menurun, sehingga tekanan darah tidak naik berlebihan. Selisih tekanan antara sistol dan diastol akan meningkat, hal demikian hubungannya erat dengan volume darah sedenyutan yang keluar dari jantung. Tekanan darah baik sistol maupun diastol dapat meningkat sangat tinggi ketika seorang atlet angkat besi mengangkat barbel. Tekanan sistol akan dapat meningkat dari 120 mmHg sampai 180 mmHg. Hal demikian terjadi karena banyak otot rangka yang berkontraksi sehingga mendesak pembuluh - pembuluh darah. Tekanan yang naik cukup tinggi tersebut terjadi hanya sesaat, begitu angkatan dilepaskan akan turun kembali ke normal. Agar tidak mengalami hal yang fatal maka penderita tekanan darah tinggi jika berolahraga harus berhati - hati, jangan melaksanakan dengan intensitas tinggi secara mendadak. Perlu

disiapkan lebih dahulu semua otot agar pembuluh -pembuluh di seluruh tubuh sudah melebar. Jika pembuluh belum siap, sedangkan jantung memompa dengan kuat sangat dimungkinkan adanya kenaikan tekanan yang cukup tinggi. Oleh karena itu jangan mengangkat beban yang sangat berat secara mendadak (Sebastianus, 2011).

Peningkatan signifikan tekanan sistolik dan nadi, disebabkan oleh ejeksi darah oleh ventrikel kiri secara lebih cepat dan kuat, yang menyebabkan suatu peningkatan rata - rata tekanan darah arterial (Aaronson, 2010).

Saat melakukan aktivitas aerobik, tekanan darah akan naik cukup banyak. Misalnya, selama melakukan latihan - latihan aerobik yang keras, tekanan darah sistolik dapat naik menjadi 150 - 200 mmHg dari tekanan sistolik ketika istirahat sebesar 110 - 120 mmHg. Sebaliknya, segera setelah latihan aerobik selesai, tekanan darah akan turun sampai di bawah normal dan berlangsung selama 30 - 120 menit. Kalau olahraga aerobik dilakukan berulang - ulang, lama - kelamaan penurunan tekanan darah tadi berlangsung lebih lama. Itulah sebabnya latihan olahraga secara teratur akan dapat menurunkan tekanan darah. Jenis olahraga yang efektif menurunkan tekanan darah adalah olahraga aerobik dengan intensitas sedang. Frekuensi latihannya 3 - 5 kali seminggu, dengan lama latihan 20 - 60 menit sekali latihan.

d. Perubahan Pada Darah

Terjadi peningkatan volume darah dan hemoglobin. Volume darah dan level hemoglobin sangat penting untuk sistem transport oksigen, ini dibuktikan bahwa

volume darah dan level hemoglobin sangat berhubungan dengan $VO_2\text{max}$ (Sebastianus, 2011).

Pada latihan yang cukup lama, jika tidak diimbangi dengan minum yang cukup, plasma darah dapat berkurang karena banyaknya cairan keringat yang keluar. Dengan demikian volume darah juga akan berkurang sehingga hematokrit akan meningkat. Pada saat latihan diperlukan energi, sehingga bahan untuk membuat energi harus dimobilisir dari tempat penyimpanan. Lemak (*triasilgliserol*) akan dipecah dan dimobilisasi dari sel adiposa sehingga asam lemak dan gliserol dalam plasma darah akan meningkat. Demikian juga karbohidrat (glikogen) dalam hati akan dipecah dan dimobilisasi, sehingga glukosa darah saat latihan akan meningkat. Semakin tinggi intensitas latihan, mobilisir karbohidrat semakin tinggi agar gula darah tidak terlalu rendah. Pada latihan *intermittent* (interval) yang intensitasnya maksimal seperti sprint 100 meter berulang - ulang dapat terjadi penurunan kadar glukosa darah. Hal demikian karena sel - sel otot banyak menggunakan glukosa, tetapi memobilisirnya dari glikogen hati terlambat. Kalau terjadi hal yang demikian pasti yang bersangkutan akan mengalami gejala kuno - kuno, gemetar, dan keringat dingin. Hal demikian terjadi karena sistem saraf pusat yang energinya tergantung gula tidak tercukupi. Peristiwa demikian dapat terjadi pada orang yang tidak pernah melakukan latihan intermitten dengan intensitas tinggi. Akan tetapi setelah latihan dua tiga kali latihan tidak akan terjadi gejala menurunnya kadar gula darah. Melatih kemampuan memobilisir glukosa darah akan lebih cepat dari pada melatih meningkatkan penggunaan glukosa. Pada saat latihan akan banyak sel - sel darah yang pecah, baik sel darah merah, sel darah putih maupun sel pembekuan darah. Jika latihan dilaksanakan terus -

