

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Olahraga permainan dan bela diri**

Olahraga adalah aktivitas fisik yang terencana, terstruktur, dan dilakukan berulang-ulang yang bertujuan meningkatkan kebugaran jasmani seseorang.<sup>1</sup> Komponen-komponen dari kebugaran jasmani terbagi menjadi dua yaitu *health-related fitness* dan *skill-related fitness*. *Health-related fitness* terdiri dari daya tahan kardiorespirasi, daya tahan otot, kekuatan otot, kelenturan, dan komposisi tubuh. *Skill-related fitness* terdiri dari kelincahan, keseimbangan, koordinasi, kekuatan, kecepatan, dan waktu reaksi.<sup>2</sup> Dari komponen-komponen tersebut, daya tahan kardiovaskuler merupakan faktor utama.<sup>3</sup>

Menurut Nurlan Kusmaedi, cabang-cabang olahraga yang dilakukan di darat di antaranya adalah cabang olahraga permainan seperti sepak bola, bola voli, bola basket, dan bulutangkis. Serta cabang olahraga bela diri seperti taekwondo, karate, dan pencak silat.

Olahraga permainan dapat dimainkan atau dipertandingkan secara perorangan seperti bulutangkis, tenis, dan tenis meja, serta secara beregu seperti bola voli, bola basket, dan sepak bola. Olahraga ini membutuhkan inteligensi yang tinggi di mana selama pertandingan seorang pemain harus menggunakan strategi dan taktik untuk mengalahkan lawan atau memenangkan pertandingan. Olahraga permainan menuntut ketahanan tubuh pemainnya, karena mereka harus bergerak cepat, melompat, atau berlari.

Ilmu bela diri merupakan suatu metode yang terstruktur dan digunakan oleh manusia untuk melindungi dirinya dari serangan manusia lainnya. Berdasarkan pengamatan bahwa manusia rentan terhadap cedera maka terciptalah teknik-teknik bela diri seperti bantingan, pukulan, tendangan, dan kunciian. Setelah manusia memahami bahaya dari teknik-teknik tersebut, maka muncul teknik menghindar, menangkis, dan melepaskan diri. Selain itu, seni bela diri merupakan perpaduan unsur seni, teknik membela diri, olahraga, serta olah batin atau spiritual yang di dalamnya terdapat muatan seni budaya masyarakat di mana seni bela diri itu lahir dan berkembang.<sup>14</sup>

Cabang olahraga bela diri seperti taekwondo, karate, pencak silat, judo, gulat, dan tinju di dalam aktivitas latihannya selalu melakukan kontak fisik dan memiliki strategi untuk menyerang serta bertahan guna mendapatkan poin dengan cara menendang atau memukul lawan. Pada cabang olahraga bela diri dibutuhkan agresivitas dalam menyerang.<sup>15</sup>

Terdapat tiga sistem metabolik dasar yang penting dalam memahami batasan aktivitas fisik yaitu sistem fosfokreatin-kreatin, sistem glikogen-asam laktat, dan sistem aerobik.<sup>16</sup> Pada sistem energi fosfokreatin-kreatin, energi yang dihantarkan oleh fosfokreatin ke ATP terjadi dalam waktu yang sangat singkat. Otot yang beristirahat mengandung fosfokreatin lebih banyak daripada ATP karena sebagian besar energi disimpan di otot dalam bentuk fosfokreatin. Oleh karena itu, fosfokreatin adalah sumber utama untuk memasok ATP tambahan ketika olahraga dimulai. Jumlah gabungan dari sel ATP dan sel fosfokreatin disebut sistem energi fosfagen. Keduanya bersama-sama dapat menyediakan daya

otot maksimal selama 8 sampai 10 detik untuk ledakan singkat tenaga otot yang maksimum.<sup>16,17</sup> Contohnya saat lari cepat jarak dekat, melompat, dan angkat berat.

Pada sistem energi glikogen-asam laktat, hasil reaksi-reaksi kimiawinya masuk ke jalur fosforilasi oksidatif. Selama glikolisis, satu molekul glukosa diuraikan menjadi dua molekul asam piruvat, menghasilkan dua molekul ATP dalam tiap prosesnya. Asam piruvat dapat diuraikan lebih lanjut menjadi asam laktat oleh fosforilasi oksidatif untuk mengekstraksi lebih banyak energi. Namun, glikolisis saja memiliki keunggulan yaitu dapat membentuk ATP tanpa keberadaan oksigen dan berlangsung kira-kira 2,5 kali lebih cepat daripada fosforilasi oksidatif. Dalam kondisi optimal, sistem ini dapat menyediakan aktivitas otot yang maksimal selama 1,3 sampai 1,6 menit. Aktivitas yang dapat ditunjang dengan sistem energi ini yaitu olahraga anaerob atau intensitas tinggi seperti lari cepat 400 meter, berenang 100 meter, tenis, dan sepak bola.<sup>16,17</sup>

