

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiologi paru

Pernapasan terjadi karena terdapat perbedaan tekanan antara atmosfer dan alveolus akibat kerja mekanik otot pernafasan. Selama inspirasi, volume toraks bertambah besar karena diafragma turun dan iga terangkat akibat kontraksi beberapa otot pernafasan antara lain: sternokleidomastoideus, otot seratus, skalenus dan interkostalis eksternus. Selama ekspirasi terjadi gerakan pasif akibat elastisitas dinding dada dan paru. Ketika otot interkostalis eksternus relaksasi, dinding dada turun dan lengkung diafragma naik ke atas ke dalam rongga toraks, menyebabkan volume toraks berkurang. Pengurangan volume toraks ini meningkatkan tekanan intrapleura maupun tekanan intrapulmonal. Selisih tekanan antara saluran udara dan atmosfer menjadi terbalik, sehingga udara mengalir keluar dari paru sampai udara dan tekanan atmosfer menjadi sama kembali pada akhir ekspirasi.¹¹

Pernapasan mencakup proses difusi gas melintasi membran alveolus kapiler yang tipis (kurang dari 0,5 μm). Kekuatan untuk melakukan difusi berupa selisih tekanan parsial antara darah dan gas. Perbedaan tekanan oksigen dan karbondioksida antara darah dan alveolus menyebabkan oksigen berdifusi ke dalam aliran pembuluh darah sedangkan karbondioksida berdifusi ke dalam alveolus lalu dikeluarkan ke atmosfer.¹¹

Dalam keadaan beristirahat normal, kecepatan difusi oksigendi kapiler darah paru dan alveolus berlangsung kira-kira 0,25 detik, menyebabkan paru normal memiliki cadangan waktu difusi yang cukup. Beberapa penyakit seperti fibrosis paru, emfisema daninfeksi saluran pernafasan atas dapat menyebabkan penebalan dinding paru sehingga difusi melambat terutama ketika melakukan olahraga, blok difusi tersebut dapat mengakibatkan hipoksemia.¹²

Faktor yang berkaitan dengan ventilasi paru salah satunya hemoglobin. Hemoglobin merupakan protein yang berperan paling besar dalam transpor oksigen ke jaringan dan karbondioksida ke paru. Hemoglobin merupakan protein heme sama seperti myoglobin, myoglobin yang bersifat monomerik (mengandung satu subunit) banyak ditemukan di otot, sedangkan hemoglobin yang ditemukan di darah memiliki empat subunit polipeptida maka disebut tetramerik.¹³

2.2 Tes fungsi paru

Tes fungsi paru adalah alat untuk mengevaluasi sistem pernapasan. Tes fungsi paru dapat digunakan sebagai acuan keberhasilan seorang atlet dalam segi prestasi dan dapat digunakan untuk memonitor perkembangan fungsi paru atlet.^{14,15}

Beberapa nilai fungsi paru dapat digunakan sebagai pemeriksaan secara klinis antara lain: Nilai TV, IRV dan IC.

2.2.1 Tidal volume

- 1) Definisi

Tidal volume (TV) adalah volume udara yang masuk dan keluar paru selama ventilasi normal biasa. Nilai TV pada dewasa normal sekitar 500 ml.¹⁶

2) Faktor yang mempengaruhi *tidal volume*

Faktor-faktor yang mempengaruhi *tidal volume* antara lain jenis kelamin, usia, kadar hemoglobin antropometri, riwayat merokok, *body mass index*, atlet (orang yang rutin berolahraga).¹⁷

Atlet profesional memiliki nilai volume paru secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan nilai orang-orang dari non atlet, Nilai TV pada atlet 10% lebih tinggi dibanding non atlet. Tambahan TV untuk atlet profesional di bawah pengaruh ventilasi mekanis sekitar 0,6 ml/kg untuk laki-laki dan 0,5 ml/kg untuk wanita.¹⁸

2.2.2 *Inspiratory reserve volume*

1) Definisi

Inspiratory reserve volume (IRV) merupakan volume udara tambahan yang dapat secara maksimal dihirup di atas volume alun napas istirahat. IRV dicapai oleh kontraksi maksimal diafragma, otot interkostal eksternal, dan otot inspirasi tambahan. Nilai IRV rerata berjumlah 3000 ml pada orang dewasa.¹⁹

