

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fisiologi Kardiorespirasi

Udara sebagian besar masuk ke dalam tubuh melalui hidung. Setelah melalui saluran hidung dan faring, tempat udara pernapasan dihangatkan dan dilembabkan oleh uap air, udara inspirasi berjalan menuruni trakea melalui bronkus, bronkiolus, bronkiolus respiratorius, dan duktus alveolaris. Paru dan dinding dada merupakan struktur yang elastis. Pada keadaan normal, hanya ditemukan selapis tipis cairan di antara paru dan dinding dada (ruang intrapleura). Paru dengan mudah dapat bergeser sepanjang dinding dada, namun sukar untuk dipisahkan dari dinding dada seperti halnya lempeng kaca basah yang dapat digeser namun tidak dapat dipisahkan. Tekanan di dalam “ruang” antara paru dan dinding dada (tekanan intrapleura) bersifat subatmosferik. Pada saat lahir, jaringan paru mengembang sehingga teregang, dan pada akhir ekspirasi tenang, kecenderungan daya *recoil* jaringan paru untuk menjauhi dinding dada diimbangi oleh daya *recoil* dinding dada ke arah yang berlawanan. Jika dinding dada dibuka, paru akan kolaps dan bila paru kehilangan elastisitasnya, dada akan mengembang menyerupai bentuk gentong (*barrel shaped*).¹³

Inspirasi merupakan proses aktif. Kontraksi otot inspirasi akan meningkatkan volume intratoraks. Tekanan intrapleura di bagian basis paru akan turun dari nilai normal sekitar -2,5 mmHg (relatif terhadap tekanan atmosfer) pada awal inspirasi, menjadi -6 mmHg. Jaringan paru akan semakin teregang. Tekanan

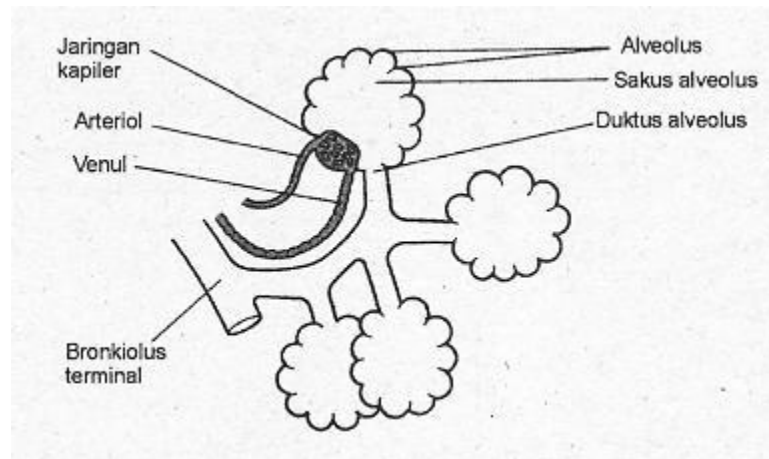
di dalam saluran udara menjadi sedikit lebih negatif, dan udara mengalir ke dalam paru. Pada akhir inspirasi, daya *recoil* paru mulai menarik dinding dada. Tekanan di saluran udara menjadi sedikit lebih positif, dan udara mengalir meninggalkan paru. Selama pernapasan tenang, ekspirasi merupakan proses pasif yang tidak memerlukan kontraksi otot untuk menurunkan volume intratoraks. Namun, pada awal ekspirasi, sedikit kontraksi otot inspirasi masih terjadi. Kontraksi ini berfungsi sebagai peredam daya *recoil* paru dan memperlambat ekspirasi.¹³

Pada inspirasi kuat, tekanan intrapleura turun menjadi -30 mmHg sehingga pengembangan jaringan paru menjadi lebih besar. Bila ventilasi meningkat, derajat pengempisan jaringan paru juga ditingkatkan oleh kontraksi aktif otot ekspirasi yang menurunkan volume intratoraks.¹³

Oksigen terus menerus berdifusi keluar dari udara dalam alveolus ke dalam aliran darah, dan CO₂ terus menerus berdifusi dari darah ke dalam alveolus. Pada keadaan seimbang, udara inspirasi bercampur dengan udara alveolus, menggantikan O₂ yang telah masuk ke dalam darah dan mengencerkan CO₂ yang telah memasuki alveoli. Sebagian udara campuran ini akan dikeluarkan. Kandungan O₂ udara alveolus akan menurun dan kandungan CO₂-nya meningkat sampai inspirasi berikutnya.¹³

Gas berdifusi dari alveoli ke dalam kapiler di paru atau sebaliknya melintasi membran alveolus-kapiler dan membran basalis yang menyatu. Tercapai atau tidaknya keseimbangan antara waktu yang dibutuhkan senyawa untuk melintas dari alveoli ke kapiler dalam waktu 0,75 detik dan waktu yang

diperlukan darah untuk melewati kapiler di paru pada saat istirahat bergantung pada reaksi membran alveolus-kapiler.¹³

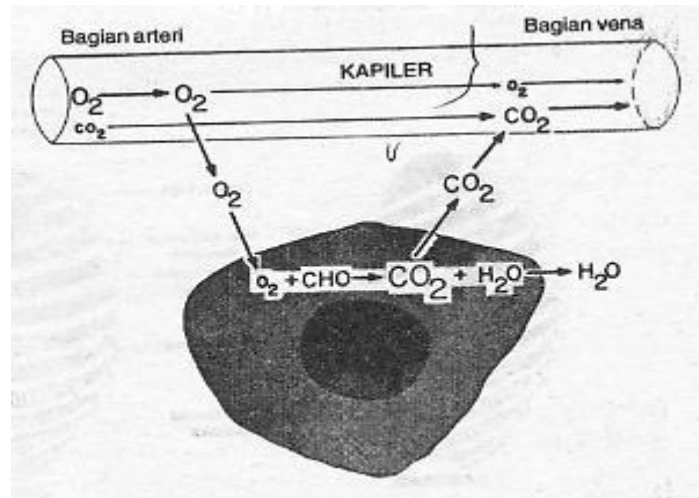


Gambar 1. Alveolus

Sumber : Watson R¹⁴

Kapasitas difusi paru untuk suatu gas berbanding lurus dengan luas membran alveolus-kapiler dan berbanding terbalik dengan tebal membran. Kapasitas difusi CO (D_{LCO}) diukur sebagai indeks kapasitas difusi karena ambilannya dibatasi oleh kemampuan difusi. Dan kapasitas ambilan O_2 juga dibatasi oleh perfusi, karena O_2 diambil oleh hemoglobin. Akan tetapi jauh lebih lambat dibandingkan CO dan mencapai keseimbangan dengan darah kapiler sekitar 0,3 detik.¹³

PO_2 udara alveolus normal adalah 100 mmHg dan PO_2 darah yang memasuki kapiler paru adalah 40 mmHg. Sedangkan PCO_2 darah vena adalah 46 mmHg dan di alveolus 40 mmHg. Perbedaan tekanan antara alveolus dan kapiler inilah yang membuat udara berdifusi sesuai dengan selisih tekanan tersebut.¹³