Sistem aerobik adalah oksidasi bahan makanan di mitokondria untuk menghasilkan energi. Dalam sistem aerobik dibutuhkan O<sub>2</sub> untuk menguraikan glikogen/glukosa menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O melalui siklus *krebs* dan sistem transpor elektron. Waktu yang diperlukan untuk membentuk ATP pada sistem aerobik lebih lambat dibandingkan dengan sistem fosfagen dan sistem glikogen asam-laktat, tetapi jumlah ATP yang dihasilkan lebih banyak. Contoh aktivitas yang menggunakan sistem energi ini yaitu *skating* 10.000 meter, lari marathon 42,2 km dan *jogging*.<sup>16</sup>

## 2.2 $VO_2max$

### 2.2.1 Definisi

$VO_2max$  merupakan ukuran mendasar dari latihan fisik dan dikenal sebagai gambaran batasan fungsional sistem kardiovaskuler maupun kemampuan aerobik.<sup>18</sup>  $VO_2max$  mengukur kapasitas jantung, paru, dan darah untuk mengangkut oksigen ke otot yang bekerja, dan mengukur penggunaan oksigen oleh otot selama latihan.<sup>7</sup>

Selama menit-menit pertama latihan, konsumsi oksigen meningkat hingga akhirnya tercapai keadaan *steady state* di mana konsumsi oksigen sesuai dengan kebutuhan latihan. Keadaan di mana konsumsi oksigen telah mencapai nilai maksimal tanpa bisa naik lagi meski dengan menambahkan intensitas latihan inilah yang disebut  $VO_2max$ .<sup>4,16,19</sup> Seseorang yang memiliki nilai  $VO_2max$  lebih tinggi mampu berlatih lebih intensif daripada yang tidak dalam kondisi baik.<sup>7</sup>  $VO_2max$  adalah jumlah oksigen maksimal dalam mililiter yang digunakan oleh seseorang dalam satu menit tiap kilogram berat badan sehingga satuan yang digunakan yaitu ml/kg/mnt.<sup>20</sup>

### 2.2.2 Faktor – faktor yang memengaruhi $VO_2max$

Beberapa faktor yang memengaruhi  $VO_2max$  antara lain:

#### 1) Usia

Pada tahun 2006, Neil Armstrong melakukan penelitian belah lintang dan longitudinal bahwa nilai  $VO_2max$  pada anak usia 8-16 tahun yang tidak dilatih menunjukkan kenaikan progresif dan linier dari puncak

kemampuan aerobik, sehubungan dengan usia pada anak perempuan dan laki-laki. Nilai  $VO_2max$  anak laki-laki menjadi lebih tinggi mulai usia 10 tahun. Nilai  $VO_2max$  akan menurun seiring bertambahnya usia.<sup>21</sup> Puncak nilai  $VO_2max$  dicapai pada usia 17-25 tahun pada laki-laki dan 12-15 tahun pada perempuan.<sup>22</sup>

Secara umum kemampuan aerobik turun secara perlahan setelah usia 25 tahun. Penelitian yang dilakukan oleh Jackson dkk tahun 1995 didapatkan penurunan rata-rata  $VO_2max$  per tahun adalah 0.46 ml/kg/menit untuk pria (1.2%) dan 0.54 ml/kg/menit untuk wanita (1.7%). Penurunan ini terjadi karena beberapa hal, termasuk reduksi denyut jantung maksimal dan isi sekuncup jantung maksimal.<sup>20</sup>

## 2) Jenis kelamin

Adanya perbedaan hormonal antara laki-laki dan wanita menyebabkan konsentrasi hemoglobin yang lebih rendah dan lemak tubuh yang lebih banyak pada wanita. Hal ini berpengaruh terhadap rata-rata kemampuan aerobik wanita sekitar 20% lebih rendah dibandingkan dengan laki laki pada usia yang sama.<sup>16</sup>

Mulai usia 10 tahun,  $VO_2max$  anak laki-laki menjadi lebih tinggi 12% dari anak perempuan. Pada usia 12 tahun, perbedaannya menjadi 20%, dan pada usia 16 tahun  $VO_2max$  anak laki-laki 37% lebih tinggi dibanding anak perempuan.<sup>21</sup>