2) Faktor yang mempengaruhi *inspiratory reserve volume*

Faktor-faktor yang mempengaruhi *inspiratory reserve volume* antara lain jenis kelamin, usia, kadar hemoglobin antropometri, riwayat merokok, *body mass index*, atlet (orang yang rutin berolahraga).¹⁷

Salah satu penelitian menunjukkan olahraga aerobik memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap peningkatan *inspiratory reserve volume* di antara anak-anak sekolah.²⁰

2.2.3 *Inspiratory Capacity*

1) Definisi

Inspiratory Capacity adalah jumlah *Tidal volume* ditambah dengan jumlah *inspiratory reserve volume*. Nilai IC pada orang dewasa adalah sekitar 3500 ml.^{21,22}

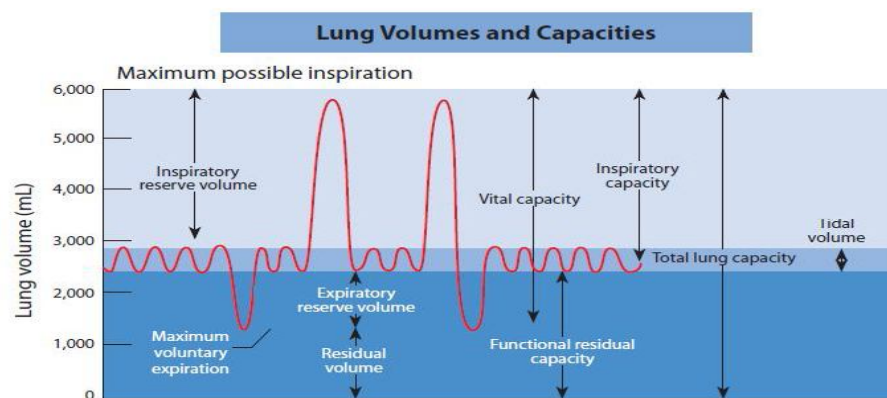
2) Faktor yang mempengaruhi *inspiratory capacity*

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai IC, antara lain: umur, jenis kelamin, ukuran bentuk tubuh (antropometri), kondisi kesehatan, riwayat penyakit dan pekerjaan, riwayat merokok, kadar hemoglobin, olahraga, dan status gizi atau *body mass index*. Nilai IC berkurang pada penyakit paru-paru, penyakit jantung (yang menimbulkan kongesti paru) dan pada kelemahan otot pernafasan.^{23,3}

Penelitian di bidang kesehatan menunjukkan bahwa EELV/*end-expiratory lung volume* menurun dan nilai *inspiratory capacity* meningkat selama latihan.²⁴⁻²⁷ Penelitian lain menunjukkan penurunan EELV mengalami penurunan yang hanya terjadi pada tingkat latihan tertinggi.²⁸

Fungsi paru mempunyai dua komponen penting yaitu volume paru dan kapasitas paru, komponen tersebut memiliki nilai fungsi paru yang dapat

mempengaruhi pernafasan manusia.^{2,3} Prakiraan nilai fungsi paru yang dibatasi pada penelitian ini (TV, IRV dan IC) terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Volume dan kapasitas paru.²⁹

2.3 Spirometer *spirolab II*

Metode yang sederhana untuk meneliti ventilasi paru dengan merekam volume pergerakan udara yang masuk dan ke luar paru dinamakan spirometer. Spirogram memperlihatkan perubahan dalam volume paru pada berbagai keadaan pernapasan. Ada empat volume paru, dan bila semua dijumlahkan maka sama dengan volume maksimal paru mengembang.³⁰

Spirometer paling sering digunakan untuk menilai fungsi paru. Sebagian besar pasien dapat dengan mudah melakukan spirometer setelah dilatih oleh pelatih atau tenaga kesehatan lain yang tepat. Uji ini dapat dilaksanakan diberbagai tempat baik ruang praktek dokter, ruang gawat darurat atau ruang perawatan. Spirometer dapat digunakan untuk diagnosis dan memantau gejala dan penyakit

pernapasan, persiapan operasi, penelitian epidemiologi dan penelitian fungsi paru atlet.³¹

