

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem pernafasan

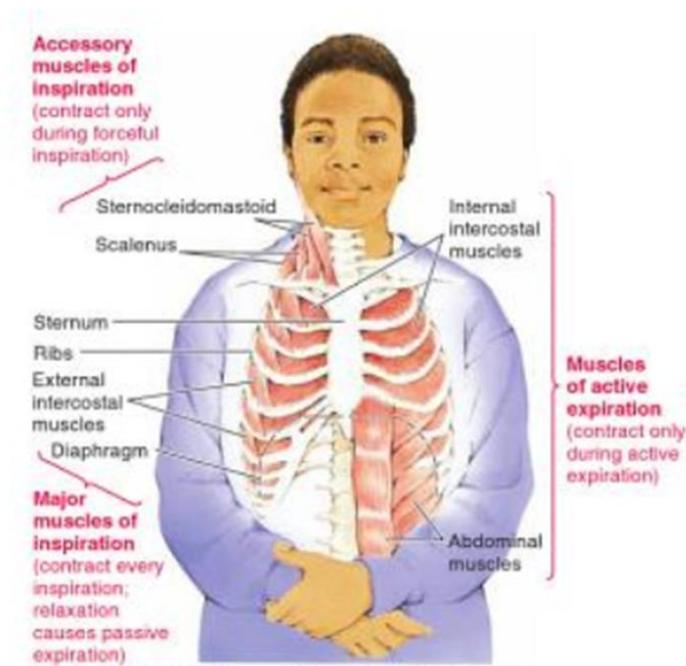
Fungsi utama pernafasan adalah memperoleh O₂ untuk digunakan oleh sel tubuh dan untuk mengeluarkan CO₂ yang diproduksi oleh sel. Respirasi mencakup dua proses yaitu respirasi eksternal dan respirasi internal. Respirasi eksternal merujuk kepada seluruh rangkaian kejadian dalam pertukaran O₂ dan CO₂ antara lingkungan eksternal dan sel tubuh. Sedangkan respirasi internal merujuk kepada proses-proses metabolic intrasel yang dilakukan di dalam mitokondria, yang menggunakan O₂ dan menghasilkan CO₂ selagi mengambil energi dari molekul nutrien.¹⁴

Sistem pernafasan mencakup saluran napas yang menuju paru, paru itu sendiri, dan struktur-struktur thoraks (dada) yang berperan menyebabkan aliran udara masuk dan keluar paru melalui saluran napas. Saluran napas adalah tabung atau pipa yang mengangkut udara antara atmosfer dan kantung udara (alveolus). Saluran napas terdiri dari hidung, faring (tenggorokan), trakea, laring, bronkus, bronkiolus, alveolus.¹⁴

Terdapat dua buah paru, masing-masing dibagi menjadi beberapa lobus dan masing-masing mendapat satu bronkus. Jaringan paru itu sendiri terdiri dari serangkaian saluran napas yang sangat bercabang-cabang, alveolus, pembuluh darah paru, dan sejumlah besar jaringan elastik. Satu-satunya otot di dalam paru

adalah otot polos di dinding arteriol dan dinding dan dinding bronkiolus, dimana keduanya berada dibawah kontrol. Perubahan volume paru (dan perubahan volume alveolus yang menyertainya) ditimbulkan oleh perubahan dalam dimensi rongga thoraks.¹⁴

Paru menempati sebagian besar volume rongga thoraks (dada). Dinding dada luar dibentuk oleh 12 pasang tulang iga melengkung, yang berhubungan dengan sternum (tulang dada) di anterior dan vertebra thorakalis (tulang punggung) di posterior. Diafragma, yang membentuk lantai rongga thoraks, adalah suatu lembaran otot rangka yang lebar, berbentuk kubah, dan memisahkan secara total rongga thoraks dari rongga abdomen.¹⁴



