

BAB II

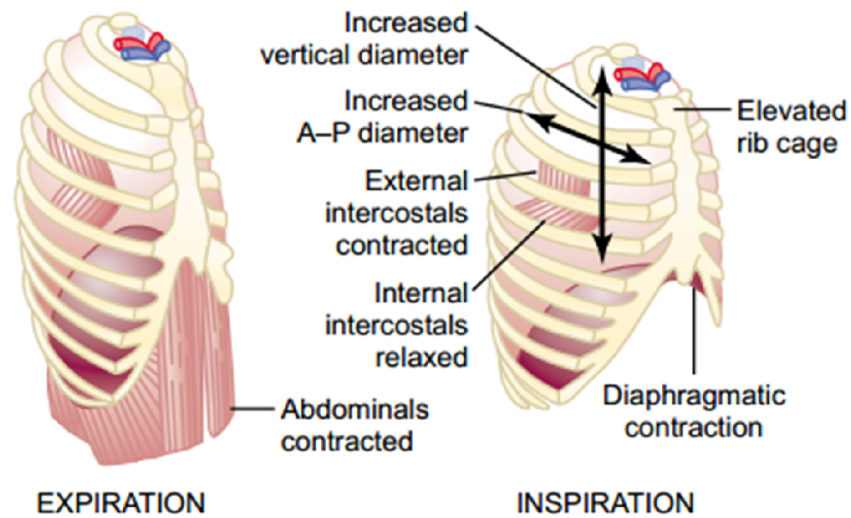
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiologi pernapasan

2.1.1 Sistem pernapasan

Pernapasan adalah keseluruhan proses yang melaksanakan pemindahan pasif oksigen (O_2) dari atmosfer ke jaringan untuk menunjang metabolisme sel, serta pemindahan pasif terus-menerus CO_2 yang dihasilkan jaringan ke atmosfer. Sistem pernapasan merupakan sistem yang sangat penting dalam tubuh manusia.¹⁷ Sistem pernapasan berperan dalam homeostasis dengan mempertukarkan O_2 dan CO_2 antara atmosfer dan darah. Mekanisme pernapasan dimulai dengan ventilasi paru, yang berarti masuk dan keluarnya udara antara atmosfer dan alveoli paru. Kemudian terjadi difusi oksigen dan karbondioksida antara alveoli dan darah. Oksigen dan karbondioksida dalam darah dan cairan selanjutnya akan diangkut menuju ke jaringan tubuh, dan sebaliknya.⁶

Paru dapat dikembangkan melalui dua cara: 1) dengan gerakan naik turunnya diafragma untuk memperbesar dan memperkecil rongga dada, dan 2) dengan depresi dan elevasi tulang iga untuk memperbesar atau memperkecil diameter antero-posterior rongga dada. Selama inspirasi, kontraksi diafragma menarik permukaan bawah paru ke arah bawah. Kemudian selama ekspirasi, diafragma relaksasi, dinding dada dan struktur abdomen akan menekan paru dan mengeluarkan udara. Selain menggunakan diafragma, mekanisme inspirasi dan ekspirasi juga dapat dilakukan oleh otot dinding dada.⁶



Gambar 1. Gerak rangka dada ketika inspirasi dan ekspirasi.⁶

Pemakaian oksigen dan pengeluaran karbondioksida sangat berperan penting dalam menjaga fungsi normal sel dalam tubuh manusia sehingga manusia dapat menjalankan aktifitas dengan baik.^{18,19} Dalam hal ini, paru sebagai organ vital yang mengatur pemakaian oksigen dan pengeluaran karbondioksida memiliki kemampuan kapasitas yang baik untuk menjaga ketahanan fisik dan kesegaran jasmani yang optimal. Untuk menjaga dan meningkatkan fungsi paru maka perlu dilakukan latihan atau olahraga.¹⁹

2.1.2 Perkembangan fungsi paru usia 6-12 tahun

Olahraga yang dilakukan secara teratur pada masa kanak-kanak (6-12 tahun) dan remaja sangat penting untuk membantu meningkatkan kesehatan dan kualitas hidup.¹ Kecenderungan perubahan pada komposisi dan kapasitas fisik pada usia muda dapat dimanfaatkan untuk identifikasi bakat dalam olahraga. 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 yaang pesat pada kekuatan, fleksibilitas dan keseimbangan yang berpengaruh terhadap perkembangan kemampuan gerak anak yang semakin baik.²⁰

