

BAB II

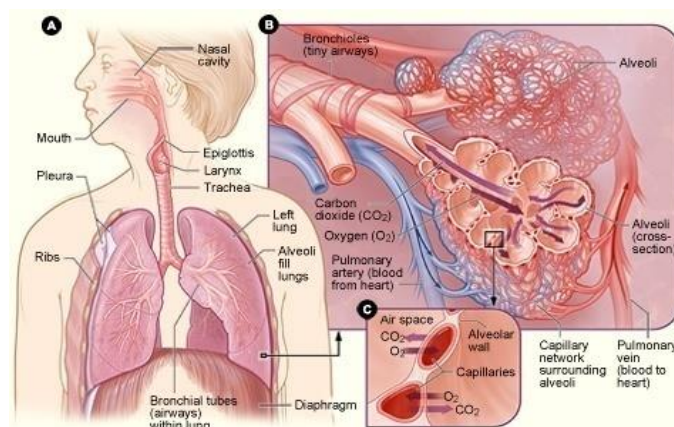
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi dan Fisiologi Kardiorespirasi

Latihan fisik secara rutin dan teratur akan mempengaruhi sistem kardiorespirasi, yaitu dengan meningkatnya daya tahan kardiorespirasi. Organ yang mengalami perubahan ketika terjadi peningkatan daya tahan kardiorespirasi yaitu paru, jantung, pembuluh darah dan darah.

2.1.1 Paru

Paru adalah organ pernapasan utama yang terletak di rongga dada. Paru merupakan susunan dari *bronkus*, *bronkiolus*, *bronkiolus respiratori*, *alveoli*, saraf dan sistem limfatik. Paru dilapisi oleh pleura yang terdiri dari pleura visceral (yang menempel langsung pada paru) dan pleura parietal (yang menempel pada dinding dada), di antara kedua pleura tersebut terdapat sebuah ruangan yang disebut sebagai *cavum pleura*.^{11,12}



Gambar 1. Anatomi Paru¹³

Ketika manusia bernapas, udara masuk ke paru yang menyebabkan paru membesar. Di dalam paru, terjadi pertukaran O₂ dari udara ke darah. Ketika ekspirasi, udara keluar membawa CO₂. Diafragma dan otot abdominal membantu dalam inspirasi dan ekspirasi paru. Setiap orang memiliki kemampuan respirasi yang berbeda-beda, tergantung kemampuan paru dan otot – otot respirasi, sehingga menjaga daya tahan kardiorespirasi.¹⁴

2.1.1.1 Volume Paru

Volume paru merupakan gambaran fungsi ventilasi sistem pernapasan manusia. Volume paru akan berubah – ubah selama berlangsungnya proses pernapasan. Parameter yang menggambarkan volume paru adalah :¹²

1. Volume Tidal (*Tidal Volume = TV*)

Volume Tidal adalah volume udara yang masuk dan keluar paru selama satu kali bernapas. Nilai rata-rata TV pada orang dewasa sekitar 500 ml.

2. Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume = IRV*)

Volume Cadangan Inspirasi adalah volume tambahan yang dapat secara maksimal dihirup ke dalam paru setelah inspirasi biasa. Volume cadangan inspirasi dihasilkan oleh kontraksi maksimum diafragma, *musculus intercostae externus* dan otot inspirasi tambahan. Nilai rata-rata IRV pada orang dewasa sekitar 3.000 ml.

3. Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume = ERV*)

Volume Cadangan Ekspirasi adalah volume udara yang dapat dikeluarkan dari paru setelah melakukan ekspirasi biasa. Nilai rata-rata ERV pada orang dewasa sekitar 1.000 ml.

4. Volume Residu (*Residual Volume = RV*)

Volume Residu adalah volume udara yang tersisa di paru setelah ekspirasi maksimum. Nilai rata-rata RV pada orang dewasa sekitar 1.200 ml.

2.1.1.2 Kapasitas Paru

Kapasitas paru merupakan penjumlahan dari dua volume paru atau lebih. Seperti halnya volume paru, kapasitas paru juga digunakan sebagai gambaran fungsi ventilasi sistem pernapasan manusia. Yang termasuk dalam pemeriksaan kapasitas fungsi paru adalah : ¹²

1. Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity = IC*)

Kapasitas Inspirasi adalah volume maksimum udara yang dapat dihirup pada akhir ekspirasi normal tenang ($IC = IRV + TV$). Nilai rata-rata IC pada orang dewasa sekitar 3.500 ml.

2. Kapasitas Residual Fungsional (*Functional Residual Capacity = FRC*)

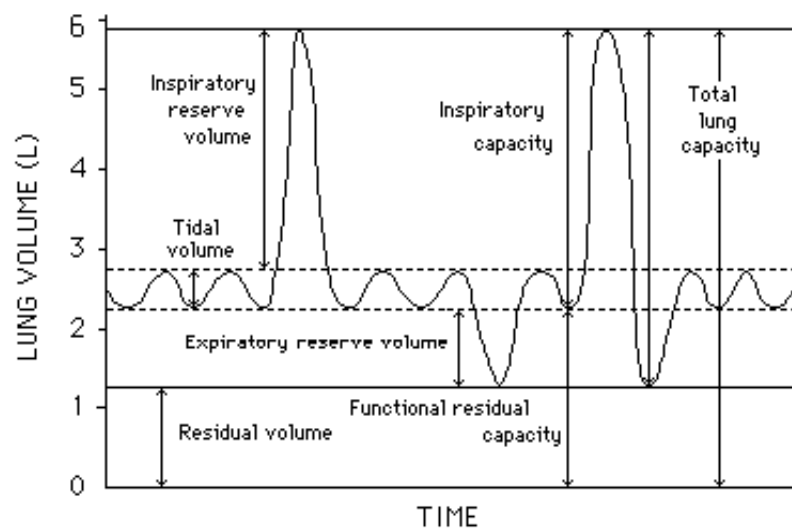
Kapasitas Residual Fungsional adalah volume udara di paru pada akhir ekspirasi pasif normal ($FRC = ERV + RV$). Nilai rata-rata FRC pada orang dewasa sekitar 2.200 ml.