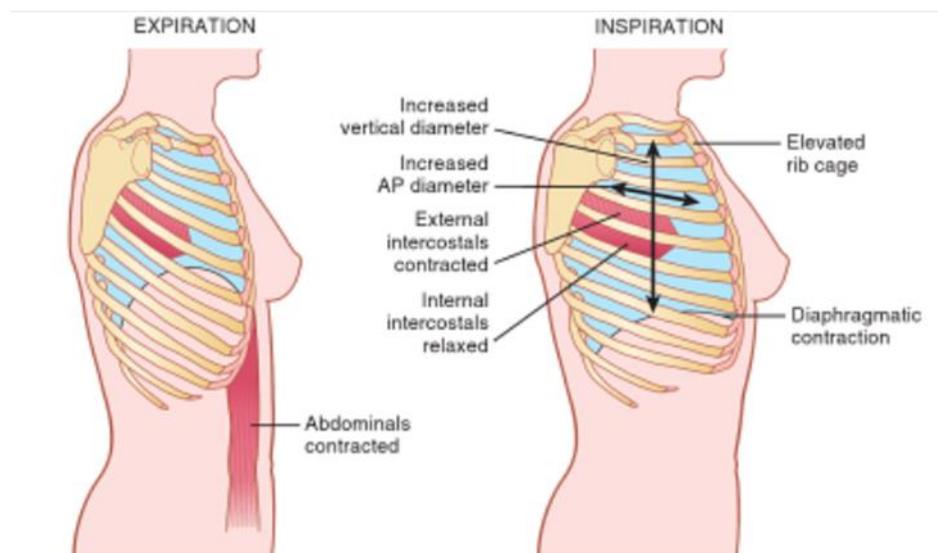
Gambar 1 Anatomy of the respiratory muscles¹⁵

Setiap paru dipisahkan dari dinding thoaks dan struktur lain di sekitarnya oleh suatu kantung tertutup berdinding rangkap, yaitu kantung pleura. Interior kantung pleura dikenal sebagai rongga pleura. Permukaan pleura mengeluarkan

suatu cairan intrapleura tipis yang melumasi permukaan pleura selagi keduanya saling bergeser sewaktu pergerakan napas.¹⁴

2.2 Mekanika pernapasan

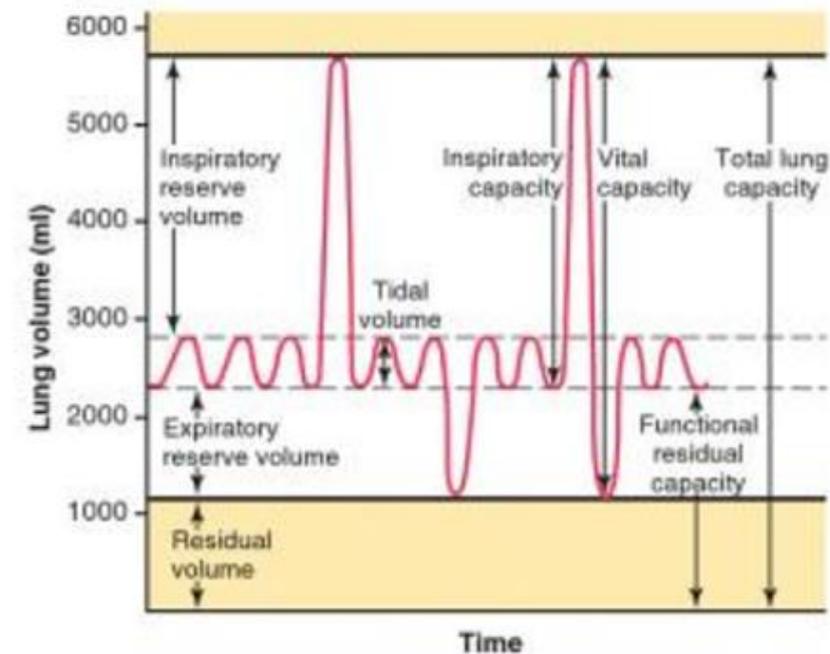
Diafragma merupakan otot inspirasi yang paling penting. Ketika diafragma berkontraksi, isi abdomen akan terdorong ke atas serta ke depan sehingga volume kavum toraks bertambah besar.¹⁵ Saat pernapasan tenang diafragma turun 1cm, tetapi saat pernapasan dalam diafragma turun hingga 10 cm. Saat inspirasi tenang diafragma berperan dalam 75% perubahan volume rongga torak.¹⁴ Otot-otot interkosta eksterna dan assesorius tidak digunakan untuk inspirasi pada saat pernapasan berlangsung tenang dan normal, otot tersebut digunakan pada saat aktivitas fisik atau exercise dan pada keadaan distress pernapasan.