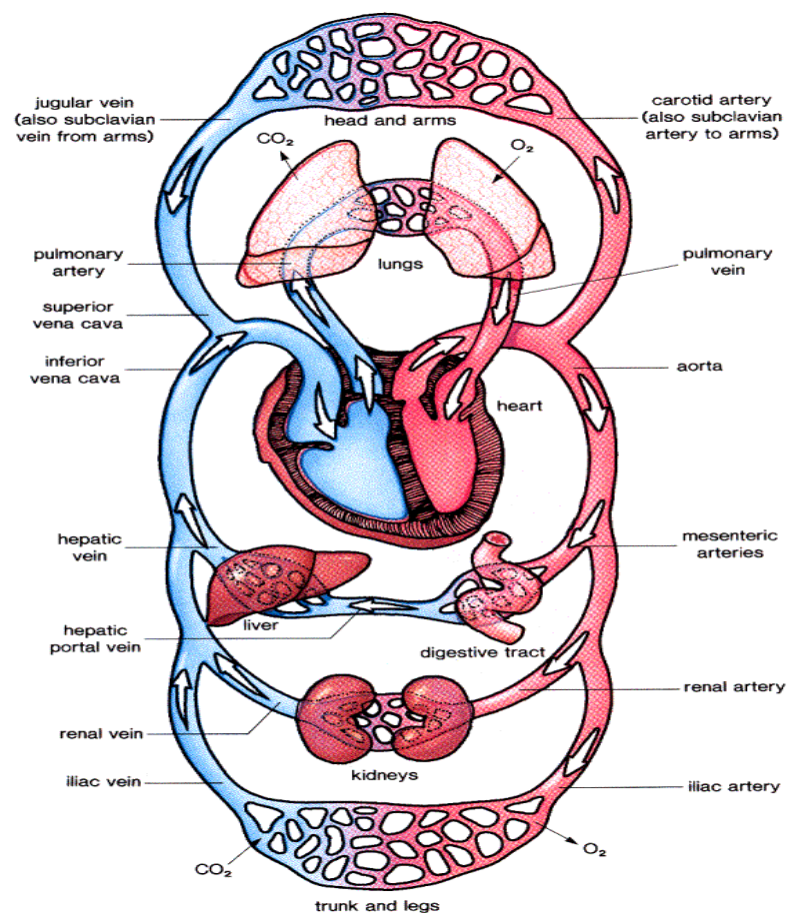


Gambar 2. Pertukaran gas

Sumber : Mengkidi, Dorce¹⁵

Di dalam darah telah terdapat suatu protein pengikat O_2 yang disebut hemoglobin. Dengan adanya hemoglobin ini akan meningkatkan kemampuan darah untuk mengangkut O_2 . Sistem pengangkut O_2 di tubuh terdiri atas respirasi dan kardiovaskuler. Pengangkutan O_2 menuju jaringan tertentu bergantung pada jumlah O_2 yang masuk ke dalam paru, adanya pertukaran gas di paru yang adekuat, aliran darah menuju jaringan, dan kapasitas darah untuk mengangkut O_2 . Aliran darah bergantung pada derajat konstiksi jalinan vaskuler di jaringan serta curah jantung. Jumlah O_2 di dalam darah ditentukan oleh jumlah O_2 yang larut, jumlah hemoglobin darah, dan afinitas hemoglobin terhadap O_2 .¹³

O_2 yang terikat dengan protein hemoglobin di dalam darah akan menuju jantung kiri yang kemudian dipompakan ke seluruh jaringan tubuh. Kemudian setelah terdifusinya O_2 ke dalam jaringan tubuh sebagai gantinya darah akan membawa CO_2 dan berbagai zat hasil metabolisme untuk dikembalikan ke paru untuk dibuang selama ekspirasi dan begitu seterusnya.¹³



Gambar 3. Mekanisme sirkulasi darah

Sumber : Primepantrystuff¹⁶

2.1.1 Volume dan kapasitas paru

a. Volume Paru

Volume paru akan berubah – ubah saat pernapasan berlangsung. Saat inspirasi akan mengembang dan saat ekspirasi akan mengempis. Pada keadaan normal, pernapasan terjadi secara pasif dan berlangsung tanpa disadari. Beberapa parameter yang menggambarkan volume paru adalah¹⁵

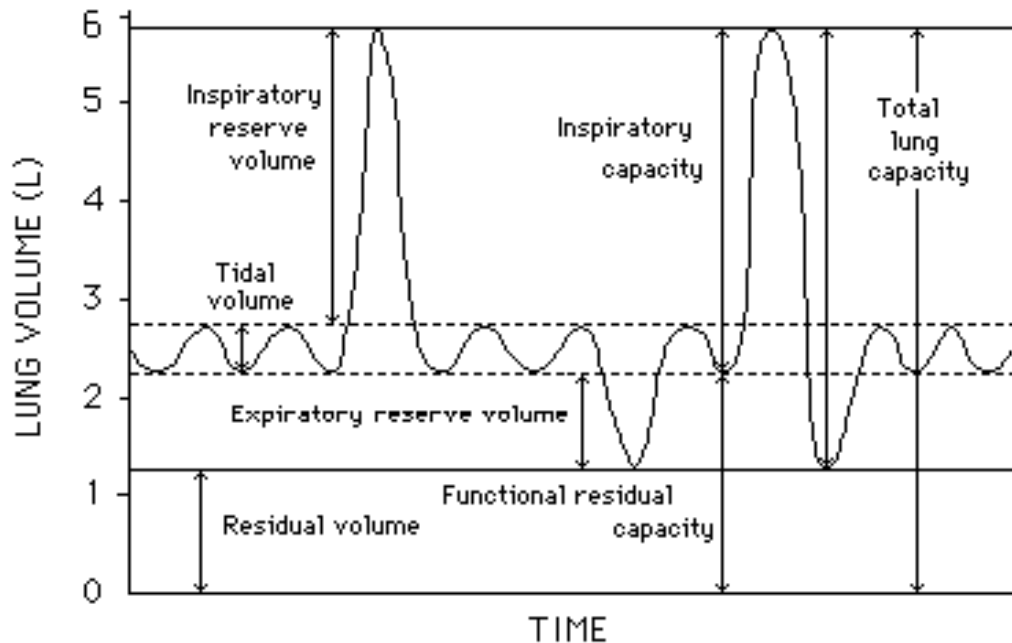
1. Volume Tidal (*Tidal Volume = TV*), adalah volume udara paru yang masuk dan keluar paru pada pernapasan biasa. Biasanya *TV* pada orang dewasa sekitar 500 ml.
2. Volume Cadangan Inspirasi (*Inspiratory Reserve Volume = IRV*), volume udara yang masih dapat dihirup ke dalam paru sesudah inspirasi biasa, besarnya *IRV* pada orang dewasa adalah sekitar 3100 ml.
3. Volume Cadangan Ekspirasi (*Expiratory Reserve Volume = ERV*), adalah volume udara yang masih dapat dikeluarkan dari paru sesudah ekspirasi biasa, besarnya *ERV* pada orang dewasa sekitar 1000-1200 ml.
4. Volume Residu (*Residual Volume = RV*), udara yang masih tersisa di dalam paru sesudah ekspirasi maksimal sekitar 1100 ml.

b. Kapasitas Paru

Kapasitas paru merupakan jumlah oksigen yang dapat masuk ke dalam tubuh atau paru seseorang secara maksimal. Jumlah oksigen yang dapat dimasukkan ke dalam paru ditentukan oleh oksigen yang dapat masuk ke

dalam paru ditentukan oleh kemampuan kembang – kempisnya sistem pernapasan. Semakin baik kerja sistem pernapasan berarti volume oksigen yang diperoleh semakin banyak. Yang termasuk pemeriksaan kapasitas fungsi paru adalah :¹⁵

1. Kapasitas Inspirasi (*Inspiratory Capacity = IC*), adalah volume udara yang masuk paru setelah inspirasi maksimal atau sama dengan volume cadangan inspirasi ditambah volume tidal ($IC = IRV + TV$).
2. Kapasitas Vital (*Vital Capacity = VC*), volume udara yang dapat dikeluarkan melalui ekspirasi maksimal setelah sebelumnya melakukan inspirasi maksimal (sekitar 4000 ml). Kapasitas vital besarnya sama dengan volume inspirasi cadangan ditambah volume tidal ($VC = IRV + ERV + TV$).
3. Kapasitas Paru Total (*Total Lung Capacity = TLC*), adalah kapasitas vital ditambah volume sisa ($TLC = VC + RV$ atau $TLC = IC + ERV + RV$).
4. Kapasitas Residu Fungsional (*Functional Residual Capacity = FRC*), adalah volume ekspirasi cadangan ditambah volume sisa ($FRC = ERV + RV$).



