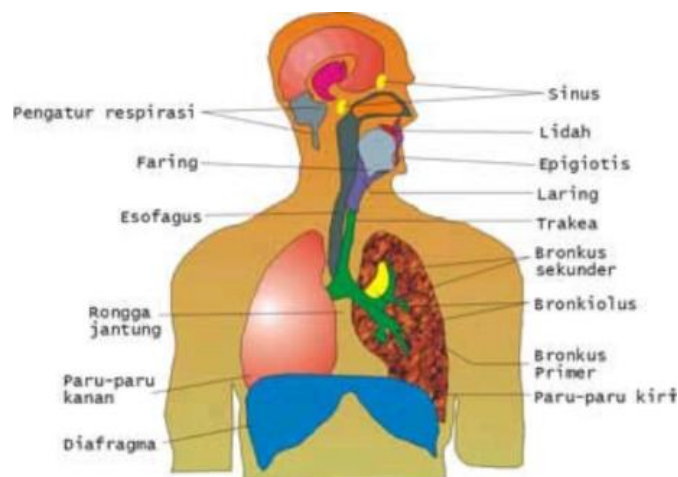


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi dan Fisiologi Paru

Paru adalah organ pernapasan utama yang terletak di rongga dada, memiliki 2 bagian utama, paru kanan dan kiri yang dipisahkan oleh mediastinum diantara kedua paru, di dalam mediastinum terdapat bangunan-bangunan penting seperti pembuluh darah besar dan jantung. Udara bisa sampai ke paru setelah melewati jalan napas atas yaitu, hidung, faring, laring, trakea, bronkus, bronkiolus dan alveolus. Paru dilapisi oleh pleura yang terdiri dari pleura visceral yang menempel langsung pada paru dan pleura parietal yang menempel pada dinding dada, diantara kedua pleura terdapat cavum pleura.



Gambar 1. Anatomi Paru⁸

Fungsi utama paru adalah untuk pertukaran gas antara udara atmosfer dan darah. Dalam menjalankan fungsinya, paru seperti sebuah pompa mekanik yang berfungsi ganda, yaitu menghisap udara atmosfer ke dalam paru (inspirasi) dan mengeluarkan udara alveolus dari dalam tubuh (ekspirasi).^{10,11}

Latihan fisik adalah pergerakan tubuh yang dilakukan oleh otot dengan terencana dan berulang yang menyebabkan peningkatan pemakaian energi dengan tujuan untuk memperbaiki kebugaran fisik. Secara umum, latihan fisik menggambarkan proses metabolik yang menyediakan energi untuk kontraksi otot seperti aerobik (dengan oksigen) ataupun anaerobik (tanpa oksigen).⁵

2.2 Fisiologi Olahraga

Fisiologi Olahraga merupakan cabang ilmu fisiologi yang mempelajari perubahan fisiologis di tubuh pada saat seseorang berolahraga. Seseorang yang mengetahui tentang fisiologi olahraga, dapat merancang suatu program latihan olahraga untuk mendapatkan perubahan optimal sesuai dengan yang diharapkan. Penerapan Ilmu Faal Olahraga dapat meningkatkan prestasi atlet dan sangat penting untuk menentukan takaran latihan, keberhasilan latihan atlet selama periode latihan.¹²

Fisiologi Olahraga merinci dan menerangkan perubahan fungsi yang disebabkan oleh latihan tunggal (*acute exercise*) atau latihan yang dilakukan secara berulang-ulang (*chronic exercise*) dengan tujuan untuk meningkatkan

respons fisiologis terhadap intensitas, durasi, frekuensi latihan, keadaan lingkungan dan status fisiologis individu.¹³

2.3 Ketahanan Kardiorespirasi

2.3.1 Definisi

Ketahanan kardiorespirasi adalah unsur kebugaran jasmani yang menggambarkan kemampuan sistem respirasi dan sirkulasi dalam menyediakan oksigen untuk kerja otot selama melakukan aktivitas fisik. Penyediaan oksigen tersebut harus terjadi karena oksigen dibutuhkan untuk proses metabolisme di jaringan yang aktif.¹⁴

Ketahanan kardiorespirasi yang baik dapat menunjang performa atlet selama latihan maupun bertanding. Latihan fisik yang sesuai dapat mempengaruhi ketahanan kardiorespirasi dengan meningkatkan VO^2 maks.