Spirometer memiliki banyak jenis salah satunya berupa spirometer *spirolab II*. Spirometer ini merupakan generasi baru, dapat memfasilitasi total penilaian fungsi paru. Produk ini dirancang untuk digunakan oleh spesialis yang memerlukan alat yang lebih sederhana, perangkat kompak akan tetapi pada saat yang sama mampu menghitung seluruh parameter fungsi paru. Data dari subjek berupa nama, umur, tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, tanggal melakukan tes, alat ini menggunakan sistem komputerisasi *Spirolab II*.³²



Gambar 2. *Spirolab II*.³³

2.4 Fisiologi olahraga

2.4.1 Definisi

Tubuh manusia memiliki sistem yang terkoordinasi sempurna dan terjadi secara simultan. Ketika seseorang melakukan aktivitas seperti berjalan, maka terjadi perubahan dari keadaan istirahat menuju keadaan aktif. Aktivitas itu dilakukan beberapa kali, sehingga tubuh akan beradaptasi terhadap aktivitas tersebut. Aktivitas fisik merupakan proses yang rumit dimana pelatih perlu

mengawasi perubahan pada subjek setiap menit sewaktu aktivitas. Untuk menjadi seorang atlet, perlu mempunyai tingkat aktivitas fisik yang lebih tinggi dibanding dengan populasi normal.³⁴

Perubahan fisiologis yang nyata dapat terjadi dalam tubuh kita apabila aktivitas fisik atau latihan olahraga rutin dilakukan. Terdapat tanggapan mengenai latihan dimana latihan memiliki dua aspek analog dengan respon tubuh terhadap lingkungan stress. Aspek pertama adalah respon jangka pendek merupakan serangan tunggal setelah sesekali olahraga ataupun dapat disebut latihan akut. Aspek kedua adalah respon jangka panjang terjadi setelah olahraga teratur yang mempermudah latihan berikutnya dan meningkatkan kinerjanya.³⁵

2.4.2 Respons paru pada saat aktivitas fisik

Aktivitas fisik akan mempengaruhi fungsi paru selama latihan oleh karena peningkatan penggunaan oksigen dalam darah. Karbondioksida dalam darah yang meningkat tersebut perlu dikeluarkan melalui paru. Penilaian fungsi paru setelah latihan fisik sering memberikan arti klinis.^{36,37}

2.5 Kebugaran jasmani

Kebugaran jasmani merupakan salah satu komponen dalam kehidupan manusia yang sangat diperlukan, agar segala aktivitas sehari-hari dapat berjalan dengan baik. Kebugaran jasmani dapat diperoleh dengan cara melakukan aktivitas jasmani secara teratur, terukur, dan terprogram. Kebugaran jasmani yang baik merupakan modal dasar utama bagi seseorang untuk melakukan aktivitas fisik secara berulang-ulang dalam waktu yang relatif lama tanpa menimbulkan kelelahan yang berarti. Seseorang dengan kebugaran jasmani yang baik mampu

berkerja dengan produktif, efisien, tidak mudah terserang penyakit, belajar menjadi lebih semangat, dan berprestasi secara optimal.³⁸

Dalam kebugaran jasmani, dikenal istilah *Health related fitness* dan *Skill related fitness*. *Health related fitness* diartikan sebagai kemampuan jantung, paru, otot, dan persendian untuk bekerja dengan optimal. *Health related fitness* meliputi daya tahan kardiorespirasi, ketahanan otot, kekuatan otot, fleksibilitas, dan komposisi tubuh. *Skill related fitness* diartikan sebagai keahlian-keahlian yang menunjang performa seseorang dalam olahraga dan aktivitas fisik lain. *Skill related fitness* terdiri dari *agility* (kelincahan), *balance* (keseimbangan), *coordination* (koordinasi), *reaction time* (kecepatan reaksi), *speed* (kecepatan), dan *power* (kekuatan).³⁹

2.6 Daya tahan kardiorespirasi

2.6.1 Definisi

Daya tahan kardiorespirasi adalah unsur kebugaran jasmani yang menggambarkan kemampuan sistem respirasi dan kardiovaskular dalam menyediakan oksigen untuk kerja otot selama melakukan aktivitas fisik.⁴⁰