3. Kapasitas Vital (*Vital Capacity = VC*)

Kapasitas Vital adalah volume maksimum udara yang dapat dikeluarkan selama satu kali bernapas setelah inspirasi maksimum ($VC = IRV + ERV + TV$). Nilai rata-rata VC pada orang dewasa sekitar 4.500 ml.

4. Kapasitas Paru Total (*Total Lung Capacity = TLC*)

Kapasitas Paru Total adalah volume udara maksimal yang dapat ditampung oleh paru ($TLC = IC + ERV + RV$). Nilai rata-rata TLC pada orang dewasa sekitar 5.700 ml.



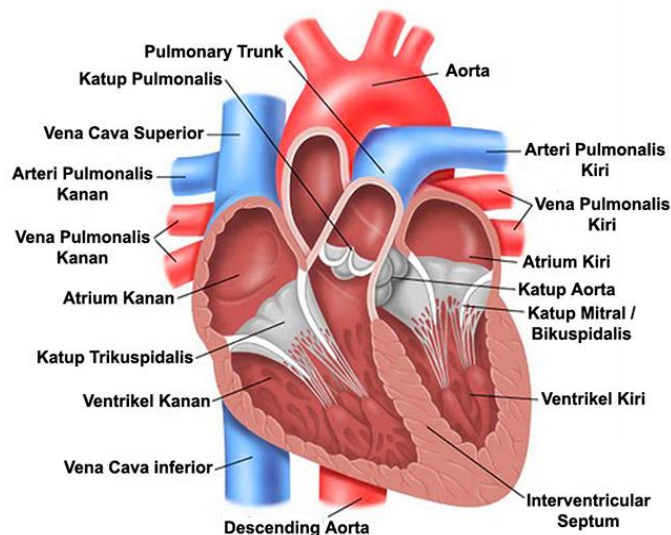
Gambar 2. Spirogram dari Kapasitas dan Volume Paru ²²

2.1.2 Jantung

Jantung adalah sebuah organ berotot dengan empat ruang yang terletak di rongga dada, di antara paru. Ukuran jantung kurang lebih sebesar genggam tangan kanan, beratnya kira-kira 250 gram pada wanita dewasa dan 300 gram pada pria dewasa. Jantung mempunyai empat ruang yaitu atrium kanan, atrium

kiri, ventrikel kanan, dan ventrikel kiri. Atrium (serambi) adalah ruangan sebelah atas jantung yang berdinding tipis, sedangkan ventrikel (bilik) adalah ruangan sebelah bawah jantung yang mempunyai dinding lebih tebal dan berhubungan dengan fungsi utama jantung, yaitu memompa darah keseluruh tubuh.^{15,16}

Ketika manusia melakukan aktivitas fisik, terjadi peningkatan kebutuhan O₂ serta hasil pembuangan di sel – sel otot. Jantung akan memompa lebih banyak darah dan hasil pembuangan akan dibawa ke jantung lebih banyak.¹⁴



Gambar 3. Anatomi Jantung¹⁷

2.1.3 Pembuluh Darah

Manusia memiliki sistem peredaran darah tertutup yang berarti darah mengalir dalam pembuluh darah dan disirkulasikan oleh jantung.

Pembuluh darah terdiri dari arteri dan vena. Arteri dan vena memiliki struktur yang berbeda sesuai dengan ukuran dan otot yang melapisi dinding pembuluh darah tersebut. Arteri mempunyai dinding yang tebal dan elastis yang berfungsi untuk memfasilitasi keluarnya aliran darah yang berasal dari jantung ke

seluruh jaringan tubuh. Sedangkan vena mempunyai dinding yang tipis dan mudah teregang, fungsi pembuluh vena yaitu sebagai saluran beresistensi rendah untuk mengembalikan darah dari jaringan menuju jantung.^{18,19}

Darah dipompa oleh jantung menuju paru untuk melepaskan sisa metabolisme berupa CO₂ dan menyerap O₂ melalui pembuluh arteri pulmonalis, lalu dibawa kembali ke jantung melalui vena pulmonalis. Setelah itu, darah dikirimkan keseluruh tubuh oleh saluran pembuluh darah yang bernama aorta. Darah mengedarkan O₂ keseluruh tubuh melalui saluran halus darah yang disebut pembuluh kapiler. Kemudian darah kembali ke jantung melalui pembuluh darah *vena cava superior* dan *vena cava inferior*.²⁰

2.1.4 Darah

Darah merupakan jaringan cair yang berfungsi sebagai pembawa (*carrier*) pada sistem kardiovaskular. Fungsi utama darah dalam sirkulasi adalah sebagai media transportasi, pengaturan suhu, pemeliharaan keseimbangan cairan, serta keseimbangan basa eritrosit selama hidupnya tetap berada dalam tubuh.^{19,20}

Darah memiliki dua komponen utama yaitu :

1. Plasma darah, bagian cair darah yang sebagian besar terdiri atas 90% air, dan sisanya berupa elektrolit serta protein darah.¹⁸
2. Butir – butir darah (*blood corpuscles*), yang terdiri atas komponen – komponen berikut ini :
 - a. Eritrosit : sel darah merah (SDM – *red blood cells*)

Eritrosit merupakan cakram bikonkaf yang dibentuk pada sumsum tulang manusia. Eritrosit mengandung hemoglobin yang

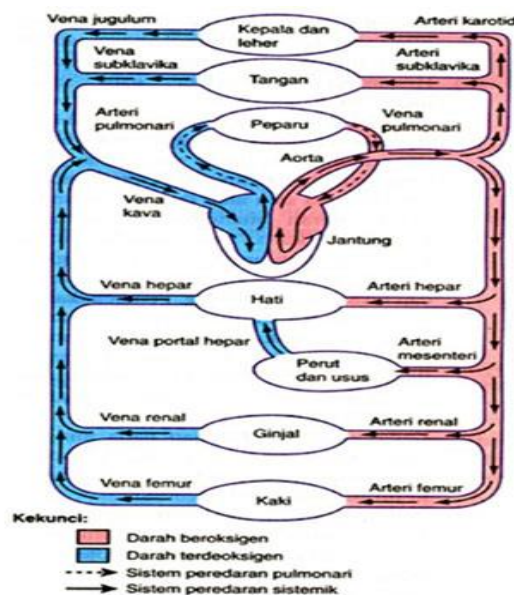
berfungsi untuk mengikat O₂, sehingga fungsi utama dari eritrosit adalah mengangkut O₂ dan makanan ke sel – sel tubuh.¹⁸

b. Leukosit : sel darah putih (SDP – *white blood cells*)