Gambar 2 Respiratory muscle activity during inspiration and expiration¹⁶

Ekspirasi dalam keadaan normal terjadi secara pasif. Hal itu karena sistem paru-dinding toraks bersifat elastis, bagian ini akan kembali kepada posisi resting (istirahat) sesudah inspirasi. Otot-otot ekspirasi digunakan pada saat exercise atau ketika terjadi peningkatan resistensi jalan napas karena penyakit (misalnya asma). Otot-otot abdomen melakukan kompresi kavum abdomen, mendorong diafragma ke atas dan mendorong udara keluar dari dalam paru-paru. Otot interkosta interna menarik tulang-tulang iga (kosta) kebawah dan ke dalam.¹⁴

Hampir semua volume dan kapasitas paru dapat diukur dengan spirometer, kecuali yang mengandung volume residu seperti total kapasitas paru, kapasitas residu fungsional, dan volume residu. Udara dalam paru dapat dibagi menjadi empat volume dan empat kapasitas.⁶



Gambar 3 Volume dan kapasitas paru¹⁶

Empat macam volume tersebut jika semuanya dijumlahkan, sama dengan volume maksimal paru yang sedang mengembang atau disebut juga *total lung capacity*, dan arti dari masing-masing volume tersebut adalah sebagai berikut :¹⁴

- 1) Volume Tidal adalah jumlah volume udara yang diinspirasi atau diekspirasi setiap kali bernapas normal, besarnya kira-kira 500 mililiter pada laki-laki dewasa.
- 2) Volume Cadangan Inspirasi adalah volume udara ekstra yang dapat diinspirasi setelah dan di atas volume tidal normal bila dilakukan inspirasi kuat, biasanya mencapai 3000 mililiter.
- 3) Volume Cadangan Ekspirasi adalah volume udara ekstra maksimal yang dapat diekspirasi melalui ekspirasi kuat pada akhir ekspirasi tidur normal, jumlah normalnya adalah sekitar 1100 mililiter.
- 4) Volume Residu adalah volume udara yang masih tetap berada dalam paru setelah ekspirasi paling kuat, volume ini besarnya kira-kira 1200 mililiter.

Kapasitas paru adalah kombinasi dua atau lebih volume paru, arti masing-masing kapasitas paru sebagai berikut: ⁶

- 1) Kapasitas Inspirasi sama dengan volume tidal ditambah volume cadangan inspirasi. Jumlah udara (kira-kira 3500 mililiter) yang dapat dihirup oleh seseorang, dimulai pada tingkat ekspirasi normal dan pengembangan paru sampai jumlah maksimum.
- 2) Kapasitas Residu fungsional adalah jumlah udara yang tersisa dalam paru pada akhir ekspirasi normal (kira-kira 2300 mililiter) yang merupakan hasil jumlah dari volume cadangan ekspirasi dan volume residu.

- 3) Kapasitas Vital adalah jumlah dari volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal dan volume cadangan ekspirasi. Ini adalah jumlah udara maksimum yang dapat dikeluarkan seseorang dari paru, setelah terlebih dahulu mengisi paru secara maksimum dan kemudian mengeluarkan sebanyak-banyaknya (kira-kira 4600 mililiter).
- 4) Kapasitas Paru Total adalah volume maksimum yang dapat mengembangkan paru sebesar mungkin dengan inspirasi sekuat mungkin (kira-kira 5800 mililiter), jumlah ini sama dengan kapasitas vital ditambah volume residu.

2.3 Vital capacity (VC)

Volume udara maksimal yang dapat dikeluarkan dalam satu kali bernapas setelah inspirasi maksimal. Subyek pertama-tama melakukan inspirasi maksimal lalu ekspirasi maksimal ($VC = IRV + TV + ERV$). VC mencerminkan perubahan volume maksimal yang dapat terjadi pada paru.¹⁴

Kapasitas vital paru dapat dijadikan sebagai tolak ukur untuk menilai kualitas fungsi ventilasi paru seseorang. Semakin besar kapasitas vital paru seseorang, maka menunjukkan semakin baik kualitas fungsi ventilasi paru orang tersebut. Demikian pula sebaliknya, bila kapasitas vital paru seseorang semakin mengecil maka menunjukkan semakin buruknya kualitas fungsi ventilasi paru orang tersebut.⁶