menerus tidak ada hari untuk pemulihan maka sel - sel darah akan semakin berkurang. Sebagai akibatnya adalah semakin menurunnya kadar Hb, dan imunitas atau daya tahan terhadap penyakit infeksi menurun. Oleh karena itu dalam melaksanakan latihan, setiap minggu perlu adanya satu hari istirahat, dengan tidur yang cukup (Sebastianus, 2011).

e. Perubahan Pendistribusian Darah Selama Berlatih

Pada saat berlatih darah akan banyak mengalir ke otot - otot yang terlibat dalam gerak. Darah akan berfungsi untuk mencukupi kebutuhan latihan seperti lemak, gula untuk penyediaan energi dan membawa sisa - sisa metabolisme seperti air dan CO₂. Darah yang menuju ke pencernaan, ginjal, hati, kulit, otak akan dikurangi. Semakin tinggi intensitas, darah yang ke otot akan semakin banyak perubahan pada pernafasan. Pada saat latihan, frekuensi pernafasan akan meningkat. Meskipun demikian frekuensi pernafasan tidak akan dapat dipakai sebagai alat ukur intensitas latihan, karena pernafasan dapat dimanipulasikan oleh seseorang.

Pernafasan secara sadar dapat dipercepat, diperlambat, atau diperdalam oleh kemauan seseorang. Akan tetapi, jika pernafasan tidak dikendalikan secara sadar sudah akan diatur secara otomatis oleh sistem saraf otonom. Pada saat berlatih udara tidal akan meningkat, atau pernafasan menjadi lebih dalam. Dengan pernafasan yang lebih dalam maka tekanan udara dalam paru akan meningkat, sehingga difusi (pertukaran gas) antara O₂ dan CO₂ juga akan meningkat. Meningkatnya hawa tidal disertai frekuensi pernafasan yang meningkat maka ventilasi (udara yang masuk selama satu menit) juga akan meningkat. Semakin

tinggi intensitas latihan, frekuensi pernafasan juga akan semakin tinggi, sehingga ventilasi juga akan semakin tinggi (Sebastianus, 2011).

f. Peningkatan Elastisitas Pembuluh Darah

Pada orang yang terlatih, pembuluh darah saat latihan akan dipacu vasodilatasi, untuk memperlancar pengiriman nutrisi dan oksigen, sehingga proses metabolisme dan pertukaran gas berjalan lancar. Hal ini akan diadaptasi oleh pembuluh darah, setelah latihan kronis, elastisitas pembuluh darah akan semakin meningkat. Latihan secara signifikan dapat memperbaiki *endothelium-dependent*, penghubung laju dilatasi pada pelebaran arteri pada otot yang dilatih (Brown,*et.al.*, 2006).

Perubahan struktural vaskular karena latihan fisik merupakan *remodeling* vaskular berupa perpanjangan dan pelebaran pembuluh darah arteri dan vena atau pembentukan vaskular baru (Prijo, 2011). Latihan fisik juga menunjukkan dapat meningkatkan diameter pembuluh darah, penurunan rasio tebal tunika intima media serta pembesaran pembuluh darah secara tetap (Prijo, 2011).

2.3.2 Perubahan Pada Cairan Tubuh dan Suhu

Beberapa saat setelah mulai berolahraga, apalagi pada suhu yang cukup tinggi, udara lembab, dan angin tidak bertiup, maka keringat akan terasa banyak keluar membasahi kulit. Banyaknya keringat yang keluar salah satunya adalah seiring dengan meningkatnya metabolisme atau terbentuknya air dan karbon dioksida. Selain itu banyaknya keringat yang keluar untuk menurunkan suhu tubuh agar

tidak meningkat secara berlebihan. Dengan keluarnya keringat, akan mengambil panas sehingga suhu badan menjadi berkurang (Sebastianus, 2011).