Leukosit bertanggung jawab terhadap sistem imun tubuh manusia. Fungsi utama leukosit adalah untuk memusnahkan benda-benda asing dan berbahaya bagi tubuh manusia, misal virus atau bakteri.¹⁸

c. Trombosit : Butir pembeku darah – platelet

Trombosit adalah sel darah yang tidak mempunyai inti dan berasal dari sitoplasma megakariosit. Trombosit berperan dalam pembentukan sumbatan mekanis selama respon hemostatik normal terhadap luka, vaskular. Hal ini terjadi karena fungsi trombosit : adhesi, pelepasan, agregasi, aktivitas prokoagulan dan fusi.¹⁸



Gambar 4. Sistem Kardiovaskuler ²¹

2.2 Latihan Fisik

2.2.1 Definisi Latihan Fisik

Latihan fisik adalah sub kelompok aktivitas fisik berupa gerakan tubuh yang terencana, terstruktur dan *repetitive* (berulang) dengan tujuan untuk memperbaiki kebugaran fisik.^{23,24}

Latihan fisik yang teratur akan menyebabkan perubahan-perubahan pada fisiologi tubuh manusia, baik bersifat sementara maupun yang bersifat menetap. Perubahan tersebut terutama pada sistem kardiorespirasi manusia. Pada umumnya, latihan fisik menggambarkan proses metabolik berupa penyediaan energi untuk kontraksi otot seperti aerobik atau anaerobik. Derajat beratnya latihan fisik dapat dibuat berdasar pada kekuatan, denyut nadi, dan keluaran energi (*energy expenditure*).^{5,25}

2.2.2 Pengaruh Latihan Fisik Terhadap Sistem Kardiovaskuler

Fungsi kardiovaskuler pada saat latihan fisik adalah untuk memompa darah yang mengandung O₂ menuju ke jaringan, sehingga aliran darah menuju otot meningkat selama latihan fisik. Berikut merupakan perubahan yang terjadi pada sistem kardiovaskuler selama melakukan latihan fisik :

1. Meningkatnya Ukuran Jantung.

Seiring dengan latihan fisik teratur maka akan bertambah tebal dinding ventrikel dan kuatan otot-otot jantung, hal ini menyebabkan kemampuan isi sekuncup (*stroke volume*) menjadi besar pula, sehingga menyebabkan peningkatan ukuran jantung.²⁵

2. Menurunnya Denyut Nadi.

Hal ini dapat terjadi karena meningkatnya pengaruh saraf parasimpatik, menurunnya pengaruh saraf simpatik atau kombinasi dari keduanya.²⁵

3. Meningkatkan Isi Sekuncup (*Stroke Volume*).

Terjadi akibat peningkatan aliran balik vena melalui mekanisme Frank-Starling (kecuali apabila waktu pengisian berkurang secara bermakna akibat tingginya kecepatan denyut jantung) dan dapat terjadi karena peningkatan kontraktilitas miokardium yang distimulasi oleh saraf simpatis.²⁵

4. Meningkatnya 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 $VO_2\text{Max}$.²⁵

5. Perubahan Kepadatan Kapiler dan Hipertropi Otot.

Hipertropi otot yang dihasilkan oleh latihan fisik yang teratur umumnya diikuti oleh meningkatnya kepadatan kapiler.²⁵

2.2.3 Pengaruh Latihan Fisik Terhadap Sistem Respirasi

Pada saat melakukan latihan fisik, maka tubuh akan membutuhkan lebih banyak O_2 , hal ini dikarenakan jumlah O_2 yang berdifusi ke aliran darah paru mengalami peningkatan. Pada saat latihan fisik terjadi pula peningkatan CO_2 , kelebihan CO_2 dalam darah akan menyebabkan kekuatan sinyal motorik inspirasi dan ekspirasi ke otot – otot pernapasan

meningkat, yang di atur di pusat pernapasan. Berikut merupakan yang terjadi pada sistem respirasi selama melakukan latihan fisik : ^{5,26}

1. Peningkatan Volume Oksigen Maksimal.

Hal ini dipengaruhi adanya peningkatan volume tidal dan frekuensi bernafas, sehingga hal ini akan berakibat terhadap peningkatan VO_2Max .²⁵

2. Peningkatan Berbagai Macam Volume Paru.

Hal ini terjadi karena latihan fisik yang teratur menyebabkan peningkatan fungsi pulmoner dan oleh karena itu volume paru menjadi lebih besar.²⁵

3. Peningkatan Kapasitas Difusi.

Hal ini disebabkan karena volume paru orang yang teratur latihan fisik akan menjadi lebih besar sehingga bidang permukaan kapiler alveolar menjadi lebih besar pula, dengan demikian proses difusi dapat dilakukan lebih banyak.²⁵

2.3 Ketahanan Kardiorespirasi

2.3.1 Definisi Ketahanan Kardiorespirasi

Ketahanan kardiorespirasi adalah keadaan atau kondisi tubuh yang mampu untuk bekerja dalam waktu lama, tanpa mengalami kelelahan yang berlebihan setelah menyelesaikan kegiatan tersebut dan masih memiliki cadangan tenaga untuk melakukan kegiatan lainnya.¹⁴

Ketahanan kardiorespirasi merupakan unsur kebugaran jasmani yang menggambarkan kemampuan sistem kardiovaskuler dalam menyediakan O_2 untuk kerja otot selama melakukan aktivitas fisik.