2.4 *Forced vital capacity (FVC)*

Kapasitas vital paksa adalah volume udara yang dapat diekspresikan setelah inspirasi maksimal. Kapasitas vital paksa juga diartikan pengukuran kapasitas vital yang didapat pada ekspirasi yang dilakukan secara cepat dan sekuat mungkin. Volume udara ini pada kondisi normal nilainya kurang lebih sama dengan kapasitas vital, tetapi pada pasien yang menderita obstruksi saluran nafas akan mengalami pengurangan yang nyata karena penutupan premature saluran nafas yang kecil dan akibat udara yang terperangkap.¹⁷

Kapasitas vital antara laki-laki dewasa kurang lebih 4,6 liter dan wanita dewasa kurang lebih 3,1 liter serta pada seseorang atlet dapat terjadi peningkatan 30 sampai 40 persen. Individu normal atau tidaknya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:¹⁴ (1) $\geq 75\%$: normal. (2) 60-79 % : ringan. (3) 30-59% : sedang. (4) $< 30\%$: berat.

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

Volume ekspirasi paksa detik pertama (FEV₁) adalah volume udara yang dapat diekspirasi dalam waktu standard selama tindakan FVC. FEV₁ dipakai untuk mengetahui adanya gangguan kapasitas ventilasi dan nilai yang kurang dari 1 L selama detik pertama yang berarti yang menunjukkan adanya gangguan fungsi paru berat. Individu normal dan tidaknya dapat diklasifikasikan sebagai berikut :¹⁴ (1) $\geq 80\%$: normal. (2) 60-74 % : ringan. (3) 30-59% : sedang. (4) $< 30\%$: berat.

2.6 Peak expiratory Flow (PEF)

Peak expiratory flow (PEF), merupakan kecepatan pergerakan udara keluar dari paru-paru pada awal ekspirasi, diukur dalam liter/detik. Untuk mengukur PEF, pertama-tama responden menarik napas dalam. Kemudian, dihembuskan napas tunggal terbesar dengan kuat dan cepat ke mulut yang dihubungkan ke spirometer.¹⁴

2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi paru

2.7.1 Usia

Organ tubuh akan mengalami penurunan tak terkecuali fungsi paru. Seiring pertambahan usia, kapasitas fungsi paru akan mengalami penurunan. Rata-rata pada umur 30-40 tahun seseorang akan mengalami penurunan fungsi paru.

Fungsi paru melalui umur mengungkapkan perbedaan yang jelas: FEV₁ dan FVC tetap meningkat dari lahir sampai usia 25 tahun, maka tetap stabil selama 5-10 tahun atau lebih, dan mulai menurun di kemudian dewasa. Studi populasi telah mengungkapkan bahwa fungsi paru, mengikuti fase pertumbuhan remaja, muncul dalam sebuah Steady State, di mana ada sedikit atau tidak ada pertumbuhan yang terjadi sampai dengan usia 40 tahun. Robins mengakui bahwa pada orang dewasa muda laki-laki fungsi paru-paru tidak dalam keadaan tetap dan sebanyak 40% memiliki kemiringan yang signifikan, baik positif maupun negatif.¹⁸

2.7.2 Jenis kelamin

Wanita memiliki *expiratory flow* yang terbatas serta kerja otot pernapasan yang lebih berat daripada pria pada saat melakukan aktivitas fisik. Hal ini terjadi karena wanita memiliki ukuran paru, fungsi dan kapasitas paru, diameter saluran pernapasan, dan permukaan difusi udara yang lebih kecil daripada pria bahkan setelah memperhitungkan perbedaan komposisi tubuh.¹⁹

2.7.3 Riwayat penyakit dahulu

Keadaan dimana seseorang pernah menderita penyakit paru atau penyakit saluran pernafasan sebelumnya akan mempengaruhi anatomi dan fisiologis paru. Sebagai contoh, beberapa penyakit infeksi paru akan menimbulkan kerusakan pada jaringan paru dan membentuk jaringan fibrosis pada alveoli. Hal ini menimbulkan hambatan dalam proses penyerapan udara pernafasan dalam alveoli tersebut, sehingga jumlah udara yang terserap akan berkurang dan akan mempengaruhi keadaan fungsi paru.²⁰