### 3) Suhu tubuh

Pada fase luteal menstruasi, kadar progesteron meningkat. Progesteron memiliki efek termogenik yang dapat meningkatkan suhu basal tubuh sehingga akan berpengaruh pula pada nilai  $VO_2max$ .<sup>23</sup> Peningkatan suhu inti tubuh akan mengurangi laju aliran darah permukaan dan dapat menyokong kemampuan aerobik dalam keadaan panas. Sebaliknya, suhu kulit/permukaan tubuh yang panas ( $>35^{\circ}C$ ) akan meningkatkan aliran darah permukaan.  $VO_2max$  akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu permukaan tubuh.<sup>24</sup>

### 4) Latihan fisik / olahraga

Pada penelitian sebelumnya diketahui terdapat peningkatan nilai  $VO_2max$  pada seseorang yang menjalani latihan terprogram serta latihan aerobik.<sup>9,25</sup>  $VO_2max$  juga meningkat 20% antara keadaan istirahat dan latihan dengan intensitas maksimum pada seorang atlet yang terlatih dengan baik. Pada penelitian yang lain disebutkan bahwa intensitas latihan yang lama dapat meningkatkan  $VO_2max$  sebesar 10% dan frekuensi latihan yang lebih sering juga dapat meningkatkan  $VO_2max$  walaupun hanya sedikit.<sup>16</sup>

### 5) Genetik

Respon  $VO_2max$  terhadap program latihan yang terstandardisasi menunjukkan enam sampai sembilan kali lebih bervariasi antargenotip (*between pairs of twins*) daripada dalam genotip (*within pairs of twins*). Demikian juga nilai  $VO_2max$  lebih heterogen pada pasangan

kembar yang berbeda daripada di antara dua saudara kembar. Bukti hubungan dengan  $VO_2max$  terdeteksi pada kromosom 7q32, 7q36, dan 11p15.<sup>26</sup>

Genetik juga terkait dengan kemampuan mengembangkan kapasitas kebugaran. Seseorang berkemungkinan mempunyai potensi yang lebih besar dari orang lain untuk mengonsumsi oksigen yang lebih tinggi, mempunyai kapasitas paru yang lebih besar, menyuplai hemoglobin dan sel darah merah yang lebih banyak, dan mempunyai suplai pembuluh kapiler yang lebih baik terhadap otot sehingga oksigen dapat tersuplai dengan baik.<sup>27</sup>

#### 6) Fungsi kardiovaskuler

Salah satu faktor yang berpengaruh pada sistem kardiovaskuler adalah curah jantung. 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%  $VO_2max$  telah tercapai. Penyebab utama peningkatan isi volume sekuncup selama latihan fisik adalah kontraktilitas miokardium dan peningkatan arus balik vena.<sup>28</sup> Karena pemakaian oksigen oleh tubuh tidak dapat lebih dari kecepatan sistem kardiovaskuler menghantarkan oksigen ke jaringan, maka dapat dikatakan bahwa sistem kardiovaskuler dapat membatasi nilai  $VO_2max$ .<sup>9</sup>

7) Fungsi pulmonal

Saat tubuh melakukan aktivitas fisik yang intens, terjadi peningkatan kebutuhan oksigen oleh otot yang sedang bekerja. Untuk dapat memasok kebutuhan oksigen yang adekuat, dibutuhkan paru yang berfungsi dengan baik, termasuk juga kapiler dan pembuluh pulmonalnya. Pada seorang atlet yang terlatih dengan baik, konsumsi oksigen dan ventilasi paru total meningkat sekitar 20 kali pada saat ia melakukan latihan dengan intensitas maksimal.<sup>16,29</sup>

8) Hemoglobin

$VO_2max$  bergantung pada curah jantung dan perbedaan oksigen antara arteri dengan vena. Kemampuan penggunaan oksigen oleh otot yang bekerja dan kapasitas transpor oksigen dalam darah merupakan faktor penentu perbedaan oksigen antara arteri dengan vena. Kapasitas transpor oksigen ditentukan oleh massa hemoglobin total.<sup>30</sup> Massa hemoglobin total menunjukkan massa absolut dari sirkulasi hemoglobin di dalam tubuh yang mana menggambarkan kapasitas transpor oksigen.<sup>31</sup> Kadar hemoglobin bergantung pada massa hemoglobin total dan volume plasma. Proporsi oksigen dalam plasma hanya 0,3 ml/100 ml plasma dan tiap gram hemoglobin dalam eritrosit mengikat 1,39 ml oksigen. Hal ini mengakibatkan  $VO_2max$  berhubungan erat dengan massa hemoglobin total.<sup>32</sup>