Perkembangan karakteristik fisik dan gerak yang ditunjukkan oleh anak usia 6-12 tahun menunjukkan bahwa identifikasi bakat olahraga dapat dilakukan pada periode ini.¹¹ Salah satu kapasitas fisik yang sangat dipengaruhi oleh ukuran antropometri tubuh dan kemampuan adaptasi tubuh terhadap lingkungan adalah fungsi paru, terutama nilai VC. Nilai VC dapat dijadikan salah satu indikasi untuk mengukur kemampuan sistem paru dan pernapasan dalam mensuplai oksigen untuk menunjang aktifitas fisik. Nilai FVC dan FEV1, sebagai indeks untuk mendiagnosis obstruksi jalan napas, juga menurun ketika memasuki masa dewasa. Studi juga menunjukkan bahwa masa kanak-kanak memiliki ukuran jalan napas yang lebih besar dibanding dewasa.²⁰

Perkembangan fungsi paru berbeda untuk masing-masing tingkatan umur. Hal ini terkait dengan perbedaan pertumbuhan fisik yang terjadi pada masing-masing tingkatan umur. Dilihat dari fase perkembangan fisik, anak usia 6-12 tahun berada dalam fase perkembangan anak besar. Kekuatan otot abdomen laki-laki meningkat secara linier dengan penambahan umur pada usia 6 sampai 12 tahun. Kemampuan otot abdomen sangat berpengaruh terhadap fungsi paru dalam keadaan inspirasi udara pernapasan sehingga memiliki pengaruh besar terhadap fungsi paru, terutama nilai VC. Peningkatan kemampuan otot-otot abdomen dan pernapasan meningkatkan kapasitas paru secara umum.^{21, 22}

Pertumbuhan fisik terbesar terjadi pada akhir fase anak besar yaitu usia 10-12 tahun. Rongga dada semakin besar sehingga kapasitas pengambilan udara paru

pun semakin besar. Selain itu perkembangan otot-otot pernapasan pun semakin baik pada akhir fase anak besar.²²

Perubahan yang signifikan terjadi pada susunan toraks. Pada saat bayi sampai awal masa dewasa terjadi penurunan rongga toraks, sternum dan ujung sternum pada tulang iga yang menempati posisi lebih rendah terhadap tulang vertebra. Selain itu, lingkaran diafragma turun tepat di depan tulang iga kelima. Pada laki-laki, panjang dan lebar dada masih berkembang dan meningkat selama masa remaja, sedangkan pada perempuan, peningkatan hanya terjadi pada panjang dada sehingga secara anatomis perempuan terlihat lebih ramping daripada laki-laki.²³

Perubahan fisiologis dan morfologis yang hampir selesai pada awal pubertas akan memberikan kontribusi terhadap perkembangan kapasitas vital secara proporsional dari masa anak ke masa remaja. Hal ini menyebabkan kecepatan perkembangan fungsi paru, terutama kapasitas vital lebih cepat dibandingkan perkembangan pada usia sebelumnya. Selain itu kemampuan gerak juga semakin berkembang yang memungkinkan anak untuk melakukan berbagai aktivitas fisik yang lebih bervariasi. Hal ini memberikan stimulus terhadap perkembangan kapasitas fisik. Pertumbuhan fisik dan koordinasi gerak yang semakin baik pada akhir periode anak besar menyebabkan perkembangan kapasitas vital paru pada fase ini lebih besar daripada pada fase umur sebelumnya.²³

2.2 *Vital capacity (VC)*

2.2.1 Definisi

Vital capacity atau kapasitas vital adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan paru setelah inspirasi maksimal kemudian mengeluarkan sebanyak-banyaknya.^{6,7}

2.2.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi *vital capacity*

1) Posisi tubuh

Nilai VC lebih besar ketika pada posisi berdiri dibandingkan pada posisi duduk dan berbaring. Hal ini dikarenakan aktivitas fisik lebih sering dilakukan pada posisi tubuh berdiri. Pada posisi berdiri, keadaan diafragma turun sehingga kapasitas rongga toraks meningkat, sedangkan pada posisi berbaring, seluruh isi abdomen menekan diafragma yang mengakibatkan kapasitas rongga dada menurun.