2.7.4 Aktifitas fisik

Aktivitas fisik dapat membantu meningkatkan kapasitas vital paru dan FEV₁. Secara umum, olahraga akan meningkatkan kapasitas total paru. Pada kebanyakan individu yang melakukan olahraga secara teratur maka kapasitas vital paru akan meningkat meskipun hanya sedikit, tetapi pada saat yang bersamaan residual volume atau jumlah udara yang tidak dapat berpindah atau keluar dari paru akan menurun. Selain itu, untuk meningkatkan kapasitas vital paru, olahraga yang dilakukan hendaknya memperhatikan empat hal, yaitu jenis olahraga, frekuensi, durasi dan intensitasnya.²¹

Beberapa waktu setelah melakukan aktivitas fisik secara teratur, otak akan cepat beradaptasi untuk menyesuaikan kerja sistem pernapasan serta otot-otot pernapasan dengan intensitas aktivitas fisik yang dilakukan.²²

2.7.5 Riwayat merokok

Pada saat merokok terjadi suatu proses pembakaran tembakau dan nikotina tobacum dengan mengeluarkan polutan partikel padat dan gas. Zat-zat berikut ini membahayakan kesehatan baik bagi perokok maupun orang disekitarnya adalah tar (balangkin), nikotin, karbon monoksida atau asap rokok, nitrogen sianida, benzopirin, dimetil nitrosamine, N-nitrosone nikotin, katekol, fenol, dan akrolein. Asap rokok juga merangsang sekresi lendir dan nikotin akan melumpuhkan silia, sehingga fungsi pembersihan jalan nafas terhambat. Konsekuesinya menumpuknya sekresi lendir yang menyebabkan batuk-batuk, banyaknya dahak dan sesak nafas.

Perubahan struktur dan fungsi pada saluran nafas dan paru akan menyebabkan terjadinya penurunan fungsi dan kapasitas fungsional paru.²³

2.7.6 Hemoglobin

Hemoglobin dapat membawa sampai dengan 20 mL O₂ disetiap dL dengan saturasi O₂ yang sempurna dan kadar hemoglobin normal. Jika kadar besi di sel darah merah menurun dengan signifikan maka kapasitas transpor O₂ dari darah akan menurun. Kondisi seperti anemia defisiensi besi dapat membuat seseorang untuk bertahan bahkan dalam melakukan aktivitas fisik yang ringan.¹⁹

2.7.7 Antropometri tubuh

Nilai VC didapatkan rendah pada orang dengan klasifikasi BMI *underweight*, *overweight* dan *obess*.^{24,25} Kapasitas vital paru dapat ditentukan berdasarkan ukuran antropometri tubuh, kekuatan otot dada dan luas area tubuh.^{24,26}

2.8 Olahraga prestasi

Olahraga prestasi adalah olahraga yang membina dan mengembangkan olahragawan secara terencana, berjangjang, dan berkelanjutan melalui kompetisi untuk mencapai prestasi dengan dukungan ilmu pengetahuan dan teknologi keolahragaan. Olahraga prestasi dapat dicapai dengan persiapan yang matang dan memerlukan proses yang baik.⁴ Atlet yang menekuni salah satu cabang tertentu untuk meraih prestasi, dari mulai tingkat daerah, nasional, serta internasional, mempunyai syarat memiliki tingkat kebugaran dan harus memiliki keterampilan pada salah satu cabang olahraga yang ditekuninya tentunya diatas rata-rata non atlet.²⁷

2.8.1 Pusat pendidikan dan latihan olahraga pelajar

Pusat pendidikan dan latihan olahraga pelajar (PPLP) didasarkan pada landasan upaya pemerintah lewat Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI melalui program PPLP / pendidikan dan latihan (Diklat) dan sekolah olahragawan serta kelas olahragawan dilandaskan pada ketentuan – ketentuan yang berlaku.²⁸

Pusat pembinaan dan latihan olahraga pelajar (PPLP) merupakan suatu bagian dari sistem pembinaan prestasi olahraga yang integral melalui kombinasi antara pembinaan prestasi dengan jalur pendidikan formal di sekolah. Sistem ini memiliki posisi strategis dalam meletakkan pondasi pembangunan prestasi olahraga di Indonesia pada usia potensial (*the golden age*) dalam rangka pengembangan bakat siswa di bidang olahraga.²⁹