Gambar 4. Volume dan Kapasitas Paru

Sumber : James Madison University¹⁷

2.2 Sel Darah Merah

Sel darah merah adalah salah satu komponen darah yang berbentuk lempeng bikonkaf dan dibentuk di sumsum tulang. Sel ini berada dalam sirkulasi selama kurang lebih 120 hari. Sel darah merah merupakan suatu membran yang membungkus larutan hemoglobin. Hemoglobin yaitu suatu pigmen merah pembawa oksigen dalam sel darah merah tubuh. Tiap-tiap subunit mengandung satu gugus heme yang terkonjugasi oleh suatu polipeptida yang secara kolektif disebut sebagai globin. Hemoglobin mengikat oksigen untuk membentuk oksihemoglobin, oksigen menempel pada Fe^{2+} di heme.¹³

Bila oksigen telah berdifusi dari alveoli ke dalam darah paru, oksigen terutama ditranspor dalam bentuk gabungan dengan hemoglobin ke kapiler jaringan, dimana oksigen dilepaskan untuk digunakan oleh sel.¹³

2.3 Ketahanan Kardiorespirasi

Ketahanan kardiorespirasi adalah kemampuan tubuh untuk melakukan aktivitas fisik yang intens dan berkesinambungan dengan melibatkan sekelompok otot besar. Ketahanan kardiorespirasi ini termasuk unsur kesegaran jasmani yang paling penting. Latihan untuk meningkatkan ketahanan kardiorespirasi dapat menyebabkan peningkatan kapasitas aerobik seseorang.³

Pada dasarnya, terdapat dua macam ketahanan kardiorespirasi, yaitu aerobik dan anaerobik. Ketahanan aerobik adalah kemampuan untuk melakukan aktivitas jangka panjang (dalam hitungan menit sampai jam) yang bergantung pada ikatan O₂-ATP untuk memasok persediaan energi yang dibutuhkan selama aktivitas. Aktivitas yang dilakukan dalam jangka waktu yang lebih singkat membutuhkan sistem yang dapat menyediakan ATP lebih cepat dari sistem O₂-ATP. Maka digunakanlah sistem energi anaerobik, yaitu glikolisis parsial untuk menyediakan energi yang dibutuhkan. Aktivitas semacam ini disebut dengan ketahanan anaerobik.³

2.4 Senam Zumba

2.4.1 Definisi senam zumba

Zumba adalah suatu aktivitas kebugaran yang mengkombinasikan ritme Latin seperti *salsa*, *merengue*, *flamenco*, *bachata*, *reggaeton*, dan *samba* dalam bentuk tarian dengan gerakan fitness. Senam *zumba* pertama kali diperkenalkan

pada akhir tahun 90, oleh seorang instruktur fitness asal Kolombia bernama Alberto “Beto” Perez. Nama *zumba* diadaptasi dari kata “*zum-zum*” yang dalam bahasa kolombia memiliki arti gerakan cepat.¹⁸

Zumba terlahir secara tidak sengaja oleh Beto saat ia lupa membawa CD kumpulan lagu untuk kelas fitnessnya dan kemudian ia berinisiatif untuk mengambil CD kumpulan lagu di dalam mobilnya yang sebagian besar adalah musik latin. Semenjak saat itu Beto memutuskan untuk menjadikan kelas tersebut sebagai suatu olahraga yang kemudian dikenal di ranah Internasional.¹⁸

Semenjak dikenalkan pada tahun 2001, *zumba* menjadi suatu perubahan yang besar dan sekarang *zumba* dipertimbangkan sebagai salah satu gerakan yang berpengaruh dalam industri kebugaran, yang diikuti oleh 14 juta orang setiap minggunya di lebih dari 110.000 tempat di 186 negara.¹⁸

2.4.2 Gerakan senam zumba

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, proporsi gerakan senam *zumba* terdiri dari 70% tarian dan 30% gerakan *fitness*. Saat melakukan *zumba* kita tidak akan diajarkan gerakannya terlebih dahulu, melainkan langsung mengikuti gerakan instruktur. Hal tersebut tidak perlu dijadikan masalah karena dalam *zumba* yang terpenting adalah *enjoy the music*.¹⁹

Gerakan yang paling banyak dalam *zumba* adalah gerakan kardio, seperti melompat, berputar, dan bergerak cepat. Selain gerakan kardio, *zumba* juga dikombinasikan dengan gerakan pengencangan otot – otot tubuh, seperti otot perut, punggung, paha, betis, dan *pectoralis*. Gerakan – gerakan *zumba* terfokus pada pinggul, pinggang, dan kaki sehingga bagus untuk pembentukan postur dan

lekukan tubuh. Semua gerakan dalam *zumba* dilakukan dengan cepat, penuh energi, dan bertekanan tinggi sehingga menimbulkan kontraksi otot.¹⁸

Durasi satu sesi senam *zumba* ± 60 menit yang terdiri dari 3 sesi, yaitu diawali *warming up* (pemanasan) dengan tempo musik 120-140 bpm, lalu gerakan inti (gerakan *zumba*) dengan tempo musik 140-160 bpm, kemudian *cooling down* (pendinginan) dengan tempo musik < 100 bpm. Setiap gerakan biasanya diulang 2-3 kali.¹⁸

Untuk hasil yang baik, senam *zumba* diawali dengan 5-10 menit pemanasan yang dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama terdiri dari gerakan tari dasar dengan peningkatan tempo musik yang teratur (120-135 bpm), tanpa ada gerakan melompat. Pada bagian kedua pemanasan adalah latihan otot dengan intensitas rendah menggunakan variasi tarian dan *squat* (125-140 bpm). Gerakan pada pemanasan ini berguna untuk meningkatkan aliran darah, meningkatkan suhu tubuh, meregangkan otot – otot tubuh, dan mobilisasi sendi. Dengan pemanasan yang baik dapat menurunkan risiko cedera selama latihan.²⁰

Gerakan inti senam *zumba* dilakukan dengan 8-10 lagu. Koreografi dan pergerakan senam *zumba* dibentuk dari perubahan tempo musiknya (140-160 bpm). Semua koreografi tari seperti *salsa*, *merengue*, *cumbia*, dan *reggaeton* dengan segala perbedaan karakter dan dinamika gerakan akan menghasilkan intensitas yang tepat. Tiap gerakan tari $\pm 3-5$ menit dengan jeda 15-30 detik. Pesenam *zumba* diharapkan dapat melakukan senam sekaligus menikmati alunan musik untuk meningkatkan fungsi ketahanan kardiorespirasi.²⁰