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Kardiorespirasi

a. Genetik

Daya tahan kardiovaskuler dipengaruhi oleh faktor genetik yaitu sifat-sifat spesifik yang ada dalam tubuh seseorang sejak lahir. Penelitian sebelumnya telah meneliti perbedaan kebugaran aerobik antara saudara kandung (*dizygotic*) dan kembar identik (*monozygotic*), dan mendapati bahwa perbedaan lebih besar pada saudara kandung daripada saudara kembar.¹⁵

b. Umur

Umur mempengaruhi hampir semua komponen kebugaran jasmani. Daya tahan kardiovaskuler cenderung meningkat pada masa anak-anak sampai sekitar 20 tahun dan mencapai maksimal di usia 20-30 tahun. Setelah umur 30-an, daya tahan akan menurun sejalan dengan bertambahnya usia, dengan penurunan 8-10% perdekade untuk individu yang tidak aktif, sedangkan untuk individu yang aktif penurunan tersebut hanya 4-5% perdekade.¹⁵

c. Jenis Kelamin

Pria dan wanita dapat kita bedakan dari segi fisik, baik secara anatomis maupun secara fisiologis (fungsi tubuh). Perbedaan anatomi ini menyebabkan pria lebih mampu melakukan aktivitas jasmani dan olahraga yang memerlukan kekuatan dan dimensi paru yang lebih besar.¹⁶

d. Aktivitas Fisik

Daya tahan kardiorespirasi anak menurun 17-27% bila seseorang beristirahat di tempat tidur selama 3 minggu. Jenis latihan juga mempengaruhi kardiorespirasi seseorang. Orang yang melakukan olahraga lari jarak jauh, daya tahan kardiorespirasinya meningkat lebih tinggi dibandingkan orang yang berolahraga senam atau anggar. Latihan fisik akan menyebabkan otot menjadi kuat. Perbaikan fungsi otot, terutama otot pernapasan menyebabkan pernapasan lebih efisien pada saat istirahat.¹⁷

2.4 Perkembangan Fungsi Paru pada Anak Usia 6-12 tahun

Olahraga yang dilakukan secara teratur pada masa kanak-kanak dan remaja penting untuk membantu meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup.¹ Kecenderungan perubahan pada komposisi dan kapasitas fisik pada usia muda bisa dimanfaatkan untuk identifikasi bakat dalam olahraga. Kecenderungan pertumbuhan tipe tubuh seseorang mulai dapat dilihat pada periode anak usia 6-12 tahun. Pada usia ini, perkembangan kemampuan fisik tampak jelas dengan adanya perkembangan yang pesat pada kekuatan, fleksibilitas dan keseimbangan yang berpengaruh terhadap perkembangan kemampuan gerak anak yang semakin baik.¹⁸

Anatomi jalan nafas pada anak memiliki saluran yang pendek dan diameter yang kecil serta epiglotis yang sempit serta lidah yang besar. Kondisi ini menyebabkan meningkatnya *airway resistance*, mudahnya terjadi obstruksi, kesulitan intubasi, dan mudahnya *self-extubation*. Pada anak-anak dan bayi rigiditas dada kurang bila dibandingkan dengan dewasa. Tidak seperti pada orang dewasa, pada anak-anak, penyebab umum terjadinya gangguan jantung oleh karena gangguan sekunder pernafasan.¹⁹

2.5 Total Lung Capacity (TLC)

2.5.1 Definisi

Total Lung Capacity adalah volume maksimum yang dapat mengembangkan paru sebesar mungkin dengan inspirasi sekuat-kuatnya. *Total Lung Capacity* merupakan penggabungan antara kapasitas vital ditambah dengan volume cadangan ekspirasi. Kapasitas paru-paru total

berkisar 5.800 mililiter.²⁸ Volume udara pernapasan pada setiap orang berbeda-beda, tergantung pada ukuran paru-paru, kekuatan bernapas, dan cara bernapas.