Pada posisi berbaring, oleh karena efek gravitasi, aliran darah paru meningkat yang menyebabkan penurunan kapasitas vital, sedangkan pada posisi berdiri, darah akan terkumpul pada daerah ekstremitas bawah sehingga aliran darah balik vena menurun, kemudian aliran udara paru menurun yang menyebabkan nilai VC meningkat ketika posisi berdiri.²³

2) Usia

Nilai VC paling tinggi pada usia remaja, dan paling rendah pada usia anak dan orang tua. Kemampuan paru untuk mengembang dan kemampuan dinding dada yang menurun menyebabkan kapasitas vital paru menurun.^{11,23}

3) Jenis kelamin

Nilai VC lebih besar pada jenis kelamin laki-laki dibandingkan dengan perempuan. Hal ini dikarenakan secara anatomis ukuran dan kekuatan otot dada lebih besar pada laki-laki dibanding perempuan.²³

4) Ukuran antropometri dan *body mass index* (BMI)

Nilai VC didapatkan rendah pada orang dengan klasifikasi BMI *underweight*, *overweight* dan *obess*.^{23, 24} Kapasitas vital paru dapat ditentukan berdasarkan ukuran antropometri tubuh, kekuatan otot dada dan luas area tubuh.^{11, 23}

5) Riwayat merokok

Riwayat merokok dapat menyebabkan perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan dan jaringan paru-paru. Rokok memiliki banyak kandungan zat berbahaya antara lain: nikotin, tar, resin dan karbonmonoksida. Tar dan resin dapat mengiritasi sistem pernapasan, sehingga menjadi sulit bernapas. Keduanya dapat menumpuk dan mengganggu kerja paru-paru. Sekitar 30 jenis senyawa yang terdapat dalam tar diduga dapat menyebabkan kanker. Pada jaringan paru seorang perokok terjadi peningkatan jumlah sel radang dan kerusakan alveoli. Perubahan anatomi saluran napas akan menyebabkan perubahan fungsi paru dan segala macam perubahan klinisnya.⁶

6) Penyakit paru

Kondisi kesehatan dapat mempengaruhi nilai VC seseorang. Beberapa penyakit yang dapat menurunkan fungsi paru antara lain emfisema, pneumonia, atelektasis, asma dan tuberkulosis.²⁵

7) Penyakit jantung

Hubungan antara peningkatan risiko kematian kardiovaskular dan rendahnya fungsi paru telah lama diketahui dan dilaporkan pada berbagai populasi. Penurunan nilai VC perlu menjadi perhatian sebagai kemungkinan faktor risiko penyakit jantung koroner.²⁶

8) Kadar hemoglobin

Kadar hemoglobin memengaruhi distribusi oksigen ke jaringan tubuh yang berasal dari ventilasi paru. Perkembangan fungsi paru akan menurun pada anak dengan Hemoglobin SS (*sickle cell anemia*) dibandingkan dengan populasi normal.²⁷

9) Lingkungan

Nilai VC anak yang tinggal di dataran tinggi didapatkan lebih besar daripada anak yang tinggal di dataran rendah. Pada daerah dataran tinggi, tekanan PO_2 di udara relatif rendah jika dibandingkan di daerah dataran rendah. Tekanan parsial oksigen yang rendah menyebabkan kecepatan masuknya oksigen ke paru semakin kecil. Kondisi ini memaksa orang-orang yang ada di dataran tinggi dengan PO_2 rendah mengadakan adaptasi terhadap kondisi tersebut. Beberapa bentuk adaptasi yang terjadi pada orang yang tinggal di dataran tinggi di antaranya: peningkatan sel darah merah dan

hemoglobin, peningkatan kapasitas difusi, peningkatan kapilaritas, dan peningkatan jumlah mitokondria.¹¹

10) Latihan fisik

Nilai VC lebih tinggi pada seseorang yang melakukan aktifitas fisik secara teratur dibanding yang tidak.^{4, 21, 28} Atlet pada cabang olahraga berkelompok memiliki nilai VC lebih besar dibanding atlet olahraga perorangan.²⁸