Gerakan pendinginan sebagai tahap akhir latihan diiringi musik bertempo santai untuk merelaksasi tubuh. Peregangan dilakukan dengan tujuan mencegah cedera dan fleksibilitas otot. Tidak diperkenankan adanya gerakan melompat dan *squat* serta semua gerakan diharuskan dapat dilakukan dengan berdiri, duduk, maupun berbaring (tempo musik < 100 bpm).²⁰

Berikut ini merupakan macam – macam gerakan yang terdapat dalam satu sesi senam *zumba* :²¹

1. *Cumbia*, gerakan ini memiliki ritme yang pelan.
2. *Reggaeton*, gerakan ini memiliki ritme yang spesifik dan semakin cepat. Dalam latihan gerakan ini dilakukan secara perlahan diawal kemudian semakin lama temponya semakin cepat.
3. *Beto Shuffle*, gerakan ini dilakukan dengan kaki dibuka selebar bahu, tangan kiri kesamping dan tangan kanan keatas. Lalu gerakkan tubuh ke kiri dan kanan secara berirama dengan kedua tangan yang juga bergantian.
4. *Merengue*, hampir semua *zumba* dapat dipadukan dengan gaya *merengue*. Namun, untuk *zumba gold* atau *zumba* para lansia gerakannya menjadi lebih pelan.
5. *Reggaeton destroza*, gerakan yang satu ini memiliki gerakan yang sama seperti *reggaeton*. namun memiliki ritme yang semakin cepat.
6. *Salsa*, gerakan ini selalu ada dalam setiap macam senam *zumba*, mulai dari anak kecil hingga lansia.

7. *Soca*, gerakan ini dilakukan dengan dua telapak tangan membuka lebar di depan dada, kaki bergerak ke kiri dan kanan.

2.4.3 Manfaat senam *zumba*

Zumba memiliki gerakan yang kompleks sehingga membutuhkan energi tinggi. Menari memiliki efek positif pada sistem saraf dan kardiovaskuler serta bertindak dalam mengurangi depresi. Tujuan utama dari *zumba* adalah untuk meningkatkan energi, koordinasi, kebugaran, dan kesehatan tubuh, membantu menurunkan berat badan dan stress serta meningkatkan percaya diri. Seseorang yang mengikuti kelas *zumba* akan mendapatkan keuntungan berupa peningkatan tonus otot dan pembakaran kalori.¹⁸

Keunggulan dari mengikuti kelas *zumba* antara lain :¹⁸

1. Membakar kalori

Dengan latihan rutin terjadi peningkatan pemecahan lemak. Menurut *American Council on Exercise Fitness Research*, *zumba* dapat membakar kalori sebanyak 369 kalori atau 9,5 kkal per menit.

2. Mengencangkan dan membentuk tubuh

Irama musik dan latihan aerobik membantu memperkuat lengan, kaki, bokong, dan perut. Bagian tubuh yang mengalami perubahan biasanya otot kaki dan bokong kemudian diikuti dengan otot perut dan lengan. Selama melakukan *zumba*, otot akan lebih banyak digerakkan. Dimana gerakan *zumba* juga memadukan gerakan *squat* dan *lunge*.

3. Tidak membosankan

Irama musik yang digunakan dalam latihan memadukan irama latin seperti *reggaeton, salsa, cumbia, flamenco, merengue, calypso, rumba, dan samba*. Perpaduan antara musik, energi, dan gerakan membuat peserta merasa bahwa gerakan mudah untuk diikuti

4. Membawa kesenangan

Secara umum, latihan menstimulasi perasaan senang dengan adanya perpaduan antara irama dan gerakan yang mudah dimana musik tersebut merangsang peserta untuk menggerakkan tangan dan kakinya

5. Mengatasi stres

Gerakan yang aktif dalam *zumba* mampu menurunkan kadar hormon stres dan *zumba* dapat merangsang hormon endorfin, yang membuat kita merasa lebih bahagia dan meningkatkan relaksasi. Hal tersebut merupakan kunci dalam meningkatkan kebahagiaan, mengurangi stres, dan meningkatkan percaya diri.

6. Tidak ada batasan usia

Zumba didesain agar dapat diikuti semua usia. Selain itu, dengan melakukan berbagai macam koreografi yang berbeda, kemampuan kita untuk mengkoordinasikan gerakan akan meningkat (ini sangat bermanfaat untuk orang dengan usia lanjut).

7. Menjaga berat badan

Dengan mengikuti kelas *zumba* sebanyak 4-5 kali per minggu secara rutin, peserta dapat mencegah kelebihan berat badan dengan menjaga pola makan yang baik.

8. Dapat dilakukan di mana saja

2.4.4 Macam senam *zumba*

Berdasarkan tujuannya, *zumba* dapat dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu
:¹⁸

1. *Zumba Gold*®

Kelas ini memungkinkan peserta untuk bergerak sesuai irama dengan kecepatan masing – masing. Kelas ini memodifikasikan gerakan *low impact* dan ditujukan untuk lansia aktif, pemula, dan orang dengan disabilitas.

2. *Zumba*® *Toning*

Kelas ini memiliki tingkat kesulitan yang tinggi karena peserta menggunakan *toning stick* dengan bobot ringan seperti marakas yang bermanfaat untuk meningkatkan kekuatan otot pada daerah spesifik seperti otot lengan, perut, dan paha. *Zumba*® *Toning* merupakan metode yang baik untuk membentuk tubuh.

3. *Aqua zumba*

Kelas ini menggunakan media air sebagai tempat latihan. *Aqua zumba* menggabungkan semua gerakan dalam satu latihan yang dapat meningkatkan kebugaran kardiovaskuler, respirasi, dan kekuatan otot .
Kelas ini sangat menarik dan menyenangkan.

4. *Zumatomic*®

Kelas *zumba* yang ditujukan untuk anak – anak dimana dibutuhkan energi yang tinggi. Kelas ini menggunakan musik terkini seperti *hiphop*

dan *reggaeton*. Kelas *Zumbatomic*® dapat meningkatkan konsentrasi dan kepercayaan diri, mengaktifkan metabolisme tubuh, dan meningkatkan koordinasi.

5. *Zumba In The Circuit*

Zumba yang mengkombinasikan irama latin yang cepat sehingga dapat mengaktifkan metabolisme tubuh yang efektif.

6. *Zumba®Gold-Toning*

Kelas ini ditujukan untuk lansia aktif yang memadukan irama lambat untuk tarian pada sesi *Zumba gold* dengan gerakan pembentukan otot pada sesi *Zumba toning*

7. *Zumba SENTAO*™

Kelas ini menggunakan kursi sebagai teman menari. Program ini membantu peserta dalam memperkuat tubuh, membakar kalori, dan membentuk otot.