Keberadaan PPLP di setiap daerah mempunyai peran penting dan strategis dalam upaya peningkatan prestasi olahraga tanpa mengabaikan prestasi akademik sebagai upaya menyongsong masa depan para atlet. Surat Keputusan (SK) Kepala Dinas Pemuda dan Olahraga Provinsi Jawa Tengah No.186 tahun 2014 tentang penetapan Cabang Olahraga, Atlet dan Pelatih yang terdaftar dalam Pusat Pendidikan dan Latihan Olahraga Pelajar Daerah (PPLPD) Jawa Tengah. Cabang olahraga yang terdaftar dalam PPLPD adalah sebagai berikut : Angkat Besi, **Tinju**, Bola Voli (putra dan putri), Wushu, Bola Basket, Sepak Takraw, Dayung, **Taekwondo**, Renang, Judo, Karate, Anggar.²⁹

2.8.2 Tinju

Kata Tinju adalah terjemahan dari kata Inggris "boxing" atau "Pugilism". Kata Pugilism berasal dari kata latin, pugilatus. pinjaman dari kata Yunani Pugno, Pignis, Pugnare, yang menandakan segala sesuatu yang berbentuk kotak atau "Box" dalam bahasa Inggrisnya. Kata Yunani pugno berarti tangan terkepal seperti tinju, siap untuk pugnos, berkelahi, bertinju.

Pertandingan Tinju dalam pelaksanaannya dimainkan dalam ronde, permainan dalam 1 ronde, terdiri dari: 3 menit pertandingan + 1 menit istirahat

(tinju profesional) dan 3 menit pertandingan + 1 menit istirahat, atau 2 menit pertandingan + 30 detik istirahat (tinju amatir).

Kategori kelompok pertandingan dalam tinju profesional terbagi menjadi beberapa kelompok ronde pertandingan : 4 ronde untuk tingkat pemula, 6 ronde untuk tingkat selanjutnya, 8 ronde untuk tingkat lebih besar, 10 ronde untuk tingkat mahir, 12 ronde untuk tingkat kejuaraan (baik regional, nasional maupun internasional). Meskipun jumlah ronde ini baku, akan tetapi tidak ada peraturan yang mengikat, dan badan tinju di masing-masing negara boleh saja menentukan jumlah ronde sesuai kategori yang dipertandingkan.

2.8.3 Taekwondo

Taekwondo lahir di Korea 1954. Pada tahun 1970-an Taekwondo mulai berkembang di Indonesia. Persatuan Taekwondo Indonesia (PTI) diketuai oleh Letjen Leo Lapolisa Berafiliasi pada International Taekwon-Do Federation (ITF) yang bermarkas di Toronto Canada, yang dipimpin oleh Gen Choi Hong Hi. Pada waktu yang sama World TaekwonDo Federation (WTF) yang berpusat di Ku Ki Won dengan presiden Dr. Un Yong Kim juga berkembang di Indonesia. Federasi Taekwondo Indonesia (FTI) diketuai oleh Marsekal Muda Sugiri. Pada 28 Maret 1981 diadakan Munas dan dapat menyatukan dua aliran itu dengan nama Taekwondo Indonesia (WTF), ketua Letjen Leo Lapolisa. Munas I, 17-18 September 1984, menetapkan Letjen Sarwo Edhie Wibowo sbg Ketua Umum Taekwondo Indonesia periode 1984- 1988, selanjutnya pernah diketuai antara lain Soeweno, Harsudiyono Hartas dan sekarang oleh Letjen (Mar) Suharto.³⁰

Pertandingan dalam taekwondo nomor kyorugi dilakukan dalam tiga ronde, tiap ronde dalam pertandingan taekwondo memerlukan waktu 2 menit bersih dengan waktu istirahat antar ronde 1 menit. Artinya, ketika wasit menghentikan pertandingan karena terjadi insiden, maka waktu tersebut tidak termasuk waktu bertanding. Dengan demikian waktu pertandingan adalah total waktu efektif yang di gunakan selama pertandingan berlangsung, yaitu diawali dari aba-aba “mulai (shijak) “ sampai dengan aba-aba “berhenti (keuman)”.³¹

Perolehan nilai dalam pertandingan di peroleh dengan cara melakukan teknik tendangan dan pukulan,yang di lakukan tepat pada sasaran yang telah ditentukan. Perolehan nilai tertinggi didapatkan dari serangan tendangan kaki yang mengenai sasaran kepala. Berdasarkan hasil pengamatan, dalam setiap babak pertandingan terjadi *fight* rata-rata antara 7-15 kali serangan tendangan atau pukulan dengan akumulasi waktu *fight* rata-rata antara 1-3 detik.