Atlet pada cabang olahraga Renang memiliki nilai VC yang lebih tinggi dibanding cabang olahraga lain.^{3, 21, 25} Seseorang yang melakukan latihan renang umumnya memiliki ketahanan respirasi yang lebih baik dikarenakan tahanan yang terdapat pada air membuat perenang membutuhkan cadangan oksigen lebih banyak untuk mampu bertahan di dalam air.²⁹ Seseorang yang melakukan olahraga air akan mengeluarkan energi yang lebih banyak untuk mampu melawan air tersebut, sementara tubuh perenang membutuhkan asupan oksigen yang lebih besar, akibatnya sistem kardiorespirasi bekerja untuk mengambil oksigen yang sangat diperlukan dalam proses pembakaran. Olahraga renang akan melatih kerja paru dan meningkatkan kemampuan paru untuk mengambil oksigen yang banyak. Dengan terpenuhinya oksigen maka proses pembakaran dalam tubuh menjadi baik sehingga energi yang diperlukan dapat terpenuhi. Oleh karena itu umumnya seseorang yang melakukan aktivitas Renang secara rutin memiliki nilai VC yang lebih besar.³⁰

2.3 *Forced vital capacity (FVC)*

2.3.1 Definisi

Forced Vital Capacity atau kapasitas vital paru paksa adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan paru dengan cepat, kuat dan dalam setelah melakukan inspirasi maksimal. Pada orang normal, nilai FVC lebih kecil dibandingkan nilai VC. Tes ini sangat berguna untuk menentukan penyakit paru obstruktif atau restriktif.³¹

2.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi *forced vital capacity*

1) Usia

Perkembangan FVC meningkat 12 kali lebih cepat pada masa kanak-kanak atau 10 tahun awal kehidupan, dan terus berkembang sampai remaja. FVC pada masa kanak-kanak berkembang lebih cepat dibanding FEV1, yang menyebabkan penurunan rasio FEV1/FVC sampai remaja, dan mengalami penurunan kembali ketika dewasa.²²

2) Jenis kelamin

Nilai FVC pada jenis kelamin laki-laki lebih besar dibanding pada perempuan, tetapi perempuan memiliki nilai rasio FEV1/FVC lebih besar dibanding laki-laki.²³

3) Ukuran antropometri dan *body mass index* (BMI)

Nilai FVC lebih tinggi pada individu dengan BMI normal dibanding dengan individu *underweight* dan *overweight*. Studi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kurang signifikan antara nilai FVC dengan BMI pada

individu normal dan *overweight* akan tetapi terdapat hubungan yang signifikan antara nilai FVC dan BMI pada individu *underweight*.^{32, 33}

4) Riwayat merokok dan penyakit paru

Nilai FVC akan menurun pada orang yang mengonsumsi 20 batang rokok per hari. Orang dengan riwayat asma akan memiliki pengurangan nilai FVC sebanyak 0,1 L baik laki-laki maupun perempuan. Nilai FVC akan menurun lebih banyak yaitu 0,3 L ketika orang terserang asma. Penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) juga akan menurunkan nilai FVC pada sebagian besar populasi.³⁴

5) Penyakit jantung

Friedmann, *et al* menemukan nilai FVC yang rendah pada beberapa orang yang kemudian menderita *miocardial infarction*. Nilai FVC secara signifikan lebih rendah pada orang yang menderita *miocardial infarction* dibanding kontrol.^{26, 35}

6) Kadar hemoglobin

Perkembangan fungsi paru akan menurun pada anak dengan Hemoglobin SS (*sickle cell anemia*) dibandingkan dengan populasi umum. Nilai FVC merupakan salah satu fungsi paru tersebut yang menurun.²⁷

7) Latihan fisik

Aktivitas fisik atau latihan fisik yang teratur dapat membantu meningkatkan fungsi paru, termasuk nilai FVC.⁵ Alpay, *et al* menyatakan bahwa nilai FVC anak yang terlibat dalam kegiatan olahraga adalah 3.13 ± 0.68 L sedangkan pada anak yang tidak terlibat dalam kegiatan olahraga

yaitu 2.71 ± 0.64 L. Jadi terdapat perbedaan nilai FVC yang berarti antar kedua kelompok.³⁶ Tulin Atan, *et al* menunjukkan bahwa nilai FVC pada atlet cabang Bola Voli, Sepak Bola dan basket secara signifikan lebih tinggi dibanding bukan atlet atau orang yang tidak melakukan olahraga tersebut.⁴