8. *Zumbini*™

Kelas ini ditujukan untuk membantu tumbuh kembang anak dengan membangun hubungan antara orang tua atau keluarga dengan anak (usia 0-3 tahun)

2.4.4.1 Zumba

Terdapat tiga elemen penting dalam senam *zumba*, yaitu musik, koreografi, dan *basic steps*. Musik adalah elemen penting dalam formula tersebut yang berasal dari kreativitas, hasrat, dan sejarah dari pembuatnya. Koreografi diciptakan sesuai dengan irama musik yang digunakan dimana gerakannya dibagi menjadi beberapa sesi yang berbeda. *Basic steps* terdiri dari empat irama dasar (*salsa, merengue, cumbia, dan reggaeton*) yang unik dan menginspirasi setiap jenis langkah. Beto membuat empat gerakan dasar tersebut dengan menambahkan gerakan lain. *Zumba* dapat dilakukan di pusat kebugaran, studio, ruang kelas atau tempat terbuka dengan bantuan instruktur yang berlisensi.¹⁸

2.4.4.2 Aqua Zumba

Pada dasarnya, *aqua zumba* tidak jauh berbeda dengan *zumba* pada umumnya. Hal yang membedakan hanya pada tempat latihan, yaitu menggunakan medium air (kolam renang) dengan kedalaman sekitar 120-140 cm (setinggi dada di bawah ketiak peserta). Pada *aqua zumba* peserta dianjurkan memakai pakaian renang atau kaos berbahan kedap air atau tidak menyerap air agar tidak menambah beban kerja pada tubuh. *Aqua zumba* termasuk dalam latihan *aquarobic* yang ditambahkan dengan irama latin. Gerakan dilakukan dengan meregangkan otot tangan dan kaki serta memutar pinggul dan bahu. *Aqua zumba* memiliki gerakan yang lebih lambat daripada *zumba* pada umumnya karena pengaruh medium air.^{18, 22}

Aqua zumba didesain untuk semua orang yang dapat mengikuti instruksi dan dapat melakukannya dalam air. Berbeda dari *water gymnastic* lain yang hanya melakukan gerakan linier dari satu titik ke titik lain, *aqua zumba* ini mengandung

gerakan yang berbeda pada *verse*, *chorus*, dan *bridge* di setiap musiknya. *Aqua zumba* dinilai lebih atraktif dan tidak menimbulkan panas (keringat). *Aqua zumba* merupakan latihan yang memiliki daya tekan rendah terhadap tubuh sehingga memungkinkan peserta dengan usia lanjut atau memiliki disabilitas, misalnya pada peserta yang menggunakan tongkat untuk melakukannya.¹⁸

Sekitar 80-90 % dari berat badan peserta akan berpindah ke dalam air ketika air setinggi dada di bawah ketiak peserta (120-140 cm). Pada *aqua zumba* tubuh akan bekerja empat kali lebih besar daripada *zumba* di darat karena adanya resistensi air terhadap gaya gravitasi.¹⁸

2.5 Medium air

2.5.1 Sifat medium air

Beberapa sifat air yang dapat dimanfaatkan dalam latihan fisik antara lain
:11

1. Densitas dan gravitasi spesifik

Densitas merupakan variabel yang tergantung pada suhu. Densitas merupakan sifat yang menentukan apakah objek akan mengapung atau tidak; merupakan rasio berat objek terhadap berat air dengan volume yang sama. Jika nilainya >1 , objek akan tenggelam; jika <1 , objek akan mengapung. Densitas relatif tubuh tergantung pada komposisinya. Densitas tubuh manusia sedikit lebih kecil dari air, yaitu $\pm 0,974$. Laki-laki memiliki densitas lebih besar dari pada perempuan. Gravitasi spesifik juga menunjukkan porsi volume objek yang mengapung. Misalnya bila gravitasi spesifik orang yang mengapung

0,96; maka 4% tubuh akan di atas permukaan air, dan 96% di bawah permukaan air. Gravitasi spesifik lemak, tulang, dan otot berturut-turut adalah 1,5-2,0-1,0. Air memiliki gravitasi spesifik 1 pada suhu 4°C. Oleh karena itu orang yang berotot cenderung tenggelam, dan orang obese akan mengapung.

2. Daya apung / *buoyancy*

Daya apung dan densitas relatif sangat berhubungan. Daya apung merupakan gaya tolak ke atas yang terjadi pada tubuh yang berlawanan arah dengan gaya gravitasi. Menurut hukum Archimedes, ketika tubuh atau sebagian tubuh terendam dalam air pada saat diam akan mengalami gaya tolak ke atas sebanding dengan berat cairan yang dipindahkan. Jumlah cairan yang dipindahkan tergantung pada densitas tubuh yang terendam berhubungan dengan densitas cairan. Jika densitas benda lebih kecil dari pada densitas cairan, tubuh akan terapung; dan sebaliknya. Karena densitas tubuh manusia 0,974 sedangkan air memiliki densitas 1, maka tubuh akan mengapung di air. Keuntungan yang didapat dari daya apung ini adalah pengurangan beban berat badan. Di dalam air, pusat daya apung terletak di *midchest*.

3. Resistensi

Friksi antara molekul-molekul cairan disebut viskositas. Hal ini menyebabkan adanya resistensi. Tegangan permukaan adalah gaya tarik menarik antara permukaan molekul cairan. Bila suhu cairan meningkat, maka viskositas akan berkurang karena molekul akan

saling berjauhan. Resistensi ini terjadi melawan arah gerakan tubuh; meningkat secara relatif sebanding dengan kecepatan gerak tubuh dan area frontal bagian tubuh yang kontak dengan air. Dengan mengubah kecepatan atau arah gerakan air atau kecepatan gerakan tubuh, dapat mengubah efek klinis latihan di air. Lebih cepat air bergerak ke arah tubuh melawan arah gerakan tubuh, atau lebih cepat tubuh bergerak dalam air, lebih besar resistensi yang melawan gerakan tubuh sehingga efek penguatan akan lebih besar pula. Intensitas latihan dapat dinaikkan bertahap dengan memodifikasi kecepatan gerak air dalam kolam atau dengan mengubah kecepatan gerak tubuh saat latihan. Arus air dapat dibuat menjadi searah dengan gerakan tubuh sehingga sifat resistensi air dapat digunakan juga untuk membantu gerakan pada otot yang lemah.

4. Tekanan hidrostatik

Menurut hukum Pascal, cairan mendesak dengan tekanan yang sama pada seluruh permukaan tubuh yang diam pada kedalaman yang sama, dan tekanan ini berbanding lurus terhadap kedalaman cairan dan densitas cairan. Tekanan hidrostatik merupakan tekanan cairan yang sifatnya mendesak terhadap benda yang terendam dalam cairan. Tekanan hidrostatik bertambah 0,73 mmHg tiap kedalaman 1 cm (22,4 mmHg per kaki). Jadi tubuh yang terendam pada kedalaman 4 kaki akan mendapat tekanan hidrostatik dari air sebesar 88,9 mmHg, yang sedikit lebih besar dari tekanan diastolik normal. Tekanan

eksternal ini dapat membantu meningkatkan sirkulasi atau mengurangi edema yang disebabkan insufisiensi vena atau limfatik. Efek fisiologis dan efek klinis tekanan hidrostatis air bervariasi sesuai dengan posisi tubuh. Efek paling besar akan terjadi pada posisi vertikal atau berdiri.

5. Panas spesifik dan konduktivitas termal

Panas spesifik adalah sejumlah energi yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu 1°C pada 1 gram air. Panas spesifik air beratus kali lebih besar daripada udara dan konduktivitas termal kira-kira 25 kali lebih besar daripada udara. Air dapat memindahkan panas melalui konduksi dan konveksi, oleh karena itu dapat digunakan sebagai agen pemanasan dan pendinginan superfisial. Air yang tak bergerak memindahkan panas melalui konduksi. Sedangkan air yang bergerak memindahkan panas melalui konveksi.