2.9 Spirometer

Pemeriksaan fungsi paru dapat menggunakan metode sederhana yang mempelajari ventilasi dengan mencatat volume udara yang masuk dan keluar paru-paru, suatu proses yang disebut dengan spirometri. Dengan pemeriksaan spirometri dapat diketahui atau ditentukan semua volume pernapasan kecuali volume residu serta semua kapasitas pernapasan kecuali kapasitas pernapasan yang mengandung komponen volume residu seperti kapasitas paru total dan kapasitas residu fungsional.³² Spirometer dapat digunakan untuk diagnosis,

evaluasi pengobatan dan memantau perjalanan penyakit pernapasan, persiapan operasi, penelitian epidemiologi dan penelitian fungsi paru atlet.

Alat Spirometer memiliki dua jenis yaitu spirometer konvensional maupun spirometer elektronik. Spirometer konvensional akan menghasilkan grafik yang disebut spirogram, sedangkan spirometer elektronik akan menunjukkan hasil pemeriksaan dalam bentuk angka. Spirometer konvensional contohnya MERA EV, Collins, *rotary* dan *peak flow meter*. Auto spirometer memiliki banyak merk. Salah satu merk yang dipakai dalam penelitian ini adalah spirolab II.

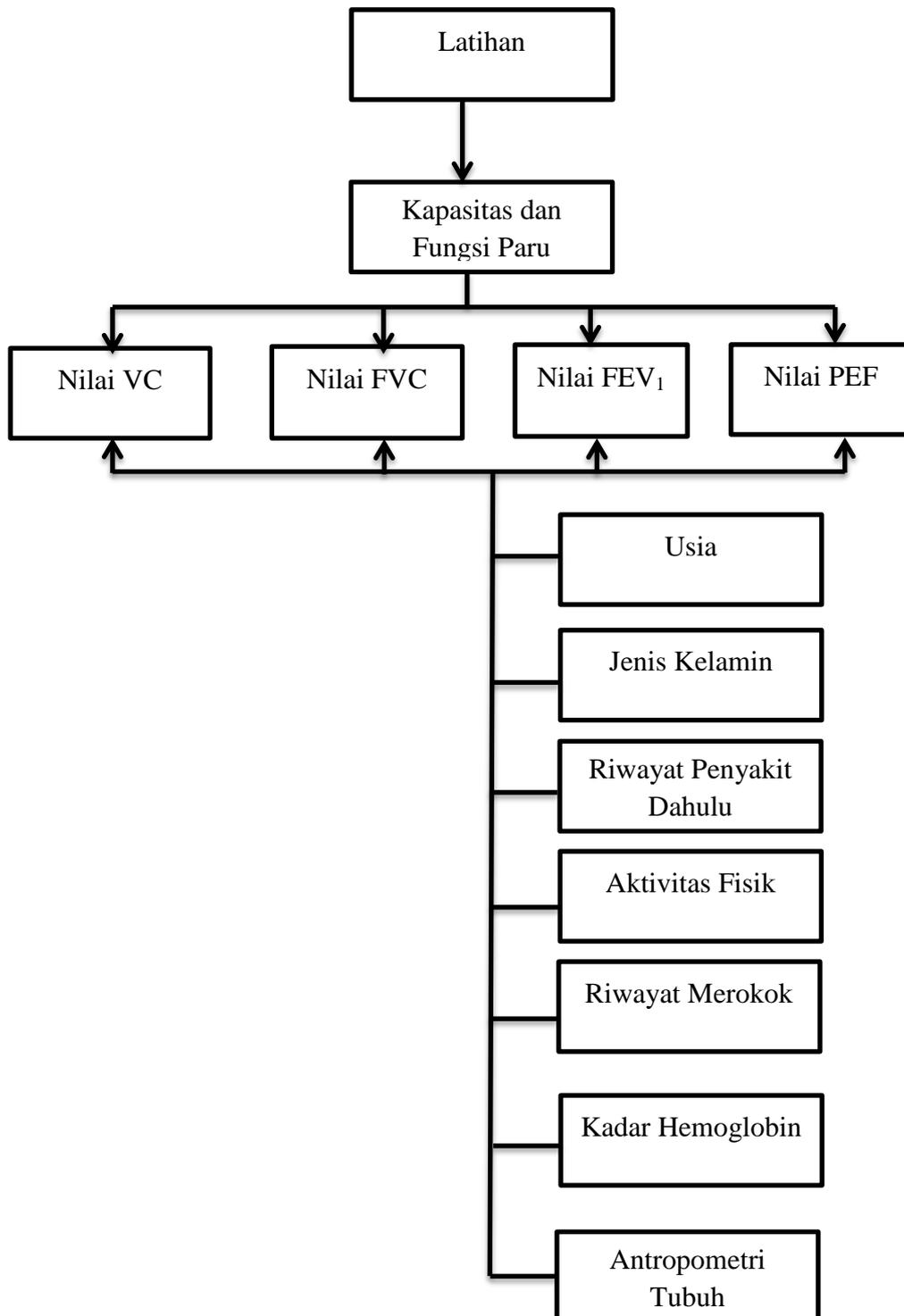
Spirometer ini merupakan generasi ke 2 spirolab yang memfasilitasi total penilaian fungsi paru. Perangkat ini juga sudah dilengkapi dengan layar LCD untuk melihat hasil spirometer. Hasil dari spirometer ini juga dapat di cetak langsung dengan printer on-board atau menggunakan komputer dengan WinspiroPro Software. Produk ini dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menghitung seluruh parameter paru, kecuali yang berkaitan dengan udara residu. Data dari subjek berupa nama, umur, tinggi badan, jenis kelamin, tanggal melakukan tes dimasukkan ke data spirometer.