2.6.2 Ketahanan 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. Ketahanan anaerobik adalah kemampuan untuk melakukan aktivitas dengan jangka waktu yang lebih singkat, berbeda dengan ketahanan aerobik ketahanan ini membutuhkan sistem yang dapat menyediakan ATP lebih cepat dari sistem O_2 -

ATP. Sistem energi anaerobik, berupa glikolisis parsial digunakan untuk menyediakan energi yang dibutuhkan.⁴¹

2.6.3 Faktor yang mempengaruhi nilai fungsi paru

1) Umur

Daya tahan kardiorespiratori akan semakin menurun sejalan dengan bertambahnya umur, namun penurunan ini dapat berkurang, bila seseorang berolahraga teratur sejak dini.⁴² Peningkatan kebugaran mencapai puncaknya pada usia 25 – 30 tahun, kemudian akan terjadi penurunan kapasitas fungsional dari seluruh tubuh, kira-kira sebesar 0,8 – 1% per tahun, akan tetapi bila rajin berolahraga penurunan ini dapat dikurangi sampai separuhnya.⁴³

2) Jenis kelamin

Perbedaan kebugaran antara laki-laki dan perempuan berkaitan dengan kekuatan maksimal otot yang berhubungan dengan luas permukaan tubuh, komposisi tubuh, kekuatan otot, jumlah hemoglobin, hormon, kapasitas paru-paru, dan sebagainya. Ketika mencapai masa pubertas, kebugaran pada anak laki-laki hampir sama dengan anak perempuan, tapi setelah masa pubertas kebugaran laki-laki dan perempuan semakin berbeda, terutama yang berhubungan dengan daya kardiorespirasi. Hal ini dikarenakan perempuan memiliki jaringan lemak yang lebih banyak, adanya perbedaan hormon testosteron dan estrogen, dan kadar hemoglobin yang lebih rendah.⁴³

3) Genetik

Faktor-faktor genetik memberikan kontribusi pada kebugaran aerobik dan anaerobik, termasuk kapasitas maksimal sistem respiratori dan kardiovaskuler, jantung yang lebih besar, sel darah merah dan hemoglobin yang lebih banyak.⁴⁵

Faktor genetik bertanggung jawab atas 25-40% dari perbedaan nilai VO_2 max, lebih dari setengah perbedaan kekuatan maksimal aerobik disebabkan oleh genotip dan faktor lingkungan (nutrisi). Orang tua memiliki pengaruh yang besar untuk menjadi atlet berdaya tahan tinggi.⁴⁴

4) Aktivitas fisik

Aktivitas fisik membutuhkan energi yang tinggi sehingga mempengaruhi daya tahan kardiorespirasi, akan tetapi daya tahan kardiorespirasi akan menurun 17-27% bila beristirahat ditempat tidur selama 3 minggu. Jenis latihan juga mempengaruhi daya tahan kardiorespirasi, seperti orang yang melakukan olahraga jarak jauh daya tahan kardiorespirasinya meningkat lebih tinggi dibandingkan orang yang berolahraga senam. Latihan fisik menyebabkan perbaikan fungsi otot, terutama otot pernapasan menyebabkan pernapasan lebih efisien pada saat istirahat.⁴⁵

5) Status gizi

Status gizi sangat mempengaruhi tingkat kebugaran jasmani seseorang, karena status gizi menyebabkan kesehatan seseorang menjadi lebih baik, tingkat kesehatan seseorang dapat dipengaruhi oleh kecukupan makanan

yang dikonsumsi yang dapat dinilai dengan ukuran atau parameter antropometri. Status gizi yang baik membuat organ tubuh melakukan fungsi secara optimal sehingga menghasilkan peningkatan kesegaran jasmani pada seseorang.⁴⁶

Ketersediaan zat gizi dalam tubuh akan berpengaruh pada kemampuan otot berkontraksi dan daya tahan kardiovaskuler. Untuk mendapatkan kebugaran yang baik, seseorang harus melakukan latihan olahraga yang cukup, mendapatkan gizi yang memadai untuk kegiatan fisik dan tidur.⁴⁵