Penelitian Adegoke dan Arogundade mengemukakan bahwa volume paru statis (*Tidal Volum* dan FVC) pada atlet lari marathon dan atlet lain yang mempunyai daya tahan baik tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan kontrol.³⁷ Tetapi pada atlet Renang dan penyelam memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan kontrol. Ini menunjukkan bahwa semakin kuatnya otot inspirasi ketika bekerja melawan tahanan yaitu berat jenis air yang mempengaruhi fungsi rongga toraks.³⁷ Jadi atlet cabang olahraga yang melakukan latihan otot pernapasan yang kuat memiliki nilai tes fungsi paru yang lebih baik dibanding yang tidak melakukan latihan tersebut.³

2.4 *Forced expiratory volume in one second (FEV1)*

2.4.1 Definisi

Forced Expiratory Volume atau volume ekspirasi paksa adalah volume udara yang dapat dihembuskan keluar dari paru secara paksa dalam satuan waktu tertentu setelah melakukan inspirasi maksimal.^{6,31}

FEV1 = volume ekspirasi paksa dalam 1 detik

FEV2 = volume ekspirasi paksa dalam 2 detik

FEV3 = volume ekspirasi paksa dalam 3 detik

Nilai normal FEV1 adalah 80% nilai FVC. Nilai FEV1 memiliki nilai diagnosis yang tinggi karena akan mengalami penurunan yang signifikan pada sejumlah kelainan respirasi.^{5, 31}

2.4.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi *forced expiratory volume in one second*

1) Usia

Perkembangan FEV1 meningkat 12 kali lebih cepat pada masa kanak-kanak atau 10 tahun awal kehidupan, dan terus berkembang sampai remaja.²²

2) Jenis kelamin

Nilai FEV1 pada jenis kelamin laki-laki lebih besar dibanding perempuan, tetapi perempuan memiliki nilai FEV1/FVC lebih besar dibanding laki-laki.²³

3) Ukuran antropometri dan *body mass index* (BMI)

Nilai FVC lebih tinggi pada individu dengan BMI normal dibanding dengan individu *underweight* dan *overweight*. Studi menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang kurang signifikan antara nilai FVC dengan BMI pada individu normal dan *overweight* akan tetapi terdapat hubungan yang signifikan antara nilai FEV1 dan BMI pada individu *underweight*.^{32, 33}

4) Riwayat merokok dan penyakit paru

Nilai FEV1 akan menurun pada orang yang mengonsumsi 20 batang rokok per hari. Orang dengan riwayat asma akan terjadi penurunan nilai FEV1 sebanyak 0,2 L pada laki-laki 0,08 L pada perempuan. Penurunan juga akan terjadi ketika seseorang terserang asma yaitu sebanyak 0,6 L pada laki-

laki dan 0,5 L pada perempuan. Penyakit paru obstruktif kronis (PPOK) juga akan menurunkan nilai FVC pada sebagian besar populasi.³⁴

5) Penyakit jantung

Nilai FEV1 berhubungan dengan perkembangan lanjutan dari *miocardial infarction* atau kematian. Selain itu, nilai FEV1 dapat memprediksi kematian dan waktu perawatan di rumah sakit pada pasien penyakit jantung.²⁶

6) Kadar hemoglobin

Perkembangan fungsi paru akan menurun pada anak dengan Hemoglobin SS (*sickle cell anemia*) dibandingkan dengan populasi umum. Nilai FEV1 merupakan salah satu fungsi paru tersebut yang menurun.²⁷

7) Latihan fisik

Penelitian pada cabang olahraga Renang, Sepak Bola, marathon, sprint dan angkat beban menunjukkan bahwa atlet Renang dan angkat beban memiliki nilai FEV1 lebih tinggi. Atlet yang melakukan latihan otot pernapasan akan mempunyai parameter fungsi paru yang baik.³ Tetapi Adegoke dan Arogundade mengemukakan bahwa nilai FEV1 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara atlet laki-laki atau perempuan dengan bukan atlet. Latihan yang dilakukan oleh atlet memang memperkuat otot pernapasan tetapi tidak berakibat pada jalan napasnya.³⁷

Alpay, *et al* menyatakan bahwa nilai FEV1 pada anak 11-13 tahun dan terlibat dalam kegiatan olahraga adalah 2.78 ± 0.6 L sedangkan nilai FEV1 pada anak yang tidak terlibat kegiatan olahraga lebih rendah yaitu sebesar

2.57 ± 0.64 L yang menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan antar kedua kelompok.³⁶