2.3.3 Perubahan Cairan Tubuh Selama Latihan Olahraga

Sebagian besar dari tubuh manusia terbentuk dari air. Pada seorang pria dewasa muda cairan intrasel membentuk 40% dari berat badan, dan komponen cairan ekstrasel akan membentuk 20% berat badan. Sekitar 25% cairan ekstra sebagai cairan interstitial atau dalam pembuluh darah. Volume darah total adalah sekitar 8% atau sekitar 1/13 dari berat badan. Orang yang gemuk banyak mengandung lemak, sehingga akan lebih sedikit mengandung air. Oleh karena itu bagi orang yang kegemukan akan lebih cepat mengalami dehidrasi jika mengalami muntaber. Dengan demikian bagi yang kegemukan jika mengalami muntaber harus segera mendapatkan penanganan. Dalam keadaan normal cairan dari dalam tubuh akan diperoleh dari makan dan minum sekitar 2200 cc, dan dari metabolisme 350 cc. Pembuangan keringat dalam keadaan normal sekitar 2200 cc, pembuangan cairan lewat paru sekitar 350 cc, pembuangan lewat ginjal atau air seni sekitar 1000 cc, dan feses sekitar 150 cc. Pada saat latihan produk air karena metabolisme akan meningkat, meskipun demikian tetap akan kurang jika dipergunakan untuk mempertahankan suhu tubuh agar tidak terlalu tinggi. Air akan banyak keluar sebagai keringat, yang salah satunya berfungsi untuk membuang panas secara evaporasi. Banyaknya keringat yang keluar dapat menyebabkan terjadinya dehidrasi atau kekurangan cairan di dalam tubuh. Jika yang berkurang plasma darah akan sangat dirasakan oleh tubuh, darah akan menjadi pekat, sirkulasi darah menjadi berat. Berkurangnya plasma darah sebenarnya justru mengurangi

kemungkinan naiknya tekanan darah, yang disebabkan meningkatnya hormon adrenalin yang memacu kekuatan kontraksi otot jantung. Pada saat latihan keringat dapat keluar hingga 0,5 - 2 liter. Setiap latihan yang mengeluarkan energi 1.000 kalori diperlukan masukan cairan sebesar satu liter. Dalam keringat selain air terlarut Na, K, Mg, Ca. Pada lari marathon yang waktunya lebih dari tiga jam akan banyak keringat yang keluar bahkan sampai lebih dari 4 liter termasuk di dalamnya terlarut mineral. Ca sangat bermanfaat dalam kontraksi otot, kekurangan Ca ataupun terganggunya transpor Ca dari troponin C di aktin menuju sisterna tempat penyimpanan akan dapat mengganggu rileksasi otot setelah berkontraksi. Gangguan transport Ca biasanya disebabkan oleh kurangnya suplai energi, karena pemecahan ATP yang terganggu. Pemecahan ATP memerlukan air sehingga jika cairan tubuh banyak berkurang sangat dimungkinkan pemecahannya terganggu. K diperlukan dalam sistem saraf, pemeliharaan suhu suhu, pengaturan denyut jantung, Mg juga berpengaruh dalam kontraksi otot dan metabolisme karbohidrat. Na yang retensi terhadap air sangat penting untuk menjaga cairan agar tetap isotonis, dan juga berfungsi dalam proses kontraksi otot (Sebastianus, 2011).

Latihan aerobik dengan intensitas yang berbeda, energi utama yang digunakan juga berbeda pula. Latihan aerobik yang dilakukan setiap hari, seperti jogging atau renang, senam akan menimbulkan beberapa perubahan karena adanya stimulus pada otot. Latihan aerobik dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan ketahanan kardiovaskular dan untuk menurunkan berat badan. Olahraga aerobik atau yang biasa disebut latihan kardiovaskular meningkatkan fungsi kerja paru,

jantung dan melancarkan sirkulasi darah, sehingga tubuh mendapatkan dan menggunakan oksigen lebih baik untuk metabolisme sel (AHA, 2011).

Perkiraan detak jantung maksimal adalah 220 dikurang dengan umur saat ini. *America Health Association* (AHA) juga menganjurkan olahraga aerobik dilakukan dalam 20-30 menit perharinya untuk mengurangi risiko terkena penyakit jantung koroner. Frekuensi atau jumlah hari untuk olahraga dalam seminggu yang dianjurkan adalah 3-7 hari perminggu (AHA, 2011). Penurunan fungsi pernafasan akan terus terjadi kecuali kita melakukan hal - hal untuk menjaga agar fungsi pernafasan tersebut tetap dalam kondisi yang baik, diantaranya dengan melakukan olahraga aerobik seperti basket, sepakbola, renang, lari jarak jauh dan tenis yang menuntut asupan oksigen yang cukup banyak, sehingga apabila dilakukan secara teratur, sistematis dan berkesinambungan akan dapat meningkatkan kemampuan fisik secara nyata, khususnya fungsi pernafasan (Madina, 2007).