Penilaian status gizi dilakukan melalui beberapa cara antara lain: pemeriksaan klinis, biokimiawi dan antropometri. Cara pengukuran status gizi dengan pemeriksaan klinis dan biokimiawi memerlukan biaya yang cukup mahal dan ketrampilan khusus. Cara pengukuran yang sederhana dan mudah dilakukan adalah dengan antropometri. Dalam penilaian status gizi, antropometri diuraikan dalam berbagai indeks antara lain: berat badan menurut umur, tinggi badan menurut umur, berat badan menurut tinggi badan, lingkar kepala, lingkar lengan atas, lapisan lemak bawah kulit, dan *body mass index* (BMI).⁴⁶

Status gizi diukur menggunakan *body mass index* (BMI):

$$BMI = \frac{weight_{(kg)}}{(height_{(m)})^2}$$

Klasifikasi BMI kemenkes RI 2010 untuk anak usia 6-12 tahun:⁴⁷

Tabel 2. Indeks Masa Tubuh

Nilai Z-skor	Klasifikasi
--------------	-------------

$z\text{-skor} \geq +2$	Obesitas
$+1 \leq z\text{-skor} < +2$	Gemuk
$-2 \leq z\text{-skor} < +1$	Normal
$-3 \leq z\text{-skor} < -2$	Kurus
$z\text{-skor} < -3$	Sangat kurus

6) Rokok

Kebiasaan merokok berpengaruh terhadap kebugaran jasmani, karena di dalam rokok terdapat bermacam-macam zat yang merugikan tubuh, yaitu karbon monoksida (CO), nikotin, tar dan beberapa zat lainnya. Ditinjau dari fungsi oksigen dan pembentukan energi, hal tersebut dapat dijelaskan secara ilmiah. Oksigen secara normal sampai ke jaringan otot dibawa oleh hemoglobin (Hb) di dalam sel-sel darah merah. Pada saat orang bernafas, udara yang dihisap terdiri dari oksigen, nitrogen, dan beberapa zat lain termasuk CO yang memiliki afinitas 200 kali lebih besar dari oksigen. Karbon monoksida akan menyingkirkan Hb yang akan digunakan untuk mengangkut oksigen ke jaringan. Kejadian ini disebabkan oleh ikatan Hb dengan oksigen secara oksidasi, sehingga CO bersama asap rokok dapat menyingkirkan 7% hemoglobin yang dapat digunakan, dengan demikian kemampuan Hb akan merosot.⁴⁸

Karbon monoksida merupakan gas beracun yang tidak berwarna. Kandungannya di dalam asap rokok 2-6%. Karbon monoksida pada paru mempunyai daya afinitas dengan Hb sekitar 200 kali lebih kuat dari pada daya ikat O₂ dengan Hb. Dalam waktu paruh 4-7 jam sebanyak 10% dari Hb dapat terisi oleh CO dalam bentuk COHb (*Carboxy Haemoglobin*) akibatnya sel darah merah akan kekurangan oksigen, sehingga sel tubuh akan

kekurangan oksigen. Pengurangan oksigen jangka panjang dapat mengakibatkan pembuluh darah vena terganggu karena menyempit dan mengeras. Bila menyerang pembuluh darah jantung, maka akan terjadi serangan jantung.⁴⁹

7) Kesehatan organ

Perubahan anatomik dan fisiologik organ, paru, ginjal, jantung dan hati, yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kebugaran jasmani antara lain:⁴⁶

a) Paru

Berdasarkan usia seseorang, tulang rawan mengalami osifikasi sehingga terjadi perubahan bentuk dan ukuran dada. Otot-otot pernafasan mengalami kelemahan akibat atrofi yang mengakibatkan kelemahan otot, berkurangnya jaringan elastis bronkus dan alveolus membesar secara progresif, terjadi emfisema senilis. Perubahan bentuk, ukuran dada, maupun volume rongga dada akan merubah mekanika, amplitudo pernafasan menjadi dangkal, sehingga timbul keluhan sesak nafas. Perubahan struktur anatomik saluran nafas akan menimbulkan penumpukkan udara dalam alveolus (*air trapping*) ataupun gangguan udara nafas dalam cabang-cabang bronkus.