Penyediaan O₂ tersebut harus terjadi karena O₂ dibutuhkan untuk proses metabolisme di jaringan yang aktif.²⁷

2.3.2 Faktor–faktor yang Mempengaruhi Ketahanan Kardiorespirasi

2.3.2.1 Genetik

Ketahanan kardiorespirasi dipengaruhi oleh sifat – sifat spesifik yang ada di dalam tubuh manusia. Hal ini dibuktikan dalam penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan lebih besar pada saudara kandung dibanding saudara kembar.²⁸

2.3.2.2 Umur

Umur dapat mempengaruhi hampir semua komponen kebugaran jasmani seseorang. Ketahanan kardiorespirasi mencapai puncaknya pada umur 10-20 tahun dan menurun secara perlahan seiring dengan peningkatan usia. Hal ini terjadi karena penurunan kekuatan kontraksi jantung, massa otot jantung, kapasitas vital paru dan kapasitas oksidasi otot skelet. Semakin bertambah umur kemampuan ketahanan kardiorespirasi juga semakin menurun.^{11,29}

2.3.2.3 Indeks Massa Tubuh (IMT)

IMT merupakan hasil pembagian dari berat badan (kilogram) dibagi pada kuadrat dari tinggi badan (meter) rumus :

$$\text{IMT} = \frac{\text{BB (Kg)}}{(\text{TB (m)})^2}$$

Keterangan :

BB = Berat Badan (Kg)

TB = Tinggi Badan (m)

Hal ini dibuktikan berdasarkan jurnal penelitian, yaitu Hubungan Indeks Massa Tubuh dengan Ketahanan Kardiorespirasi, Kekuatan dan Ketahanan Otot dan Fleksibilitas pada Mahasiswa Laki-Laki Jurusan Pendidikan Dokter Universitas Andalas Angkatan 2013, yang menyatakan adanya korelasi negatif yang bermakna antara IMT dengan VO_2Max dengan tingkat korelasi lemah, IMT yang besar menurunkan kebugaran fisik pada 66 mahasiswa. Semakin besar nilai IMT semakin rendah nilai ketahanan kardiorespirasinya.³¹

2.3.2.4 Jenis Kelamin

Perbedaan anatomi pada pria dan wanita, menyebabkan pria lebih mampu melakukan aktivitas fisik yang memerlukan kekuatan dan dimensi paru yang lebih besar.^{11,30}

2.3.2.5 Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik adalah hal yang paling mempengaruhi tingkat kebugaran seseorang. Orang yang teratur melakukan aktivitas fisik akan memiliki otot lebih kuat, lebih lentur, dan memiliki ketahanan kardiorespirasi yang lebih baik. Menurut WHO, aktivitas fisik yang baik dapat meningkatkan ketahanan kardiorespirasi, yaitu penurunan denyut nadi, pernafasan semakin membaik. Semakin rutin melakukan aktivitas fisik semakin bertambah kemampuan ketahanan kardiorespirasinya.²⁹

2.4 Futsal

2.4.1 Definisi Futsal

Futsal merupakan kata yang digunakan secara Internasional untuk permainan sepak bola di dalam ruangan. Kata futsal berasal dari kata *futbol* atau *futebol* (dari bahasa Spanyol atau Portugal yang berarti permainan sepak bola) dan *salon* atau *sala* (dari bahasa Prancis atau Spanyol yang berarti dalam ruangan). Futsal diciptakan di Montevideo, Uruguay pada tahun 1930, oleh Juan Carlos Ceriani.³²

Futsal adalah permainan bola yang dimainkan oleh dua regu, yang masing-masing beranggotakan lima orang. Tujuannya adalah untuk memasukkan bola ke gawang lawan, dengan memanipulasi bola menggunakan kaki dan anggota tubuh lain selain tangan, kecuali posisi kiper.

Futsal tergolong relatif baru, di Indonesia olahraga ini mulai dikenal pada pertengahan tahun 2000, namun demikian antusias masyarakat terhadap olahraga ini sangat besar sehingga menjadikan futsal sebagai olahraga yang berkembang pesat dalam dekade terakhir. Hal ini terbukti dari banyaknya turnamen-turnamen atau kejuaraan yang dilaksanakan baik di tingkat nasional maupun internasional seperti Piala Dunia Futsal FIFA dan Piala Dunia Futsal AMF, di tingkat Asia kejuaraan disebut dengan AFC (Asian Futsal Championship), di tingkat ASEAN sendiri futsal merupakan salah satu cabang olahraga yang dilombakan di

Sea Games, sedangkan di Indonesia dikenal dengan Liga Futsal Indonesia yang dilaksanakan setiap tahun.³³

Hasil analisis pemantauan tingkat kerja jantung pada pertandingan futsal menempatkan futsal sebagai salah satu olahraga intensitas tinggi yang berperan penting pada jalur aerobik dan anaerobik.³⁴

2.4.2 Teknik Dasar Futsal

A. Kontrol Bola (*Controlling*)

Teknik mengontrol bola dalam permainan futsal dapat dilakukan dengan menggunakan kaki bagian dalam, kaki bagian luar dan telapak kaki sebelah depan dengan memanfaatkan sol sepatu.³⁵

B. Umpan (*Passing*)

Passing dapat dilakukan dengan menggunakan beragam sisi kaki, yaitu menggunakan kaki bagian dalam, kaki bagian luar, ujung kaki, tumit, atau sisi bawah. Namun yang paling baik adalah menggunakan kaki bagian dalam dengan arah mendatar atau *passing* panjang yang menyusur tanah, karena *passing* akan memiliki akurasi paling baik dalam permainan futsal.³⁵

C. Menggiring (*Dribbling*)

Untuk mengecoh pemain lawan dalam sebuah permainan futsal, seorang pemain futsal harus memiliki kemampuan dalam menggiring bola.

Ada beberapa teknik dalam menggiring bola yang harus dikuasai dalam bermain futsal, berikut ini beberapa teknik dalam

menggiring bola pada permainan futsal :

- ***Dribbling* menggunakan kaki bagian luar**

Dengan teknik ini jika menggunakan kaki kanan pemain futsal dapat mengecoh ke sebelah kiri lawan atau sebaliknya. Akan tetapi teknik ini tidak bisa mengecoh lawan ke sebelah kanan bila menggunakan kaki kanan, begitupula sebaliknya.