Latihan fisik akan menyebabkan daya tahan dan kekuatan otot pernafasan meningkat sehingga kemampuan mengembang paru-paru bertambah. Selain itu, latihan fisik akan mengakibatkan peningkatan kemampuan otot pernafasan untuk mengatasi resistensi aliran udara pernafasan. Hal ini mengakibatkan peningkatan volume udara (Guyton & Hall, 2014).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Permaesih dari Universitas Airlangga pada tahun 2002 menyatakan bahwa untuk melatih keselarasan melakukan latihan dalam meningkatkan prestasi olahraga yang perlu diperhatikan adalah kapasitas difusi paru. Karena umumnya seorang atlet yang melakukan olahraga secara rutin maka kapasitas vital parunya lebih baik dari pada seorang atlet yang tidak

melakukan latihannya secara rutin. Hal ini dikarenakan suatu latihan akan memungkinkan meningkatnya pemakaian oksigen permenit hingga mencapai suatu angka maksimal. Sehingga masalah ini dapat terjadi akibat perubahan fungsi kardiorespirasi yang menjadi salah satu faktor keunggulan seorang atlet (Permaesih, 2002).

Perubahan pada latihan olahraga juga dapat ditemukan pada tekanan darah, termasuk juga perubahan tekanan arteri rata-rata. Tekanan darah rata-rata inilah yang merupakan hasil perkalian curah jantung dengan tahanan perifer. Nilai tekanan darah tersebut dapat berubah sesuai dengan faktor yang berpengaruh padanya seperti curah jantung, isi sekuncup, denyut jantung, tahanan perifer dan sebagainya maupun pada keadaan olahraga, usia lanjut, jenis kelamin, suku bangsa, iklim, dan penyakit jantung atau pembuluh darah (Ibnu, 2006).

Daya tahan jantung - paru adalah kesanggupan sistem jantung, paru - paru dan pembuluh darah untuk berfungsi secara optimal saat melakukan aktivitas sehari-hari, dalam waktu yang cukup lama tanpa mengalami kelelahan berarti. Daya tahan jantung - paru sangat penting untuk menunjang kerja otot yaitu dengan cara mengambil oksigen dan menyalurkan ke otot yang aktif. Daya tahan dalam dunia olahraga dikenal sebagai kemampuan organ tubuh olahragawan untuk melawan kelelahan selama aktivitas atau kerja berlangsung. Olahragawan yang memiliki ketahanan baik, mampu bekerja lebih lama dan tidak akan cepat merasa lelah. Latihan ketahanan berpengaruh terhadap kualitas sistem kardiovaskuler, pernafasan dan sistem peredaran darah (Ibnu, 2006).

Ada beberapa keuntungan bagi olahragawan yang memiliki ketahanan yang baik diantaranya menambah kemampuan untuk melakukan kerja secara terus menerus dengan intensitas yang tinggi dalam jangka waktu lama, menambah kemampuan untuk memperpendek waktu pemulihan, dan menambah kemampuan untuk menerima beban latihan yang lebih berat dan bervariasi (Pate,*et.al.*, 2003).

Dengan latihan seseorang mampu menghentikan pekerjaannya dengan kadar asam laktat yang lebih tinggi di dalam darah, yang berarti dia lebih mampu daripada sebelumnya. Bila darah terlalu banyak mengandung asam laktat atlet menjadi kehabisan tenaga (*exhaustion*). Berdasarkan hal ini banyak orang berfikir dengan memberikan buffer atau cukup alkali akan dapat memperbaiki kapasitas latihan (Sherwood, 2011).

Pada latihan terjadi dua kejadian yaitu peningkatan curah jantung (*cardiac output*) dan redistribusi darah dari otot - otot yang tidak aktif ke otot-otot yang aktif. Curah jantung tergantung dari isi sekuncup (*stroke volume*) dan frekuensi denyut jantung (*heart rate*). Kedua faktor tersebut meningkat pada waktu latihan. Redistribusi darah pada waktu latihan menyangkut vasokonstriksi pembuluh darah yang memelihara daerah yang tidak aktif vasodilatasi dari otot yang aktif yang disebabkan oleh kenaikan suhu setempat, CO₂ dan asam laktat serta kekurangan oksigen (Soekarman, 2006).