2.5.2 Faktor yang mempengaruhi *Total Lung Capacity*

Volume dan kapasitas seluruh paru pada wanita kira - kira 20 sampai 25 persen lebih kecil daripada pria, dan lebih besar lagi pada orang yang atletis dan bertubuh besar daripada orang yang bertubuh kecil dan astenis.²⁸

2.5.3 Pengukuran *Total Lung Capacity*

Pengukuran *TLC* bisa dilakukan dengan menggunakan spirometer. Spirometer adalah suatu piranti untuk mengukur volume udara yang dihirup dan ditampung sejenak dalam paru. *TLC* adalah kapasitas vital ditambah volume residu. Volume residu dapat dihitung menggunakan teknik pengenceran gas (gas dilution) atau dengan Pletismograf. Karena keterbatasan penelitian, nilai RV di tetapkan sebesar 1200 ml.

2.6 *Peak Expiratory Flow (PEF)*

2.6.1 Definisi

Peak expiratory flow (PEF) atau ada juga yang menyebut *Peak Expiratory Flow Rate (PEFR)* adalah kecepatan ekspirasi maksimal yang bisa dicapai oleh seseorang. Dinyatakan dalam liter per menit (L/menit) atau liter per detik (L/detik). Nilai *PEF* didapatkan dengan pemeriksaan spirometri atau menggunakan alat yang lebih sederhana yaitu *peak expiratory flow meter (PEF meter)*. Pemeriksaan *PEF* bertujuan untuk mengukur secara obyektif arus udara pada saluran napas besar.²⁰

Nilai normal *Peak expiratory flow (PEF)* untuk laki-laki adalah 500-700 L/menit, sedangkan untuk perempuan 380-500 L/menit.²¹

2.6.2 Faktor yang Mempengaruhi *Peak expiratory flow*

a. Faktor Host

1) Umur

Perkembangan kemampuan fisik pada anak tampak jelas dengan adanya perkembangan yang pesat di usia dini.¹⁸ Faal paru pada masa kanak-kanak bertambah volumenya dan mencapai maksimal pada umur 19-21 tahun. Setelah itu nilai faal paru terus menurun sesuai bertambahnya umur karena dengan meningkatnya umur seseorang maka kerentanan terhadap penyakit akan bertambah, khususnya gangguan saluran pernapasan pada tenaga kerja.⁸

2) Jenis kelamin

Jenis kelamin juga berpengaruh terhadap nilai *PEF*. Nilai *PEF* pria lebih besar dari pada wanita berdasarkan tabel nilai normal *PEF*.²²

3) Tinggi badan

Tinggi badan berbanding lurus dengan *PEF*, artinya dengan bertambah tinggi seseorang, maka *PEF* akan bertambah besar.²³

b. Faktor Lingkungan

1) Kebiasaan merokok

Orang yang merokok merupakan salah satu faktor resiko penyebab penyakit saluran napas.²⁴ Merokok dapat menyebabkan perubahan struktur jalan nafas berupa hipertrofi dan hiperplasia kelenjar mukus. Perubahan struktur karena merokok biasanya di hubungkan dengan perubahan/kerusakan fungsi. Perokok berat dikatakan apabila menghabiskan rata-rata dua bungkus rokok sehari, memiliki resiko memperpendek usia harapan hidupnya 0,9 tahun lebih cepat ketimbang perokok yang menghabiskan 20 batang rokok sehari.²²

2) Pemakaian alat pelindung diri

Alat pelindung diri tidak secara sempurna melindungi tubuh seseorang dari bahaya, tetapi dapat mengurangi tingkat keparahan yang mungkin terjadi. Contoh alat pelindung diri adalah menggunakan masker penutup hidung dan mulut jika berada di lingkungan dengan paparan debu konsentrasi tinggi. Masker terbuat dari kain dengan ukuran pori-pori tertentu dan berguna untuk menghalangi debu dan kotoran yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Respirator pemurni udara, untuk membersihkan udara

dengan cara menyaring atau menyerap kontaminan dengan toksisitas rendah sebelum memasuki sistem pernapasan.²⁵

3) Polusi udara

Polusi udara dapat menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan fungsi tubuh, termasuk gangguan faal paru.²⁶