- ***Dribbling* menggunakan kaki bagian dalam**

Dengan teknik ini pemain futsal dapat mengecoh lawan ke sebelah kanan lawan apabila menggunakan kaki kanan atau sebaliknya. Akan tetapi teknik ini tidak bisa mengecoh lawan ke sebelah kiri bila menggunakan kaki kanan, begitu pula sebaliknya.

- ***Dribbling* menggunakan bagian punggung kaki**

Dribbling ini menggunakan bagian punggung kaki dengan arah lurus apabila tidak ada lawan yang menghalangi. Akan tetapi teknik ini kurang efektif untuk mengecoh lawan ke sebelah kiri atau sebelah kanan. karena gerak yang terbatas.³⁵

D. Menendang (*Shooting*)

Teknik *shooting* yang efektif dalam permainan futsal adalah menendang bola dengan menggunakan ujung kaki atau sepatu dan dengan punggung kaki, dengan ujung kaki atau sepatu ini bola akan melesat cukup kencang dan bola juga akan tetap bergerak lurus, tetapi

teknik ini harus dilakukan dengan pemain yang mempunyai skill tinggi dan sudah terlatih, karena teknik ini mempunyai kesulitan yaitu bola yang tidak bisa di baca arahnya.³⁵

E. Kecepatan (*Speed*)

Kemampuan seseorang untuk mengerjakan gerakan berkesinambungan dalam bentuk yang sama dengan waktu sesingkat-singkatnya. Ciri dari permainan futsal adalah kecepatan, maka pemain futsal dituntut cepat dalam mengalirkan bola, bergerak mencari ruang untuk menerima umpan, dan bereaksi, karena dengan pergerakan yang cepat, seorang pemain futsal akan dapat mengecoh lawan dan dalam melakukan penjagaan serta juga dapat dengan cepat menyusun formasi baik itu ketika melakukan penyerangan ataupun ketika bertahan.³⁵

2.5 Sepak bola

2.5.1 Definisi Sepak bola

Permainan Sepak bola adalah cabang olahraga yang menggunakan kaki untuk menggiring dan menendang bola. Sepak bola terdiri atas sebelas orang pemain dalam satu tim. Permainan Sepak bola dimulai dari tengah dan salah satu tim mengawali dengan mengoper bola ke teman, sedangkan pemain lawan berusaha untuk merebut bola tersebut, sehingga terjadi aktivitas saling menyerang untuk memasukan bola ke gawang.³⁶

Lama permainan Sepak bola adalah 2 x 45 menit dengan istirahat 15 menit. Seluruh pemain boleh memainkan bola dengan seluruh anggota

badannya kecuali tangan. Penjaga gawang boleh memainkan bola dengan tangan, tetapi hanya di daerah gawangnya sendiri.

Pemain Sepak bola membutuhkan daya tahan aerobik dan anaerobik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tahan aerobik pemain Sepak bola posisi *mildfielder* lebih baik daya tahan aerobiknya dibanding dengan posisi lainnya.^{11,37}

2.5.2 Teknik Dasar Sepak bola

A. Menendang (*Kicking*)

Bertujuan untuk memberikan umpan, menembak ke gawang dan menggagalkan serangan lawan. Macam – macam tendangannya yaitu, menendang menggunakan kaki bagian dalam, kaki bagian luar, punggung kaki dan punggung kaki bagian dalam.

B. Menghentikan (*Stopping*)

Bertujuan untuk mengontrol bola. Beberapa macamnya yaitu menghentikan bola dengan kaki bagian dalam, menghentikan bola dengan telapak kaki, menghentikan bola dengan menghentikan bola dengan paha dan menghentikan bola dengan dada.

C. Menggiring (*Dribbling*)

Bertujuan untuk mendekati jarak ke sasaran untuk melewati lawan, dan menghambat permainan. Beberapa macamnya, yaitu menggiring bola dengan kaki bagian luar, kaki bagian dalam dan dengan punggung kaki.

D. Menyundul (*Heading*)

Bertujuan untuk mengumpan, mencetak gol dan mematahkan serangan lawan. Beberapa macam, yaitu menyundul bola sambil berdiri dan sambil melompat.

E. Merampas (*Tackling*)

Bertujuan untuk merebut bola dari lawan. Merampas bola bisa dilakukan dengan sambil berdiri dan sambil meluncur.

F. Lempar ke dalam (*Throw-in*)

Lemparan ke dalam dapat dilakukan dengan awalan ataupun tanpa awalan.

G. Menjaga Gawang (*Goal Keeping*)

Menjaga gawang merupakan pertahanan terakhir dalam permainan sepakbola. Teknik menjaga gawang meliputi menangkap bola, melempar bola, menendang bola.

2.6 Perbedaan Futsal dengan Sepak bola

Untuk segi permainan, Futsal tidak jauh berbeda dengan Sepak bola yang terdiri dari dua tim, menggunakan bola sebagai alat pertandingannya, ada wasit sebagai pengatur pertandingannya dan kartu bagi yang melakukan pelanggaran, sedangkan dilihat dari segi perbedaannya dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Futsal	Perbedaan	Sepak bola
5 orang	Jumlah Pemain	11 orang
P = 42 meter L = 25 meter	Ukuran Lapangan	P = 110 meter L = 75 meter
Tidak terbatas	Pergantian Pemain	3 kali
2 x 20 menit	Lama Permainan	2 x 45 menit
10 menit maksimal	Istirahat	15 menit maksimal
Tidak diperbolehkan	Kontak Badan	Diperbolehkan
Tidak ada	<i>Offside</i>	Ada
Pakai lempar	<i>Goal Kick</i>	Pakai tendang
1 x perbabak	<i>Time Out</i>	Tidak ada
4 detik maksimal	Eksekusi	Menunggu peluit