b) Jantung

Elastisitas dinding aorta jantung pada manusia akan menurun dengan bertambahnya usia disertai dengan bertambahnya ketebalan aorta. Perubahan ini terjadi akibat perubahan pada dinding media aorta dan bukan akibat dari perubahan tunika intima karena aterosklerosis

yang terjadi. Secara histologis disebabkan karena perubahan yang progresif pada fungsi jaringan elastik aorta. Penambahan usia tidak menyebabkan atrofi, tetapi terjadi hipertrofi. Pada batas umur 30- 90 tahun masa jantung bertambah (± 1 gr/th pada laki-laki dan $\pm 1,5$ g/th pada wanita) pada katup jantung akan terjadi perubahan-perubahan seiring bertambahnya usia.

c) Hati

Hati adalah organ tubuh yang sering mengalami kerusakan. Kelainan fokal seperti metastasis, nekrosis fokal dan abses kecil mungkin tidak menimbulkan gejala klinik, sedangkan kelainan luas akibat intoksikasi fosfor atau karbontetraklorida, infeksi virus dan penyakit gizi terkadang menyebabkan gangguan fungsi faal hati yang cepat memburuk. Degenerasi dapat terjadi pada sitoplasma. Degenerasi sitoplasma hati kadang disertai kelainan inti sekunder, atrofi, dan nekrosis sel, sehingga sel-sel menjadi hilang karenanya.

2.7 Perkembangan fungsi pada anak usia 6-12 tahun

Pertumbuhan tubuh seseorang mulai dapat dilihat pada periode anak besar yaitu usia 6-12 tahun. Pada usia ini, perkembangan kemampuan fisik tampak jelas dengan adanya perkembangan yang pesat pada kekuatan, fleksibilitas dan keseimbangan. Peningkatan kekuatan, keseimbangan dan fleksibilitas pada anak besar berpengaruh terhadap perkembangan kemampuan gerak anak yang semakin

baik. Perkembangan karakteristik fisik dan gerak yang ditunjukkan oleh anak usia 6-12 tahun menunjukkan bahwa identifikasi bakat olahraga mulai dapat dilakukan pada periode ini.⁵⁰

Salah satu kapasitas fisik yang sangat dipengaruhi oleh ukuran antropometri tubuh dan kemampuan adaptasi tubuh terhadap lingkungan adalah kapasitas vital paru. Kapasitas vital paru merupakan jumlah udara yang dapat dikeluarkan pada saat ekspirasi yang kuat setelah inspirasi maksimal. Kapasitas vital paru dapat dijadikan salah satu indikasi untuk menakar kemampuan sistem paru dan pernafasan dalam mensuplai oksigen untuk menunjang aktivitas gerak fisik. Kapasitas vital paru memiliki korelasi positif dengan kemampuan fisik seorang atlet.

Perbedaan tekanan parsial oksigen antara dataran tinggi dan dataran rendah memiliki pengaruh langsung terhadap adaptasi sistem kardiorespirasi dalam upaya memenuhi kebutuhan oksigen jaringan tubuh. Tekanan parsial oksigen yang rendah memaksa sistem respirasi untuk bekerja lebih keras dalam upaya memenuhi kebutuhan oksigen jaringan. Tekanan oksigen yang rendah mengharuskan sistem respirasi menghirup udara lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan oksigen jaringan. Upaya sistem respirasi tersebut memungkinkan terjadinya adaptasi kapasitas vital paru terhadap tekanan parsial oksigen yang rendah.⁵¹

2.8Cabangolahraga

2.8.1 Bolavoli

Permainan bola voli diciptakan pada tahun 1895 oleh William G.Morgan dari Amerika Serikat. Awalnya permainan ini bernama *Mintonette*, permainan ini dimainkan dengan melambungkan bola (memukul–mukul bola) sebelum bola tersebut menyentuh lantai, pada tahun 1896 oleh Prof. H.T. Halsted mengusulkan nama permainan menjadi “*Volley Ball*“. Permainan bola voli di Indonesia sudah dikenal sejak tahun 1928, dibawa oleh guru-guru Belanda yang mengajar di sekolah-sekolah lanjutan. Sejak PON II di Jakarta pada tahun 1951, sampai sekarang bola voli termasuk salah satu cabang olahraga yang resmi dipertandingkan.⁵²