4) Infeksi saluran napas

Riwayat infeksi saluran napas berat sewaktu anak-anak menyebabkan penurunan faal paru dan keluhan respirasi sewaktu dewasa.¹⁸

5) Status gizi

Keadaan sistem imun seseorang dapat menurun akibat kekurangan gizi, sehingga orang tersebut mudah terserang infeksi seperti pilek, batuk, diare, dan juga berkurangnya kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap benda asing seperti debu dan tembakau yang masuk dalam tubuh.²⁷

2.6.3 Pengukuran *Peak Expiratory Flow*

Nilai *PEF* didapatkan dengan pemeriksaan spirometri atau menggunakan alat yang lebih sederhana yaitu *peak expiratory flow* meter. Alat ini mudah dibawa, tidak perlu sumber listrik dan harganya relatif murah. Cara menggunakannya adalah dengan meniup sekencang-kencangnya pada mouthpiece dan lihat marker pada alat bergerak sampai nilai berapa.

2.7 Expiratory Reserve Volume (ERV)

2.7.1 Definisi

ERV adalah volume udara ekstra maksimal yang dapat diekspirasi melalui ekspirasi kuat pada akhir ekspirasi tidal normal; jumlah normalnya adalah sekitar 1100 mililiter. Volume tidal, kapasitas vital, kapasitas inspirasi dan volume cadangan ekspirasi dapat diukur secara langsung dengan spirometer. Ini adalah elemen dasar dari tes fungsi paru ventilasi.²⁹

2.7.2 Faktor yang Mempengaruhi Expiratory Reserve Volume

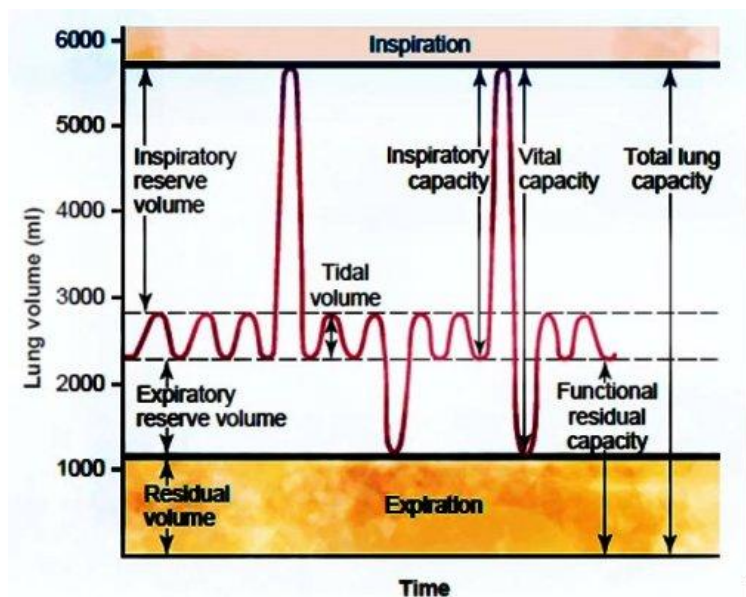
Seseorang yang tinggal di pinggir laut, perkembangan parunya sedikit lebih kecil daripada orang yang hidup di dataran tinggi. Hal ini karena tekanan parsial oksigen lebih rendah. Sebagai hasilnya, oksigen sulit berdifusi ke aliran darah. Karena kebutuhan yang tinggi, tubuh membutuhkan lebih banyak udara.

Perubahan volume paru juga terjadi selama kehamilan. Karena kompresi diafragma dengan rahim. Kompresi ini juga menyebabkan *total lung capacity* menurun sebesar 5% dan penurunan *expiratory reserve volume* sebesar 20%. *Tidal Volume* meningkat 30-40%, atau sekitar 0,5-0,7. Penambahan volume tersebut terjadi untuk memenuhi kebutuhan oksigen yang meningkat, mencapai 50 mL / menit, 20 mL yang pergi ke jaringan reproduksi.³⁰

2.7.3 Pengukuran Expiratory Reserve Volume

Pengukuran *ERV* dapat dilakukan dengan menggunakan spirometer.