Pada latihan yang mengakibatkan frekuensi jantung meningkat serta isi sekuncup meningkat, maka curah jantung juga meningkat. Pada atlet, irama jantung dalam keadaan istirahat lebih rendah dibandingkan dengan seorang yang tidak terlatih.

Irama jantung pada waktu istirahat dapat mencapai 40 x/menit pada seorang atlet, sedangkan pada seseorang yang tidak terlatih mencapai 90 x/menit. Isi sekuncup (*stroke volume*) pada seorang atlet lebih besar daripada yang bukan atlet. Hal ini terjadi pada waktu istirahat maupun pada waktu bekerja. Curah jantung maksimum (*cardiac output*) pada seorang atlet dapat mencapai 40 x/menit. Curah jantung sangat mempengaruhi maksimum daya serap oksigen. Dikatakan apabila lebih besar curah jantung, maka lebih besar pula daya serap oksigennya (Soekarman, 2006).

Dengan latihan tertentu, ketahanan kardiorespirasi dapat meningkat. Kapasitas difusi paru orang terlatih misalnya para atlet olahraga, lebih baik daripada orang yang tidak terlatih. Makin tinggi kemampuan fisik seseorang, makin mampu mengatasi beban kerja yang diberikan, atau dengan kata lain, kemampuan produktifitas orang tersebut makin tinggi (Permaesih, 2002).

Hal yang perlu diperhatikan olahragawan, yaitu keadaan fisik dan teknik yang dikuasai oleh olahragawan. Untuk itu, perlu diperhatikan mekanisme yang mendasari suatu latihan yang diberikan. Penambahan beban pada latihan akan memungkinkan meningkatnya pemakaian oksigen per menit, sampai tercapai suatu angka maksimal. Hal ini terjadi oleh perubahan fungsi kardiorespirasi, seperti denyut nadi, isi sekuncup jantung, tekanan darah, selisih oksigen arteri-vena dan ventilasi paru, sehingga unsur penggunaan oksigen pada latihan adalah salah satu faktor yang menentukan karena keunggulan seorang atlet terletak pada kemampuan menyediakan oksigen sesuai keperluannya (Astrad & Rodhal, 2007). Konsumsi oksigen maksimal pada atlet yang selanjutnya disebut volume oksigen

maksimal dimaksudkan untuk menunjukkan kapasitas tubuh dalam menggunakan oksigen secara maksimal dan sering disingkat VO_2 max (Sastropanoelar, 2005).

Dari sistem kardiovaskuler, latihan aerobik mempunyai keuntungan : (La Place, 2004)

- a. Meningkatnya ukuran dan kekuatan jantung, memungkinkan organ memompa darah lebih banyak setiap denyutan dan waktu istirahat lebih banyak antara denyutan mungkin menghemat 10.000 sampai 40.000 denyutan sehari. Meningkatnya ukuran dan kelenturan dari pembuluh darah, mengurangi tekanan darah dan menurunkan tingkat kolestrol dalam darah.
- b. Meningkatnya pasokan darah, termasuk naiknya jumlah hemoglobin dan plasma darah yang memperlancar sistem pembuangan sisa-sisa metabolisme dan memberikan lebih darah untuk memenuhi otot dan jaringan lainnya, serta mengurangi kelelahan dan membangun daya tahan.
- c. Terciptanya jaringan baru dari pembuluh darah dan kapiler di daerah jantung dari otot rangka, dengan demikian meningkatkan aliran oksigen ke seluruh tubuh.

Aktivitas jasmani seperti, berlari dan bersepeda, berenang yang dilakukan selama 30 menit tiga kali seminggu akan meningkatkan kebugaran kardiovaskuler (kapasitas kardiovaskuler, kekuatan dan daya tahan aerobik atau kebugaran). Manfaat lainnya aktivitas jasmani dapat menurunkan tekanan darah anak-anak dan orang dewasa yang mengidap tekanan darah tinggi (Patrick, 2006).