2.5 Spirometer *spirolab II*

Spirometri merupakan metode untuk mengukur volume dan kapasitas paru. Alat yang digunakan untuk tujuan ini adalah spirometer. Ada beberapa jenis spirometer yang dapat digunakan untuk menilai fungsi paru.³¹ Ada beberapa jenis spirometer yang dapat digunakan untuk menilai fungsi paru, salah satu spirometer yang dapat terkoneksi dengan komputer adalah Spirometer *Spirolab II*. Perangkat ini juga sudah dilengkapi dengan layar LCD untuk sehingga mempermudah dalam mengoperasikannya.^{31, 38}



Gambar 2. Spirometer *spirolab II*.³⁹

Spirometer *Spirolab II* adalah spirometer multifungsi dengan tampilan grafis dan printer yang terpasang di dalamnya. Penggunaan alat ini bisa dengan atau tanpa penggunaan software *WinspiroPro*. Alat ini memiliki kapasitas memori lebih dari 1500 tes dan keyboard lengkap untuk memasukkan data pasien. Selain itu, alat ini juga portable karena dengan berat hanya 4 kg dan memiliki baterai tahan lama yang

dapat diisi ulang. Penggunaan teknologi terbaru dan canggih dalam perangkat ini dapat mengukur semua fungsi paru dan saturasi oksigen. Pengukuran terbaik adalah untuk menilai FVC dan FEV1.^{38, 39}

2.6 Olahraga dan kesegaran jasmani

Olahraga adalah usaha untuk meningkatkan kesegaran jasmani. Berdasarkan sistem kebutuhan oksigen, olahraga diklasifikasikan menjadi aerobik dan anaerobik. Olahraga aerobik adalah olahraga dengan menggunakan energi yang berasal dari pembakaran oksigen tanpa menimbulkan hutang oksigen yang tidak terbayar. Berbeda dengan olahraga aerobik, olahraga anaerobik menggunakan energi tanpa menggunakan pembakaran oksigen dan tidak menimbulkan hutang oksigen.^{40, 41}

Kesegaran jasmani dikenal dengan istilah *physical fitness*. Kesegaran jasmani mengacu pada kemampuan seorang atlet dalam memenuhi kebutuhan fisik yang bervariasi dari olahraga tanpa menyebabkan kelelahan dan klasifikasikan menjadi *health-related fitness* dan *skill related fitness*.^{42, 43}

Tabel 2. Komponen *physical fitness*

No.	<i>Physical fitness</i>	Komponen
1.	<i>Health-related</i>	Ketahanan kardiorespirasi Kekuatan otot Ketahanan otot Fleksibilitas
2.	<i>Skill-related</i>	Komposisi tubuh Kekuatan Kecepatan Kelincahan Koordinasi Keseimbangan Kecepatan reaksi

Setiap cabang olahraga memiliki jenis latihan dan sistem metabolisme energi yang berbeda satu sama lain.⁹ Contoh cabang olahraga yang dianggap cukup populer di masyarakat yaitu Bola Voli, Sepak Bola, Renang dan Taekwondo. Keempat cabang olahraga tersebut dipertandingkan di seluruh tingkatan usia.

2.6.1 Bola Voli

Permainan Bola Voli diciptakan pada tahun 1895 oleh William G. Morgan dari Amerika Serikat.⁴⁴ Permainan bola voli adalah olahraga yang dapat dimainkan oleh anak-anak sampai orang dewasa wanita maupun pria. Bermain Bola Voli secara rutin akan berefek pada kepribadian yang dapat berkembang dengan baik terutama kontrol pribadi, disiplin, kerjasama, dan rasa tanggung jawab terhadap apa yang diperbuatnya.

Bola Voli adalah olahraga permainan beregu, namun demikian penguasaan teknik dasar secara individual mutlak sangat diperlukan. Hal ini berarti bahwa dalam 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 turut menentukan menang kalahnya suatu regu dalam pertandingan, disamping kondisi fisik, taktik dan mental.⁴⁵

2.6.2 Sepak Bola

Sepak Bola merupakan permainan yang dimainkan oleh dua tim yang masing-masing regu terdiri dari 11 orang pemain, yang lazim disebut kesebelasan. Sepak Bola termasuk olahraga paling populer di Indonesia, bahkan di dunia. Olahraga ini dapat dimainkan oleh laki-laki maupun perempuan, anak-anak dan orang dewasa

dengan berbagai level permainan. Performa Sepak Bola tergantung dari berbagai faktor seperti biomekanik, taktik, mental dan fisiologi.⁴⁶