Volume yang bisa diukur dibagi menjadi dua, volume statis dan volume dinamis. Volume statis meliputi *TV* (inspirasi atau ekspirasi normal), *ERV* (udara yang dapat dikeluarkan dengan berekspirasi sekuat-kuatnya), *IRV* (volume ekstra yang masih dapat dihirup setelah inspirasi normal), *VC* (udara yang dapat dikeluarkan semaksimal mungkin setelah melakukan inspirasi semaksimal). dan *FVC* (volume udara maksimum yang dihembuskan secara paksa). Sedangkan volume dinamis meliputi *FEV1* (volume udara yang dihembuskan paksa pada detik pertama) dan *PEF* (kecepatan ekspirasi maksimal).⁸ Di bawah ini merupakan gambaran perhitungan volume paru beserta kuantitasnya.



Gambar 2. Volume dan kapasitas paru¹¹

2.8 Olahraga dan Kebugaran Jasmani

Olahraga bisa diartikan sebagai alur gerak raga yang teratur dan terencana yang dilakukan orang dengan sadar untuk meningkatkan kemampuan fungsionalnya. Olahraga di bagi menjadi 2, olahraga aerobik

dan olahraga anaerobik. Aktivitas aerobik adalah aktivitas fisik yang menggunakan energi ATP hasil dari proses fosforilasi oksidatif glikogen dan asam lemak bebas dimana proses tersebut sangat tergantung dari ketersediaan oksigen. Sedangkan aktivitas anaerobik adalah aktivitas fisik yang dalam proses metabolisme pembentukan energi tidak menggunakan oksigen, energi dihasilkan dari pembentukan ATP melalui sumber energi yang berasal dari kreatin fosfat dan glikogen.³¹ Kebugaran adalah kapasitas tubuh secara umum dalam menghadapi kerja fisik serta masih dapat memenuhi fungsinya tanpa mengalami kelelahan.³²

Kebugaran jasmani terdiri dari 2 komponen yaitu *Health Related fitness* dan *Skill Related Fitness*. *Health Related Fitness* adalah kemampuan kerjasama sistem jantung, paru, otot dan sendi secara baik. Unsur-unsurnya meliputi ketahanan otot, kekuatan otot, ketahanan kardiorespirasi, komposisi tubuh dan fleksibilitas. *Skill Related Fitness* merupakan kemampuan seseorang untuk melakukan sesuatu yang sifatnya spesifik, fokus namun dinamis yang membutuhkan waktu tertentu untuk mempelajarinya dan dapat dibuktikan, dalam hal olahraga, *Skill Related Fitness* meliputi *agility* (kelincahan), *balance* (keseimbangan), *coordination* (koordinasi), *reaction time* (kecepatan reaksi), *speed* (kecepatan) dan *power* (kekuatan).³³

2.9 Cabang Olahraga

2.9.3 Bola Voli

Permainan bola voli merupakan suatu permainan yang dimainkan oleh 2 kelompok yang masing-masing terdiri dari 6 orang. Dalam permainan

bola voli ada beberapa bentuk teknik dasar yang harus dikuasai yaitu *servis, passing bawah, passing atas, block, dan smash atau spike*. Pemain memvolley bola di udara, dengan maksud dapat menjatuhkan bola di dalam petak lapangan lawan untuk mencari kemenangan dalam bermain.³⁴

Sejarah bola voli dimulai pada tahun 1895 diciptakan oleh William G. Morgan (Amerika Serikat) dengan nama Mintonette yang mempunyai arti melambungkan bola sebelum bola tersebut menyentuh tanah. Prof. H.T. Halsted merubah namanya menjadi “Volley Ball” pada tahun 1896. Permainan bola voli sudah menjadi cabang olahraga yang dipertandingkan resmi dalam PON di Jakarta tahun 1951. Awalnya, permainan bola voli diperkenalkan oleh guru-guru dari Belanda yang mengajar di Indonesia sejak tahun 1928.³⁵