Bola voli adalah olahraga permainan beregu, namun penguasaan teknik dasar secara individual mutlak sangat diperlukan. Pembinaan pada tahap-tahap awal perlu ditekankan untuk penguasaan teknik–teknik dasar permainan. Penguasaan teknik dasar permainan bola voli harus benar-benar dilakukan, sebab penguasaan teknik dasar permainan bola voli merupakan salah satu unsur yang menentukan menang kalahnya suatu regu dalam pertandingan, disamping kondisi fisik, taktik dan mental.⁵³

Pada pertandingan tingkat nasional di Indonesia, tidak jarang di awal pertandingan kedua regu tampil dengan gerakan-gerakan yang sangat dinamis. Setelah bola mati para pemain masih berlari ke sana ke mari dengan intensitas tinggi. Setelah pertengahan set pertama atau memasuki set kedua, kedua regu tampak bermain lamban. Dapat dipastikan bahwa kelelahan disebabkan oleh terakumulasinya asam laktat pada setiap pemain. Peningkatan asam laktat menyebabkan pH dalam sel otot akan menurun. Menurunnya pH akan

mengganggu fungsi enzim dalam bekerja terutama ATP ase yang berfungsi untuk memecah ATP. Enzim akan bekerja dengan baik pada pH 5–9. Nilai pH akan mempengaruhi kecepatan reaksi kimia.^{54,55}

2.8.2 Sepak bola

Sepakbola adalah suatu permainan yang dilakukan dengan tujuan memasukkan bola ke gawang lawan dan mempertahankan gawang dari serangan lawan, agar tidak kemasukan bola. Setiap pemain diperbolehkan menggunakan seluruh anggota badan kecuali tangan dan lengan, akan tetapi penjaga gawang diperbolehkan memainkan bola dengan kaki dan tangan. Program latihan yang baik akan merefleksikan kemampuan pemain dalam bertanding. Seorang pemain sepakbola harus mampu menunjukkan kekuatan, kecepatan dan daya tahan selama 90 menit permainan.⁵⁷

Metabolisme aerobik dan anaerobik adalah penghasil energi utama dalam sepak bola. Sistem anaerobik berfungsi untuk melakukan lompatan, *sprint*, *sliding tackle* dan tindakan mendadak.⁵⁸⁻⁶² Pemain sepak bola harus mampu menghasilkan tenaga aerobik dan anaerobik yang tinggi dan memerlukan fungsi paru yang baik khususnya nilai TV, IRV dan IC selama pertandingan.⁶³

2.8.3 Renang

Olahraga renang merupakan olahraga air yang banyak digemari terutama oleh anak-anak usia sekolah dasar. Olahraga ini sangat bermanfaat untuk pertumbuhan dan perkembangan anak, keselarasan antara perkembangan kecerdasan otak dan ketrampilan serta yang paling pokok adalah dapat membantuanak dalam pertumbuhan jasmani yang seimbang. Olahraga renang

didalamnya mencakup permainan, perlombaan dan hal yang berhubungan dengan keselamatan terutama bagi orang-orang yang dituntut untuk memiliki pengetahuan dan keterampilan tentang olahraga renang.⁶⁴

Renang merupakan salah satu olahraga aerobik yang paling lengkap karena melibatkan seluruh otot utama tubuh dan memberikan nilai fungsi paru yang lebih baik dibanding dengan olahraga-olahraga lain.⁶⁵

2.8.4 Taekwondo

Taekwondo adalah seni bela diri asal Korea, yang dalam beberapa tahun terakhir telah berkembang menjadi salah satu seni bela diri dalam olahraga Olimpiade. Kompetisi Taekwondo diatur peraraturan 2005 *World Federation Taekwondo*(WTF).⁶⁶Semua aturan seni bela diri taekwondo menuntut sebagian besar kelompok otot.⁶⁷

Hubungan antara pengalaman dan kebugaran fisik berkaitan dengan daya tahan kardiorespirasi seorang atlet.^{68,69} Atlet taekwondo memiliki lemak tubuh yang rendah serta daya tahan aerobik dan fleksibilitas yang lebih tinggi dari orang yang bukan atlet. Daya tahan kardiorespirasi atlet taekwondo dapat diketahui berdasarkan tinggi-rendah lemak tubuh dan ketahanan aerobik seorang atlet.⁷⁰