Upaya untuk meningkatkan performa Sepak Bola sering difokuskan pada teknik dan taktik dengan kebugaran fisik yang baik. Sistem metabolik otot pada Sepak Bola terutama dilakukan oleh sistem aerobik dan glikogen asam laktat. Sistem tersebut dibutuhkan untuk aktifitas yang lama dan memerlukan energi tambahan untuk ledakan daya beberapa saat. Dalam Sepak Bola sangat dibutuhkan stamina fisik yang prima, untuk itu fisik seorang pemain Sepak Bola harus benar-benar dilatih supaya para pemain dapat bermain secara maksimal selama 2x45 menit. Unsur fisik dalam Sepak Bola adalah daya tahan, kekuatan, kecepatan, fleksibilitas, dan koordinasi.⁴⁷

Studi menunjukkan bahwa atlet Bola Voli, Sepak Bola dan *handball* memiliki fungsi paru yang lebih baik dibanding bukan atlet. Atlet Sepak Bola memiliki nilai FVC yang lebih tinggi dibanding atlet Bola Voli dan *handball*.⁴

2.6.3 Renang

Renang merupakan salah satu olahraga yang populer dan banyak dipertandingkan di berbagai kompetisi.⁴⁸ Aktivitas inspirasi dan ekspirasi paksa selama periode tertentu selama latihan akan memperkuat otot respirasi. Hal ini membantu paru untuk mengembang dan mengempis secara maksimal yang merupakan stimulus fisiologis untuk melepaskan surfaktan dan prostaglandin ke dalam ruang alveolar sehingga meningkatkan *compliance* paru dan menurunkan tonus otot polos bronkus.^{49, 50}

Olahraga Renang yang dilakukan secara teratur akan mengubah elastisitas paru dan dinding dada sehingga meningkatkan fungsi paru atlet Renang. Renang berbeda dengan olahraga lainnya berdasarkan beberapa aspek: (1) Olahraga Renang dilakukan secara horizontal, berbeda dengan olahraga lain yang dilakukan secara vertikal, (2) tekanan eksternal massa jenis air, sebagai medium, lebih besar dibanding dengan udara, dan (3) Ventilasi udara terbatas pada setiap siklus pernapasan yang akan menyebabkan *intermitent hipoxia*. Level asam laktat dalam darah akan meningkat yang menyebabkan *lactic oxygen deficit*. Keadaan ini akan menstimulasi pusat pernapasan pada medula oblongata sehingga meningkatkan usaha bernapas.²¹

Otot pernapasan dan diafragma pada atlet Renang akan berkembang lebih besar sebagai akibat proses di dalam air selama siklus pernapasan, sehingga fungsi otot pernapasannya lebih baik. Faktor tersebut ketika dikombinasikan penting dalam pengembangan fungsi paru atlet Renang yang lebih baik dibanding pengembangan fungsi atlet lain.^{21, 51}

2.6.4 Taekwondo

Taekwondo merupakan cabang olahraga beladiri yang menggunakan tangan, kaki dengan disiplin diri, sehingga Taekwondo bermanfaat besar dalam kehidupan bermasyarakat.⁵² Taekwondo berasal dari Korea dan bermarkas besar di Kukkiwon Seoul Korea, sekarang mempunyai anggota lebih dari 165 negara dan berkembang di Indonesia sekitar tahun 1970. Taekwondo mulai berkembang di Indonesia pada tahun 70-an, dimulai aliran Taekwondo yang berafiliasi ke *International Taekwondo Federation (ITF)* yang pada waktu itu bermarkas besar di

Toronto Kanada, aliran ini dipimpin dan dipelopori oleh Choi Hong Hi, kemudian berkembang juga aliran Taekwondo yang berafiliasi *The World Taekwondo Federation* (WTF) yang berpusat di Kukkiwon, Seoul, Korea Selatan.^{52, 53}

Taekwondo merupakan olahraga beladiri yang mempunyai kemampuan untuk mengembangkan beberapa komponen biomotorik yang baik dalam tubuh manusia. Cabang olahraga Taekwondo yang dipertandingkan di nomer *Kyourigi* (pertarungan) sangat membutuhkan kekuatan otot, kecepatan, power, keseimbangan, fleksibilitas, daya tahan serta ketrampilan gerak. Komponen-komponen biomotorik tersebut diperlukan dalam pertarungan Taekwondo.^{52,54}