Tabel 2. Perbedaan Futsal dengan Sepakbola.⁴⁸

2.7 Volume Oksigen Maksimal (VO₂Max)

VO₂Max adalah pengambilan oksigen maksimal dalam mililiter, yang dapat dimanfaatkan dalam satu menit per kilogram berat badan. VO₂Max merefleksikan keadaan kardiorespirasi dan hematologik dalam proses pengantaran O₂ dan proses oksidatif dari otot yang melakukan aktivitas. VO₂Max lebih banyak dipengaruhi oleh sistem jantung dibandingkan dengan sistem pernapasan, hal ini dikarenakan jumlah O₂ yang digunakan tubuh tidak pernah melebihi nilai rata-rata O₂ yang dikirim oleh sistem jantung ke jaringan. Oleh karena itu, VO₂Max dianggap sebagai indikator terbaik dari ketahanan aerobik.^{39,40,41}

2.7.1 Faktor – faktor yang Mempengaruhi VO₂Max

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai VO₂Max adalah sebagai berikut :

1. Umur

Sehubungan dengan umur kronologis pada anak perempuan dan laki-laki. VO₂Max anak laki-laki menjadi lebih tinggi mulai usia 10 tahun. Puncak nilai VO₂Max dicapai kurang lebih pada usia 18-20 tahun pada kedua jenis kelamin. Sedangkan setelah usia 25 tahun, kemampuan aerobik seseorang akan turun perlahan.^{41,42}

2. Jenis Kelamin

Rata-rata kemampuan aerobik wanita sekitar 20% lebih rendah dari pria pada usia yang sama. Hal ini dikarenakan perbedaan hormonal yang menyebabkan wanita memiliki konsentrasi hemoglobin lebih rendah dan lemak tubuh lebih besar, serta massa otot yang lebih kecil dibanding pria.⁴¹

3. Suhu

Peningkatan kadar *progesteron* pada masa luteal menstruasi akan meningkatkan suhu basal tubuh karena efek termogeniknya. Hal ini akan berpengaruh pada VO₂Max.⁴¹

4. Latihan Fisik

Bed-rest lama dapat menurunkan VO₂Max antara 15%-25%, sementara latihan fisik yang teratur dapat menaikkan

VO₂Max dengan nilai yang hampir serupa.⁴³

5. Komposisi Tubuh

Seseorang yang mempunyai lemak tubuh dengan persentasi tinggi mempunyai konsumsi oksigen maksimum yang lebih rendah. Bila tubuh berotot kuat, dan sedikit lemak, maka VO₂Max akan lebih tinggi. Jadi, kegemukan dapat mengurangi VO₂Max.⁴¹

6. Fungsi Kardiovaskuler

Curah jantung merupakan faktor yang berpengaruh pada sistem kardiovaskuler. Curah jantung dipengaruhi oleh denyut jantung dan isi volume sekuncup. Sehingga dengan meningkatnya beban kerja, denyut jantung akan meningkat hingga mencapai maksimal. Isi volume sekuncup akan meningkat sedikit ketika 75% VO₂Max telah tercapai. Hal ini disebabkan karena kontraktilitas miokardium dan peningkatan arus balik vena.⁵

7. Fungsi Pulmonal

Faktor yang berpengaruh pada sistem ini adalah perbedaan oksigen arteri-vena (*A-V O₂diff*) yaitu kemampuan sistem respirasi dalam membawa oksigen menuju darah. Selama aktivitas fisik yang intens, *A-V O₂diff* akan meningkat karena oksigen darah lebih banyak dilepas ke otot yang sedang bekerja, sehingga oksigen darah vena berkurang. Hal ini menyebabkan pengiriman oksigen ke jaringan naik hingga tiga kali lipat daripada kondisi biasa.^{4,5,41}

8. Kadar Hemoglobin dalam Sel Darah Merah

Karena dalam darah oksigen berikatan dengan hemoglobin, maka kadar oksigen dalam darah juga ditentukan oleh kadar hemoglobin yang tersedia. Meningkatnya sel darah merah akan menyebabkan peningkatan *oxygen-carrying capacity* sehingga terjadi kenaikan nilai VO_2Max .^{4,5}

9. Ketinggian

VO_2Max menurun seiring dengan meningkatnya ketinggian di atas 1600 meter. Untuk setiap 1000 meter di atas itu, pengambilan VO_2Max menurun lebih lanjut sekitar 8-11 %. Ini disebabkan karena kadar oksigen yang lebih sedikit di dataran tinggi, sehingga menyebabkan volume plasma darah menurun. Hal ini berdampak langsung terhadap fungsi paru dengan menurunnya VO_2Max .⁴⁷

2.7.2 Pengukuran Nilai Konsumsi Oksigen Maksimal

Untuk mengukur VO_2Max , ada beberapa tes yang biasanya digunakan. Tes – tes ini haruslah mudah dalam pengukuran, pelaksanaan dan tidak membutuhkan keterampilan khusus. Tes ergometer sepeda dan *treadmill* adalah dua cara yang paling sering digunakan untuk menghasilkan beban kerja. Meskipun begitu, *Step test dan Field test* juga dapat dilakukan untuk kepentingan yang sama.^{4,41}

2.7.2.1 Ergometer Sepeda

Dilakukan dengan menggunakan sepeda statis yang dikayuh

untuk mendapatkan beban kerja. Dipasang EKG untuk merekam kerja jantung, serta dilakukan pengukuran tekanan darah subjek di awal dan akhir percobaan. Nilai $VO_2\text{Max}$ didapat melalui alat bernama Nomogram Astrand dengan menggunakan skala beban kerja.⁴¹

2.7.2.2 Treadmill

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pemeriksaan dengan *treadmill* antara lain : (1) Metode Mitchell, Sproule, dan Chapman, (2) Metode Saltin-Astrand, dan (3) Metode OSU. Keuntungan menggunakan *treadmill* meliputi nilai beban kerja yang konstan, kemudahan mengatur beban kerja pada level yang diinginkan, serta mudah dilakukan karena hampir semua orang terbiasa dengan berjalan dan berlari. Sedangkan kerugian dari tes ini adalah, alat yang mahal dan berat sehingga tidak praktis untuk dilakukan.⁴¹