Ketika berlatih frekuensi denyut jantung dan paru akan meningkat. Kenaikan frekuensi denyut jantung dan paru akan sesuai dengan intensitas latihan. Semakin tinggi intensitas (misal berjalan, berlari, bersepeda dan berenang semakin cepat) maka denyut jantung akan terasa semakin cepat. Azas Conconi berbunyi “hubungan antara frekuensi denyut jantung dan intensitas latihan adalah linier.” Selain itu ada istilah titik defleksi (*deflection point*), atau ambang batas anaerobik (*anaerobic threshold*), yang mengatakan bahwa jika intensitas latihan dinaikkan, maka frekuensi denyut jantung juga akan naik dan fungsi paru akan meningkat (Conconi, 2008).

Selain itu sebuah penelitian menyatakan bahwa perubahan fisiologis pada tubuh seseorang yang berolahraga memiliki kaitan yang erat dengan jenis olahraga yang dilakukan. Whisnu dari Universitas Negeri Semarang melakukan penelitian di tahun 2011 dan menyatakan bahwa terdapat korelasi antara tekanan darah dan kapasitas vital paru yang di pengaruhi oleh latihan olahraga (Cordain, 2006).

Kapasitas difusi paru orang terlatih lebih baik daripada orang yang tidak terlatih (Fox, 2006). Semakin baik kapasitas difusi paru, semakin besar volume gas yang berdifusi, maka akan bertambah baik kemampuan seseorang dalam melakukan pembebanan kardiorespirasi tanpa mengalami kelelahan yang berarti. Sehingga orang yang terlatih akan bernafas lebih lambat dan dalam, dan oksigen yang diperlukan untuk kerja otot pada proses ventilasi pun berkurang. Akibatnya dengan jumlah oksigen yang sama, orang terlatih akan bekerja lebih efektif daripada orang yang tidak terlatih (Ratno, 2000).