6. Refraksi

Refraksi adalah pembelokan cahaya yang berpindah dari medium yang satu ke medium yang lain. Karena adanya refraksi, monitor *feedback* visual posisi sendi dan edukasi postural dalam air sangat sulit. Karena itu instruktur sering harus mendemonstrasikan gerakan di samping kolam.

2.5.2 Pengaruh medium air

Pengaruh medium air terhadap sistem tubuh dapat diuraikan sebagai berikut :¹¹

1. Efek sistem muskuloskeletal

Daya apung menghilangkan struktur anatomi *weight-bearing* sehingga orang dengan sendi yang sensitif terhadap pembebanan dapat melakukan latihan dengan trauma dan nyeri yang berkurang. Efek ini dapat membantu orang dengan arthritis, kerusakan kartilago, dan kondisi degeneratif atau traumatik struktur artikular atau periartikular sendi penopang berat badan.

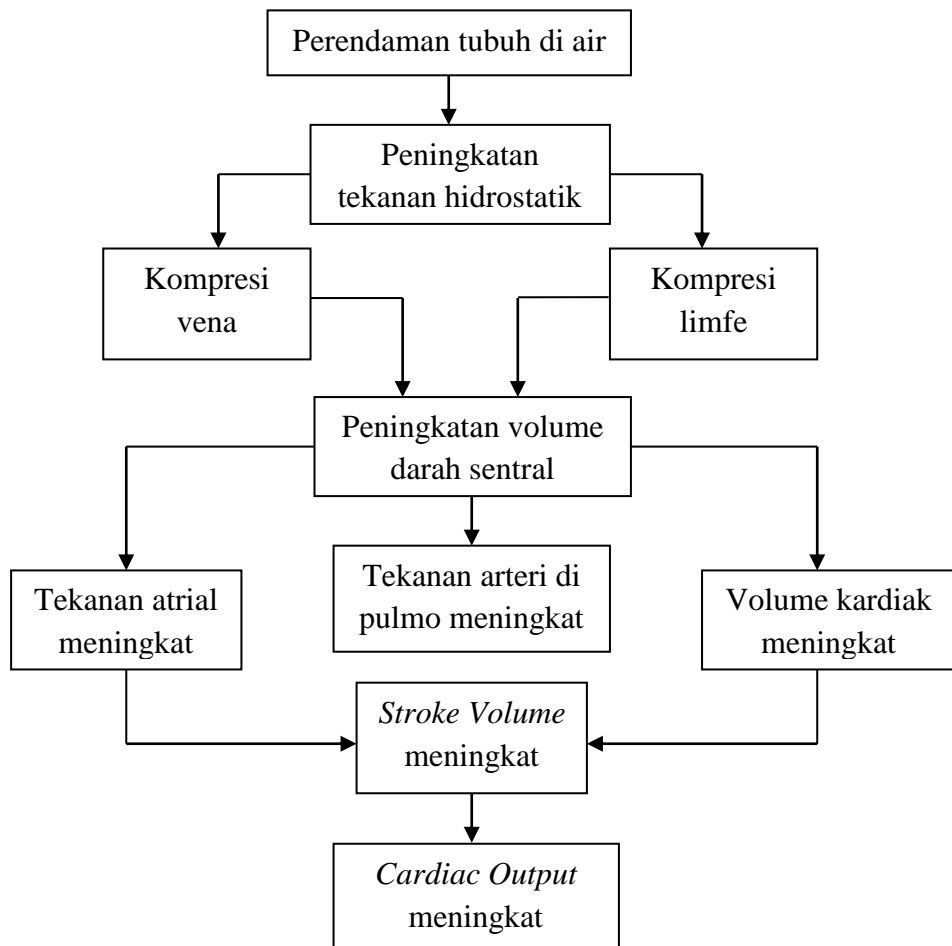
Daya apung juga dapat membantu orang dengan obesitas yang mana dengan latihan di darat membebani secara ekstrim sendi-sendi penopang berat badan. Orang dengan obesitas memiliki lebih banyak jaringan subkutan, maka orang dengan obesitas lebih dapat mengapung sehingga mereka dapat mengurangi beban sendi dengan aktivitas di air. Latihan di air mengurangi berat badan dan lemak lebih sedikit dibanding latihan dengan intensitas dan durasi yang sama di darat, sehingga tidak direkomendasikan untuk penurunan berat badan.

Resistensi yang tergantung pada kecepatan gerak menghasilkan gaya melawan otot sehingga dapat meningkatkan dan menjaga kekuatan.

Tekanan hidrostatis dapat meningkatkan aliran darah otot yang diam sekitar 100%-225% selama perendaman tubuh sampai leher. Hal ini dikarenakan adanya pengurangan vasokonstriksi perifer atau peningkatan *venous return* yang dihasilkan dari kompresi eksternal air. Peningkatan darah otot ini dapat meningkatkan performa otot karena adanya peningkatan oksigen dan mempercepat pembuangan sisa metabolisme sehingga dapat meningkatkan latihan otot yang efektif.

2. Efek sistem kardiovaskuler

Tekanan hidrostatik mendesak ekstremitas distal pada perendaman dalam posisi tegak sehingga akan memindahkan darah vena ke arah proksimal yang dapat meningkatkan *venous return* dengan memindahkan darah dari pembuluh darah perifer ke batang tubuh, kemudian ke thorak dan jantung. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan tekanan vena sentral yang meningkat dengan perendaman setinggi dada. Peningkatan volume kardiak ini menghasilkan peningkatan tekanan atrium kanan 14-18 mmHg sebagai respon kardiak, di mana menurut hukum Starling dengan adanya peningkatan kerja kontraksi jantung akan meningkatkan *stroke volume*.