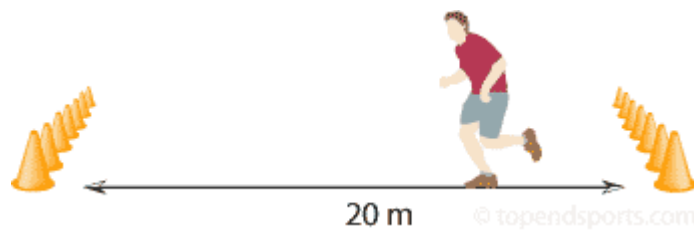
2.7.2.3 Step Test

Tes ini memiliki beberapa variasi dalam pengukurannya sehubungan dengan jumlah langkah per menit dan tinggi bangku atau balok yang digunakan untuk menghasilkan beban kerja. Subjek melakukan gerakan naik turun bangku bergantian kaki dengan irama yang sudah diatur dengan alat yang bernama metronome. Nilai $VO_2\text{Max}$ bisa didapat dengan Normogram Astrand berdasarkan denyut dan berat badan atau menggunakan perhitungan rumus. Data yang dibutuhkan untuk menghitung $VO_2\text{Max}$ adalah denyut jantung pemulihan. Beberapa variasi tersebut misalnya : (1) *Harvard Step Test*, (2) *Tecumseh Step Test*, (3)

*Tuttle Step Test, (4) Queen's College Step Test.*⁴¹

2.7.2.4 Field Test

Tes ini sangat mudah dilakukan karena tidak dibutuhkan alat khusus. Subjek diminta berlari berdasarkan jarak atau waktu tertentu. Beberapa variasi dari tes ini antara lain : (1) *Bleep test* , (2) *Balke test* , (3) *Cooper test.*⁴¹



Gambar 5. *Multistage Fitness Test (Bleep test)*⁴⁴

Bleep test atau disebut juga sebagai *Multi-stage fitness test* merupakan salah satu test yang dilakukan dengan lari menempuh jarak 20 meter bolak-balik, yang dimulai dengan lari pelan-pelan secara bertahap yang semakin lama semakin cepat hingga atlet tidak mampu mengikuti irama waktu lari, yang berarti kemampuan maksimalnya pada level bolak-balik tersebut. Kelebihan dari metode ini adalah kelompok besar dapat melakukan test ini sekaligus sehingga meminimalisir biaya pengeluaran. Sedangkan kelemahan dari metode ini adalah praktek dan tingkat motivasi dapat mempengaruhi nilai dicapai dan skor dapat bernilai subjektif.⁴⁴

Tingkatan Ke :	Balikan Ke :
1	1 2 3 4 5 6 7
2	1 2 3 4 5 6 7 8
3	1 2 3 4 5 6 7 8
4	1 2 3 4 5 6 7 8 9
5	1 2 3 4 5 6 7 8 9
6	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
7	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
8	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
9	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
11	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
13	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
14	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
15	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
16	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
17	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
18	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
19	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15
20	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
21	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
Kemampuan Maksimal :	
Tingkatan :
Balikan :
VO2Max :