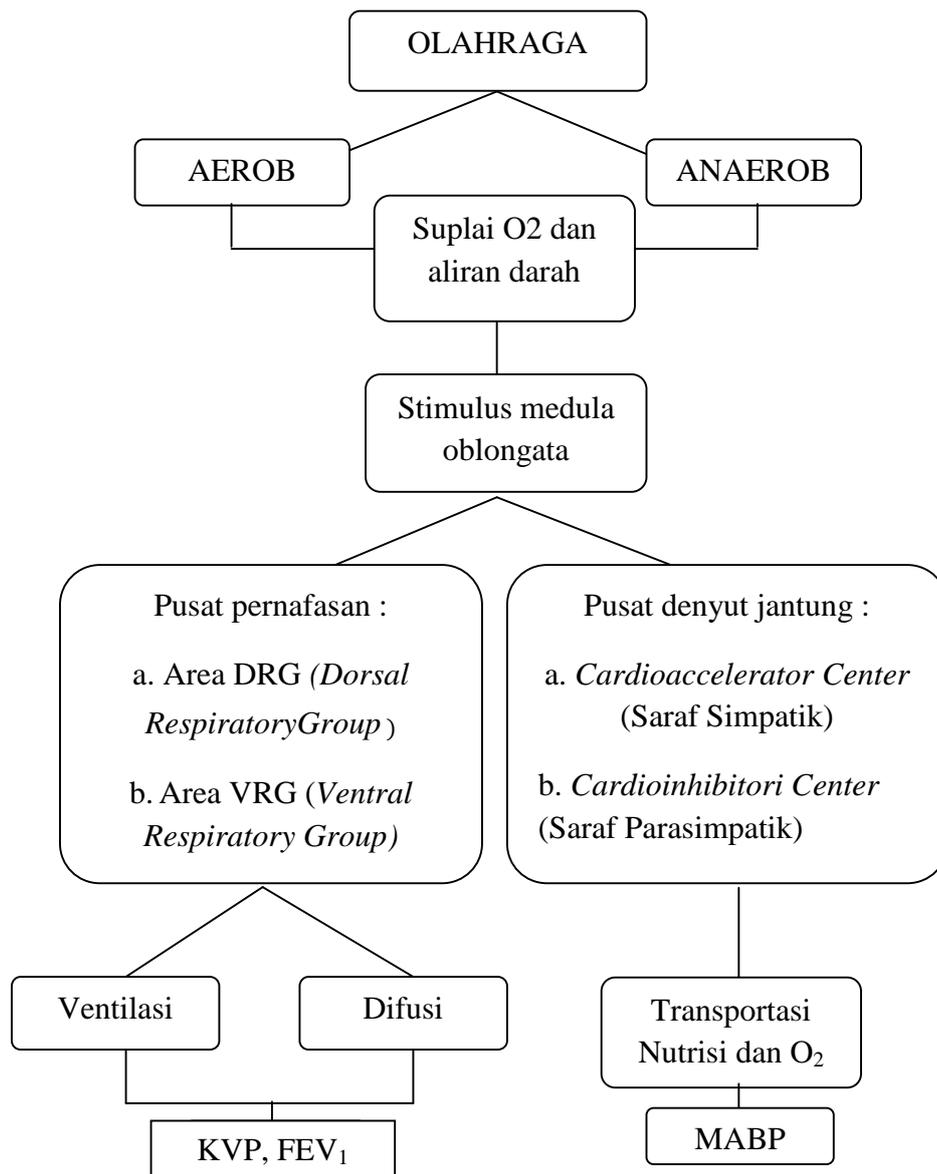
2.4 Kerangka penelitian

2.4.1 Kerangka Teori

Olahraga sendiri dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu olahraga aerob dan anaerob (Hermina,*et.al.*, 2004). Olahraga merupakan aktifitas fisik yang dapat meningkatkan suplai oksigen dan aliran darah di tubuh serta di otak, yang akan mempengaruhi pusat pernafasan dan pusat denyut jantung di medula oblongata (Sherwood, 2011).

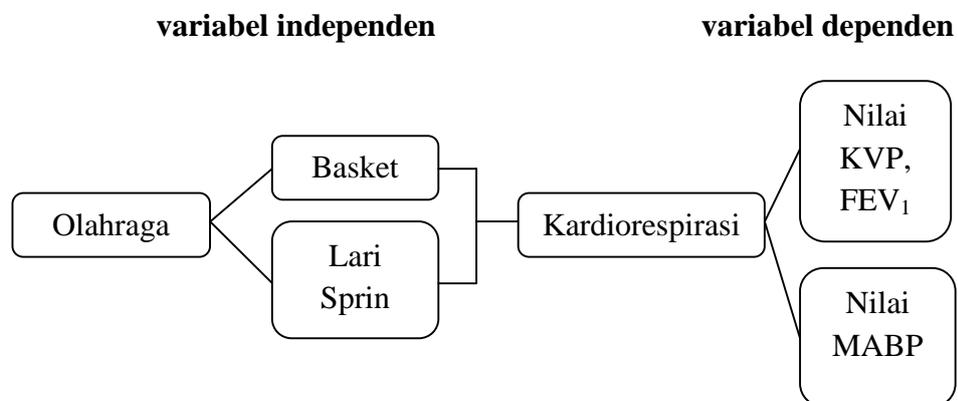
Pusat pengaturan pernafasan manusia dibagi menjadi 2 tempat, yaitu area DRG (*Dorsal respiratory group*) yang akan merangsang nervus inspirasi saat pernafasan tenang (*quiet breathing*) dan area VRG (*Ventral Respiratory Group*) sebagai pusat inspirasi dan ekspirasi (Guyton & Hall, 2014). Ketika proses inspirasi dan ekspirasi terjadi selama kita melakukan olahraga, maka hal ini dapat mempengaruhi volume tidal dan volume ekspirasi. Hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan nilai kapasitas vital paru dan forced expired volume in one second setelah kita melakukan olahraga (Sherwood, 2011).

Pusat pengaturan denyut jantung di medula oblongata terdapat dua area yaitu cardioaccelerator center meningkatkan denyut dan kekuatan kontraksi jantung melalui saraf simpatis, cardioinhibitori center menurunkan denyut jantung ke pacemaker nervus vagus melalui saraf parasimpatis (Guyton & Hall, 2014). Selama kita melakukan olahraga, denyut jantung meningkat serta aliran darah meningkat untuk menyalurkan nutrisi dan oksigen ke jaringan yang memerlukan (Sebastianus, 2011).



Bagan 2.2.3 Kerangka teori menurut Sherwood Lauralee, Guyton and Hall, Pranatahadi Sebastianus, Hermina, *et. al*

2.4.2 Kerangka Konsep



Bagan 2.4.2 Kerangka konsep penelitian

2.5 Hipotesis penelitian

Ho : Tidak ada perbandingan antara nilai KVP, FEV_1 , dan MABP pada atlet basket dan atlet lari sprin

Ha : Ada perbandingan antara nilai KVP, FEV_1 , dan MABP pada atlet basket dan atlet lari sprin