Gambar 5. Skema efek kardiovaskuler pada perendaman

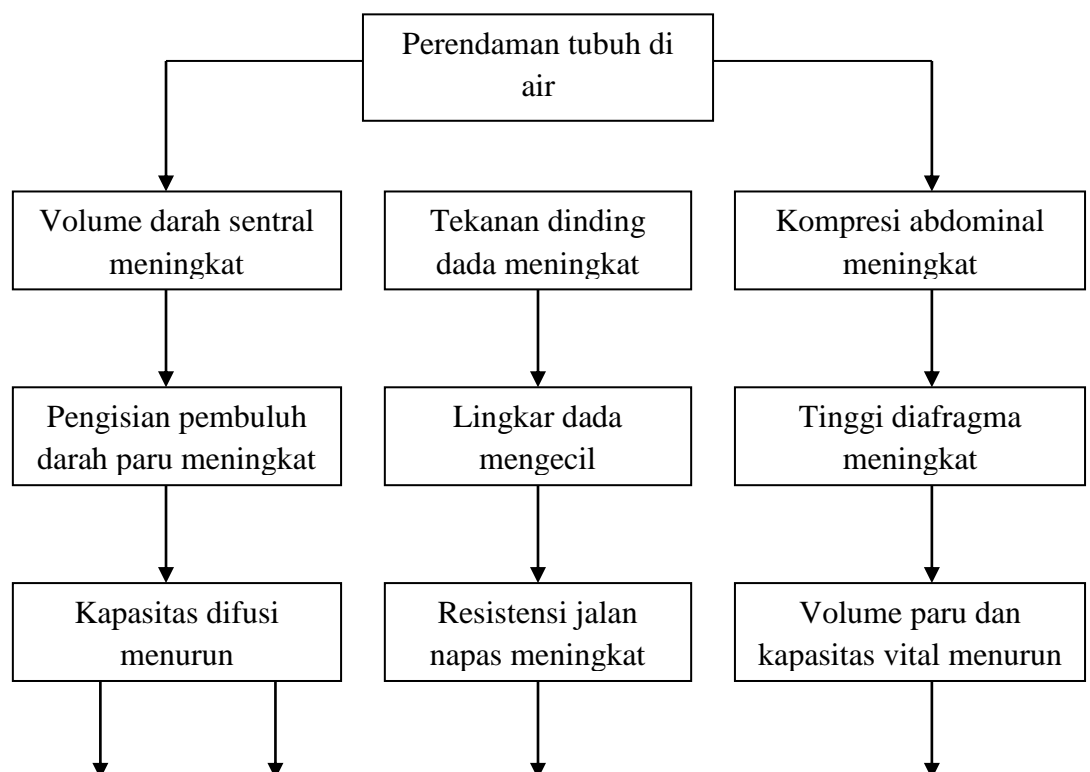
Sumber : Kurniadi, Atet¹¹

Peningkatan kerja jantung ini berkaitan dengan meningkatnya *cardiac output* yang kontras dengan penurunan *heart rate* yang terjadi sebagai respon perendaman di air dan penurunan tekanan darah sistolik. Konsumsi oksigen (VO_2) juga lebih rendah ketika latihan dilakukan di air dari pada di darat dengan intensitas latihan yang sama. Karena pengurangan respon fisiologis ini, latihan di air dipertimbangkan kurang efektif untuk *conditioning* kardiak. Meski begitu, hal ini penting disadari bahwa penurunan respon fisiologis ini disertai dengan peningkatan *stroke volume* dan *cardiac output*, yang dapat meningkatkan efisiensi *myocardium*.

Resistensi yang tergantung pada kecepatan gerak juga meningkatkan metabolisme dan pengeluaran energi, diukur dengan VO_2 . Latihan yang dilakukan di air dengan kecepatan yang lebih lambat dibanding dengan latihan di darat memiliki efek metabolik yang sama. Perubahan respon ini menyebabkan orang dengan keluhan muskuloskeletal yang mengalami keterbatasan kecepatan gerak di air dapat menjaga dan meningkatkan kebugaran kardiovaskularnya.

3. Efek sistem respirasi

Efek respirasi pada perendaman adalah terjadi peningkatan kerja pernafasan, penurunan volume istirahat, penurunan kapasitas paru total, penurunan volume ekspirasi cadangan, dan penurunan kapasitas vital. Penurunan volume cadangan ekspirasi, kapasitas vital, kapasitas paru total dan volume istirahat disebabkan karena tekanan hidrostatis dan pengisian vaskular sentral. Perendaman seluruh tubuh dalam air meningkatkan kerja pernafasan karena adanya perpindahan darah vena dari sirkulasi perifer ke sentral pada rongga dada, dan tekanan hidrostatis pada dinding dada meningkatkan resistensi ekspansi paru. Perendaman sampai leher menunjukkan pengurangan volume cadangan ekspirasi kira-kira 50% dan pengurangan kapasitas vital 6%-12%. Efek ini akan meningkatkan kerja total pernafasan kira-kira 60%. Hal ini dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan kekuatan sistem respirasi. Orang dengan gangguan respirasi atau kardiovaskular harus selalu dimonitor selama latihan karena kondisi tersebut dapat membatasi adaptasi beban kerja tambahan ini.



Gambar 6. Skema efek perendaman terhadap respirasi

Sumber : Kurniadi, Atet¹¹

4. Efek sistem renal

Perendaman hingga leher dapat meningkatkan produksi urin dan pengeluaran natrium dan kalium urin. Efek ini merupakan hasil dari peningkatan aliran darah ginjal dan pengurangan produksi antidiuretik hormon (ADH) dan aldosteron karena adanya respon redistribusi volume darah dan hipervolemia sentral relatif yang dihasilkan dari tekanan hidrostatik pada organ yang lebih perifer. Efek renal ini dapat digunakan pada orang dengan hipervolemia, hipertensi, atau edema perifer.

5. Efek psikologis

Berendam pada air hangat pada umumnya akan bersifat menenangkan, sedangkan air dingin dirasakan pada kebanyakan orang menyegarkan.

2.6 Volume Oksigen Maksimal (VO₂Max)

2.6.1 Definisi

Volume oksigen maksimal adalah pemakaian oksigen dalam metabolisme aerob maksimal. Volume oksigen maksimal merupakan ukuran yang sering digunakan pada kebugaran aerob dan menunjukkan rata-rata energi maksimal yang ditimbulkan oleh sistem energi aerob. Volume oksigen maksimal ditentukan oleh sistem respirasi dan kardiovaskuler terhadap pengiriman oksigen ke otot rangka yang mengalami kontraksi serta kemampuan otot dalam mengkonsumsi oksigen. Pengukuran volume oksigen maksimal biasanya untuk menilai ketahanan latihan fisik dimana volume oksigen maksimal dapat dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, kebiasaan latihan fisik, dan herediter.²³

2.6.2 Faktor – faktor yang mempengaruhi VO₂Max

Beberapa faktor yang mempengaruhi VO₂Max antara lain :²³

1. Umur

Telah diketahui bahwa nilai VO₂Max pada anak usia 8-16 tahun yang tidak dilatih menunjukkan kenaikan progresif dan linier dari puncak kemampuan aerobik sehubungan dengan umur pada anak laki – laki dan perempuan. Puncak nilai VO₂Max dicapai kurang lebih pada usia 18 – 20 tahun pada kedua jenis kelamin. Menurut penelitian Jackson AS et al secara umum kemampuan aerobik turun secara perlahan setelah usia 25 tahun.

2. Jenis kelamin

Rata – rata kemampuan aerobik perempuan sekitar 20% lebih rendah dibandingkan dengan laki – laki pada usia yang sama. Hal ini dikarenakan perbedaan hormonal yang menyebabkan wanita memiliki konsentrasi hemoglobin lebih rendah dan lemak tubuh lebih banyak.

3. Suhu

Peningkatan kadar progesteron pada masa luteal menstruasi akan meningkatkan suhu basal tubuh. Hal ini dikarenakan *progesteron* mempunyai efek termogenik. Efek termogenik dari *progesteron* akan meningkatkan BMR sehingga akan pada VO_2Max .

4. Model dan Intensitas Latihan Fisik

Latihan daya tahan aerobik yang sistematis dapat memperbaiki VO_2Max dari 5% hingga mencapai 25%.

5. Hereditas

Batas untuk mengembangkan kapasitas kebugaran terkait dengan genetik. Seseorang mungkin saja mempunyai potensi yang lebih besar dari orang lain untuk mengkonsumsi oksigen yang lebih tinggi, dan mempunyai suplai pembuluh darah kapiler yang lebih baik terhadap otot – otot, mempunyai kapasitas paru yang lebih besar, dapat mensuplai hemoglobin dan sel darah merah yang lebih banyak dan jantung yang lebih kuat.

6. Komposisi tubuh

Walaupun $VO_2\text{Max}$ dinyatakan dalam jumlah mililiter oksigen yang dikonsumsi per kilogram berat badan, perbedaan komposisi seseorang menyebabkan konsumsi oksigen yang berbeda pula. Misalnya, tubuh mereka yang mempunyai lemak dengan presentase lebih tinggi, mempunyai nilai konsumsi oksigen maksimum yang lebih rendah. Dan apabila tubuh seseorang memiliki otot yang kuat maka $VO_2\text{Max}$ orang tersebut akan lebih tinggi.