Gambar 6. Form Penghitungan *Multistage Fitness Test (Bleep Test)* ⁴⁵

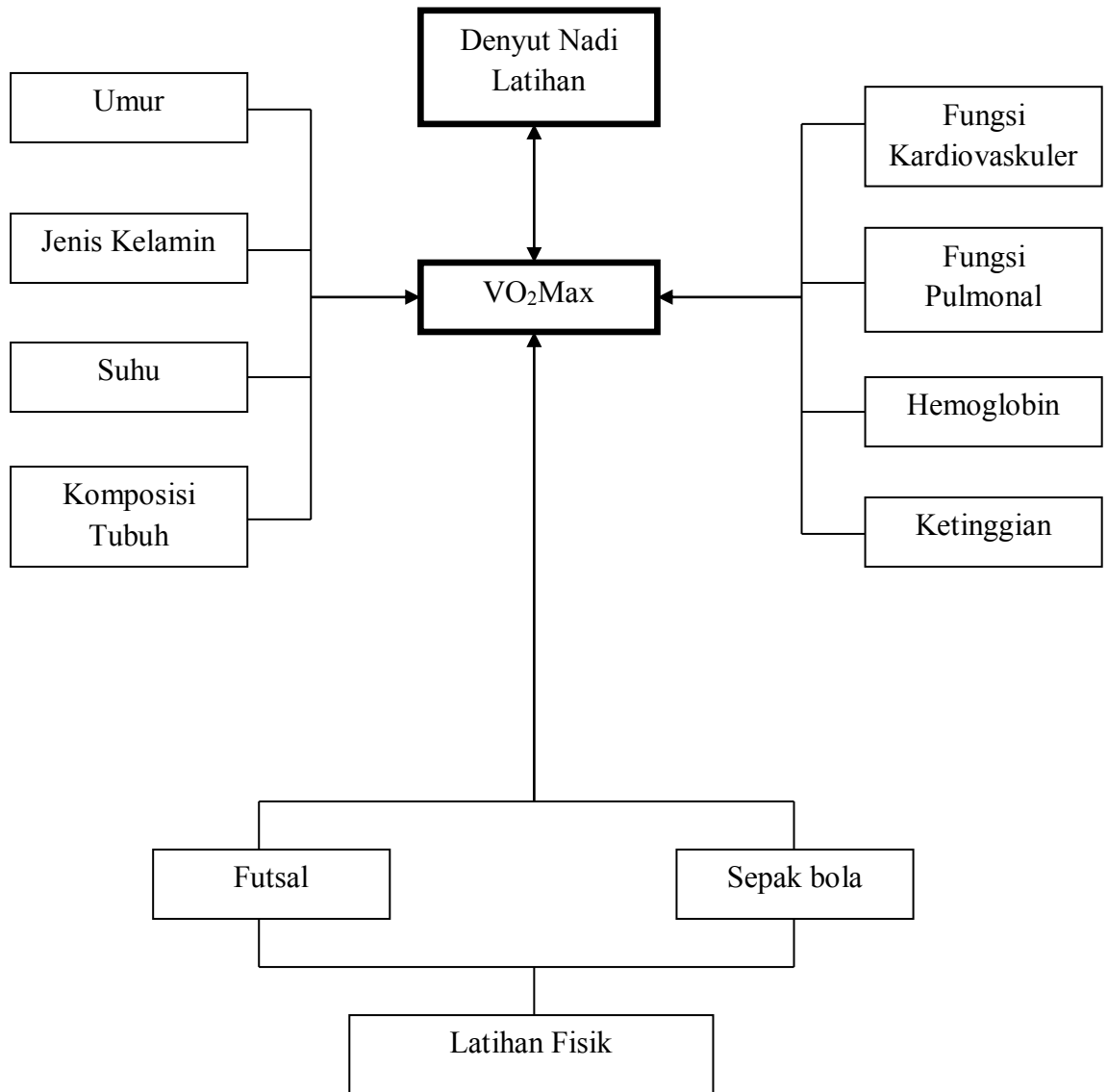
LEVEL	BALIKAN															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	20,1	20,4	20,7	21,1	21,4	21,8	22,1	22,5								
3	23,0	23,6	23,9	24,3	24,6	25,0	25,3	25,7								
4	26,2	26,8	27,2	27,6	27,9	28,3	28,9	29,5	29,7							
5	29,9	30,2	30,6	31,0	31,4	31,8	32,1	32,5	32,9							
6	33,2	33,6	33,9	34,3	34,6	35,0	35,3	35,7	36,0	36,4						
7	36,7	37,1	37,4	37,8	38,1	38,5	38,8	39,2	39,5	39,9						
8	40,2	40,5	40,8	41,1	41,4	41,8	42,1	42,4	42,7	43,0	43,3					
9	43,6	43,9	44,2	44,5	44,8	45,2	45,5	45,9	46,2	46,5	46,8					
10	47,1	47,4	47,9	48,4	48,5	48,7	49,0	49,3	49,6	49,9	50,2					
11	50,4	50,6	50,8	51,4	51,6	51,9	52,2	52,5	52,9	53,3	53,7	53,9				
12	54,1	54,3	54,5	54,8	55,1	55,4	55,7	56,0	56,2	56,5	57,1	57,3				
13	57,5	57,6	57,9	58,2	58,4	58,7	59,0	59,3	59,5	60,2	60,6	60,8				
14	61,0	61,1	61,3	61,6	61,9	62,2	62,4	62,7	63,0	63,3	63,6	64,0	64,2			
15	64,4	64,6	64,8	65,1	65,4	65,6	65,9	66,2	66,4	66,7	67,0	67,4	67,6			
16	67,8	68,0	68,2	68,5	68,8	69,0	69,2	69,5	69,8	70,0	70,2	70,5	70,7	70,9		
17	71,1	71,4	71,6	71,9	72,1	72,4	72,6	72,9	73,1	73,4	73,6	73,9	74,1	74,3		
18	74,5	74,8	75,0	75,2	75,5	75,8	76,0	76,2	76,4	76,7	77,0	77,2	77,4	77,7	77,9	
18	78,1	78,3	78,5	78,8	79,0	79,2	79,4	79,7	80,0	80,2	80,4	80,6	80,8	81,0	81,3	
20	81,5	81,8	82,0	82,2	82,4	82,6	82,8	83,0	83,2	83,5	83,7	83,8	84,0	84,3	84,6	84,8
21	85,0	85,2	85,4	85,6	85,8	86,1	86,3	86,5	86,7	86,9	87,1	87,4	87,6	87,8	88,0	88,2

Tabel 3. Prediksi Nilai VO₂Max *Multistage Fitness Test (Bleep Test)* ⁴⁵

2.8 Denyut Nadi Latihan

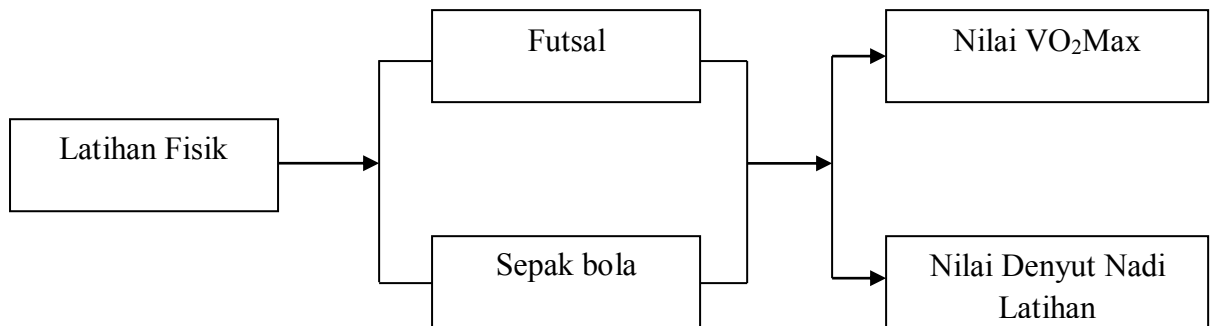
Denyut nadi latihan adalah frekuensi irama denyut jantung yang dapat dipalpasi (diraba) setelah menyelesaikan satu set latihan, pengukuran dapat dilakukan pada *Arteri Karotis* (daerah leher), *Arteri Radialis* (pergelangan tangan). Pengukuran denyut nadi latihan dapat digunakan untuk menganalisis efek dari program latihan fisik. Pada latihan fisik yang teratur, akan memberikan efek berupa kebugaran jasmani dengan menurunnya denyut nadi latihan. Hal ini karena pada orang yang bugar, akan memberikan intensitas kerja yang relatif lebih rendah (ringan) dan peningkatan denyut nadinya juga lebih rendah, dikarenakan sudah terbiasa dengan beban kerja yang dilakukan. ^{7,8}

2.9 Kerangka Teori



Gambar 7. Kerangka Teori

2.10 Kerangka Konsep



Gambar 8. Kerangka Konsep

2.11 Hipotesis

1. Terdapat perbedaan nilai VO₂Max pada pemain Futsal dengan pemain Sepak bola.
2. Terdapat perbedaan nilai denyut nadi latihan pada pemain Futsal dengan pemain Sepak bola.