Gambar 4 Spirolab II

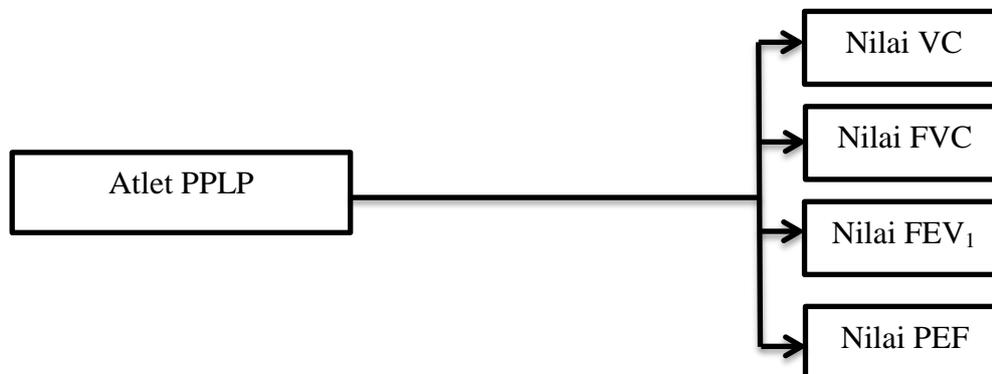
Spirometer Spirolab II adalah spirometer multifungsi dengan tampilan grafis dan printer yang terpasang di dalamnya. Alat ini memiliki kapasitas memori lebih dari 1500 tes dan keyboard lengkap untuk memasukkan data pasien. Selain itu, alat ini juga portable karena dengan berat hanya 4 kg dan memiliki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

2.10 Kerangka teori



Gambar 5 Kerangka teori

2.11 Kerangka konsep



Gambar 6 Kerangka konsep

2.12 Hipotesis

2.12.1 Hipotesis mayor

Parameter fungsi paru pada atlet putra cabang olahraga Tinju lebih besar dari Taekwondo di PPLP Jawa Tengah.

2.12.2 Hipotesis minor

- 1) Nilai VC pada atlet putra cabang olahraga Tinju lebih besar dari Taekwondo di PPLP Jawa Tengah.
- 2) Nilai FVC pada atlet putra cabang olahraga Tinju lebih besar dari Taekwondo di PPLP Jawa Tengah.
- 3) Nilai FEV_1 pada atlet putra cabang olahraga Tinju lebih besar dari Taekwondo di PPLP Jawa Tengah.
- 4) Nilai PEF pada atlet putra cabang olahraga Tinju lebih besar dari Taekwondo di PPLP Jawa Tengah.