7. 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% $VO_2\text{Max}$ telah tercapai. Penyebab utama peningkatan isi volume sekuncup selama latihan fisik adalah kontraktilitas miokardium dan peningkatan arus balik vena.

8. Pulmonal

Faktor yang berpengaruh pada sistem ini adalah perbedaan oksigen arteri-vena ($A-V O_2\text{diff}$) yaitu kemampuan sistem respirasi dalam membawa oksigen menuju darah. Selama aktivitas fisik yang intens, $A-V O_2\text{diff}$ 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. Peningkatan $A-V O_2\text{diff}$ terjadi serentak

dengan peningkatan *cardiac output* dan pertukaran udara sebagai respon terhadap olahraga berat.

9. 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 .

2.6.3 Pengukuran Nilai Konsumsi Oksigen Maksimal

Untuk mengukur VO_2Max , ada beberapa tes yang lazim digunakan. Tes – tes ini haruslah dapat diukur, mudah dilaksanakan dan tidak membutuhkan keterampilan khusus untuk melakukannya. Tes ergometer sepeda dan *treadmill* adalah dua cara yang paling sering digunakan untuk menghasilkan beban kerja. Meskipun begitu, *step test* ataupun *field test* juga dapat dilakukan untuk kepentingan yang sama.³

2.6.3.1 Ergometer Sepeda

Dilakukan dengan menggunakan sepeda statis yang dikayuh untuk mendapatkan beban kerja. Ergometer sepeda ini dapat mekanik atau elektrik, serta dapat digunakan dalam posisi tegak lurus maupun supinasi. Dipasang EKG untuk merekam kerja jantung, serta dilakukan pengukuran tekanan darah subjek di awal dan akhir percobaan. Nilai VO_2Max bisa didapat dengan menggunakan Nomogram Astrand, khususnya menggunakan skala beban kerja. Beban kerja

memiliki unit standar tertentu sehingga hasil tes dapat dibandingkan satu sama lain.³

2.6.3.2 Treadmill

Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pemeriksaan dengan *treadmill* adalah : (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. Meskipun demikian, alat untuk tes *treadmill* ini mahal dan berat sehingga tes ini tidak praktis untuk dilakukan.³

2.6.3.3 Field Test

Tes ini sangat mudah untuk dilakukan karena tidak membutuhkan alat khusus. Subjek diminta berlari berdasarkan jarak atau waktu tertentu. Beberapa variasi dari tes ini adalah : (1) *12 minute run*, (2) *1.5 mile run*, dan (3) *2,4 km run test*.³

2.6.3.4 Step Test

Banyak variasi dari tes ini 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 metronome. Nilai VO_2Max bisa didapat dengan Normogram Astrand berdasarkan denyut dan berat badan atau menggunakan perhitungan rumus. Rumus yang tersedia pun bervariasi, dengan standar nilai VO_2Max yang bervariasi pula. Data yang dibutuhkan untuk menghitung VO_2Max adalah denyut

jantung pemulihan. Beberapa variasi tersebut misalnya : (1) *Harvard Step Test*, (2) *Tecumseh Step Test*, (3) *Tuttle Step Test*, (4) *Ohio Step Test* (5) *YMCA Step Test*, dan (6) *Queen's College Step Test*.³

Queen's College Step Test merupakan salah satu tes sederhana yang dapat dilakukan dimana saja dan tidak memerlukan biaya yang besar. Metode ini dilakukan dengan cara melangkah keatas balok setinggi 16 *inch* atau 41,28 cm dengan irama yang diatur oleh metronom yaitu 22 ketukan per menit selama kurang lebih 3 menit. Setelah 20 detik menyelesaikan tes, segera dihitung denyut nadinya selama 1 menit dengan meraba *arteri radialis*.⁴



Gambar 7. Queen's College Step Test

Sumber : Brianmac²⁴

Kemudian nilai $VO_2\text{Max}$ dihitung menggunakan rumus :⁴

Wanita : $VO_2\text{Max}$ (ml/kg/menit) = $65,81 - (0,1847 \times \text{denyut nadi})$

Pria : $VO_2\text{Max}$ (ml/kg/menit) = $111,33 - (0,42 \times \text{denyut nadi})$

Table 2. Deciles of Estimated $\dot{V}O_{2\text{max}}$ by Sex and Age Groups

	Sample Size	Decile, Mean $\dot{V}O_{2\text{max}}$ (95% Confidence Interval), mL · kg ⁻¹ · min ⁻¹								
		10th	20th	30th	40th	50th	60th	70th	80th	90th
Males										
Ages 12-13 y	393	34.7 (33.6-36.1)	37.3 (36.2-38.9)	39.0 (38.3-40.3)	41.0 (39.5-42.2)	43.0 (42.1-44.5)	45.0 (44.1-46.9)	47.3 (46.2-50.2)	51.5 (49.5-55.3)	56.2 (53.5-60.2)
Ages 14-15 y	424	38.1 (36.8-39.4)	40.0 (39.5-41.0)	41.9 (40.3-43.6)	43.8 (42.6-45.0)	45.8 (44.2-48.1)	48.2 (46.6-49.3)	50.2 (48.5-51.5)	52.5 (51.3-54.4)	58.8 (54.9-61.7)
Ages 16-17 y	486	36.4 (35.0-37.8)	38.9 (38.2-41.0)	42.0 (41.0-43.5)	44.4 (42.8-45.9)	46.2 (45.1-47.3)	47.9 (46.5-49.4)	50.2 (48.8-51.9)	53.8 (51.5-55.4)	58.3 (56.8-60.5)
Ages 18-19 y	383	37.6 (36.7-39.0)	40.3 (39.2-41.3)	43.0 (40.9-43.9)	44.4 (43.9-45.4)	46.3 (45.2-47.6)	48.7 (47.1-50.5)	50.8 (49.4-52.7)	53.7 (51.9-55.6)	58.4 (55.3-63.3)
Females										
Ages 12-13 y	465	31.0 (30.5-32.4)	33.2 (32.5-34.9)	35.8 (34.8-36.7)	37.2 (36.4-38.5)	39.3 (37.8-39.9)	40.4 (39.6-42.6)	43.2 (41.3-44.6)	45.1 (43.6-46.7)	48.4 (45.8-51.6)
Ages 14-15 y	434	30.6 (29.8-31.4)	32.1 (31.7-33.1)	34.5 (33.0-35.6)	36.2 (35.2-37.1)	38.0 (37.2-38.4)	38.9 (38.3-39.9)	40.5 (39.3-41.7)	43.2 (41.3-43.9)	47.2 (44.2-49.1)
Ages 16-17 y	379	30.5 (29.6-32.0)	32.8 (32.0-34.2)	34.5 (33.5-36.0)	36.1 (35.1-37.3)	37.6 (36.5-38.8)	39.4 (38.1-40.5)	41.4 (40.2-42.8)	44.2 (42.4-45.6)	48.8 (45.3-53.4)
Ages 18-19 y	323	28.9 (28.2-30.1)	31.0 (29.6-32.8)	33.5 (31.5-35.4)	35.4 (33.8-36.4)	36.7 (35.7-37.8)	38.3 (37.0-39.4)	39.6 (38.9-40.6)	41.9 (40.0-44.4)	47.2 (44.0-52.5)

Abbreviation: $\dot{V}O_{2\text{max}}$, maximal oxygen uptake.

Gambar 8. Nilai Normal $VO_2\text{Max}$

Sumber : American college of sports medicine²⁶