Teknik dasar tiap pemain bola voli sangatlah penting, walaupun permainan ini dilakukan dalam regu yang terdiri dari 6 orang. penguasaan teknik-teknik dasar permainan lah yang penting dalam awal pembinaan para atlet. Disamping kondisi fisik, taktik dan mental, penguasaan teknik dasar permainan bola voli harus benar-benar dilakukan untuk mencapai sebuah kemenangan.³⁶

Kelelahan dalam bermain bola voli terjadi karena terkumpulnya asam laktat. Seiring dengan peningkatan asam laktat, pH akan menurun di dalam. Proses tersebut dapat mengganggu kerja enzim, terutama ATP-ase yang berfungsi untuk memecah ATP, pH yang baik agar enzim bekerja sempurna adalah pH 5 – 9.^{36,37}

2.9.4 Sepak Bola

Sepak bola adalah cabang olahraga yang menggunakan bola yang terbuat dari bahan kulit dan dimainkan oleh dua tim yang masing-masing beranggotakan 11 (sebelas) orang pemain inti ditambah beberapa pemain cadangan. Memasuki abad ke-21, olahraga ini telah dimainkan oleh lebih dari 250 juta orang di 200 negara, yang menjadikannya olahraga paling populer di dunia.³⁸ Sepak bola bertujuan untuk mencetak gol sebanyak-banyaknya dengan memasukan bola ke gawang lawan. Sepak bola dimainkan dalam lapangan yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 100-110 m dan lebar 64-75 m, di atas rumput atau rumput sintetis. Sejarah olahraga sepak bola dimulai sejak abad ke-2 dan -3 sebelum Masehi di Cina. Di masa Dinasti Han tersebut, masyarakat menggiring bola kulit dengan menendangnya ke jaring kecil.³⁹

Pemain sepak bola membutuhkan kapasitas aerobik dan anaerobik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat daya tahan aerobik pemain posisi *midfielder* lebih baik daya tahan aerobiknya dibandingkan dengan pemain posisi *striker*, *defender* dan *goalkeeper*.⁴⁰

2.9.5 Renang

Renang adalah suatu cabang olahraga yang dapat dilakukan oleh siapa saja, baik putra maupun putri. Olahraga renang termasuk olahraga yang paling menyehatkan, sebab hampir semua otot tubuh bergerak dan berkembang dengan mengkoordinasikan kekuatan setiap perenang. Berenang (di tempat dan kualitas air yang memenuhi syarat kesehatan dan

keamanan) selama 3-5 kali seminggu dapat meningkatkan kesehatan jantung dan paru-paru.⁴¹ Renang termasuk sebagai olahraga aerobik yang akan membuat paru-paru sehat, sendi lebih lentur terutama di bagian leher, bahu dan pinggul, karena bagian-bagian tubuh tersebut digerakkan.

2.9.6 Taekwondo

Taekwondo merupakan cabang olahraga bela diri yang menggunakan tangan dan kaki.⁴² Pieter & Toskovic mengatakan bahwa dengan berlatih Taekwondo dengan frekuensi, durasi, dan intensitas tertentu akan memberikan manfaat bagi kebugaran kardiorespirasi.⁴³ Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa olahraga bela diri memberikan manfaat pada kebugaran aerobik, otot, kelentukan fisik, serta ketangkasan dengan sangat baik.⁴⁴

Taekwondo mulai berkembang di Indonesia tahun 1970-an, dimulai oleh aliran yang berafiliasi ke ITF yang pada waktu itu bermarkas di Toronto Kanada dan dipelopori oleh GenChoHonHi. Kemudian berkembang juga aliran Taekwondo yang berafiliasi ke WTF yang berpusat di Kukkiwon, Seoul, Korea Selatan dengan pemimpin Dr. Un Yong Kim. Pada 28 Maret 1999 musyawarah nasional Taekwondo berhasil menyatukan kedua pihak dan berubah menjadi Taekwondo Indonesia yang berkiblat WTF dan dipimpin oleh Leo Lopolisa.⁴⁵

Hong menyatakan atlet Taekwondo tidak hanya berlatih tentang kekuatan, tetapi juga melatih komponen aerobik dan anaerobik pada latihan rutusnya. Beberapa penelitian pada taekwondoin pria dan wanita usia 20 tahun memiliki rata-rata VO₂ max antara 54-61 ml/kg.