9) Komposisi tubuh

Otot yang kuat akan memiliki  $VO_2max$  lebih tinggi dibandingkan tubuh yang memiliki kandungan lemak yang lebih banyak.<sup>27</sup> Jaringan lemak menambah berat badan, tapi tidak mendukung kemampuan untuk secara langsung menggunakan oksigen selama olahraga berat. Kegemukan cenderung mengurangi  $VO_2max$ .<sup>9</sup>

10) Ketinggian tempat

$VO_2max$  berkurang seiring dengan kenaikan ketinggian di atas 1600m. Setiap penambahan ketinggian 1000m,  $VO_2max$  berkurang 8-11%.<sup>33</sup> Seseorang yang memiliki  $VO_2max$  kurang dari 50 ml/kg/menit akan berusaha lebih keras untuk bertahan pada puncak Everest tanpa bantuan tambahan oksigen.

Penurunan  $VO_2max$  utamanya disebabkan karena penurunan curah jantung maksimal. Curah jantung merupakan hasil dari denyut jantung dan isi sekuncup. Isi sekuncup berkurang karena penurunan yang cepat dalam volume plasma darah. Denyut jantung maksimal juga berkurang dan efeknya adalah penurunan oksigen yang dikirim dari darah ke otot.<sup>34</sup>

### 2.2.3 Metode pengukuran

Untuk mengukur  $VO_2max$ , ada beberapa tes yang lazim digunakan. Tes-tes ini haruslah dapat diukur dan mudah dilaksanakan, serta tidak membutuhkan keterampilan khusus untuk melakukannya.<sup>9</sup> Metode tersebut antara lain yaitu

*Cooper VO<sub>2</sub>Max test, Harvard step test, multistage fitness test, queens college step test, treadmill VO<sub>2</sub>Max test, dan VO<sub>2</sub>Max step test.*<sup>7</sup>

Metode *multistage fitness test* merupakan *field test* yang umum digunakan untuk mengukur kemampuan aerobik dengan memprediksi nilai *VO<sub>2</sub>max* dan dapat digunakan untuk semua level atlet, dari anak-anak hingga dewasa.<sup>7,8</sup>

Cara melakukan tes ini yaitu menyediakan dua corong penanda dengan jarak 20 meter lalu atlet diminta untuk berlari dari satu ujung ke ujung lainnya dengan mengikuti irama bunyi “tut” dari rekaman. Jarak antara dua bunyi “tut” menandai suatu interval 1 menit yang telah terukur secara akurat. Setelah mencapai waktu selama satu menit, interval waktu di antara kedua bunyi “tut” akan berkurang, sehingga dengan demikian kecepatan lari harus makin ditingkatkan. Kecepatan lari pada menit pertama disebut level 1, kecepatan pada menit kedua disebut level 2, dan seterusnya. Masing-masing level berlangsung selama 1 menit, dan rekaman berlangsung meningkat sampai ke level 21. Akhir tiap lari bolak-balik ditandai dengan bunyi “tut” tunggal, sedangkan akhir level ditandai dengan bunyi “tut” tiga kali berturut-turut serta oleh pemberi komentar dari rekaman tersebut. *Multistage fitness test* ini bersifat maksimal dan progresif, artinya cukup mudah pada masa permulaannya, tetapi makin sulit menjelang saat-saat terakhir.<sup>35</sup> Jika atlet gagal hingga tiga kali untuk mencapai ujung lintasan sebelum bunyi “tut”, maka atlet tersebut ditarik keluar lintasan. Nilai *VO<sub>2</sub>max* dapat ditentukan dari tabel *multistage fitness test* berdasarkan level dan balikan lari yang dicapai oleh atlet tersebut.<sup>7</sup>

LEVEL	BALIKAN (SHUTTLE)															
	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	
19	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 2.** Prediksi Nilai  $VO_{2max}$  Multistage Fitness Test

Sumber: S, Andi Suntoda. 2009. Materi Tes, Pengukuran, dan Evaluasi Dalam Cabang Olahraga. Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan Universitas Pendidikan Indonesia.

## 2.3 *VO<sub>2</sub>max* pada cabang olahraga permainan

### 2.3.1 Bola voli

Bola voli adalah suatu permainan beregu yang dilakukan oleh dua tim, masing-masing tim berusaha mematikan lawan dengan cara servis, smes, passing, mengumpan dan membendung bola untuk mendapatkan nilai lebih tinggi dalam satu set. Tim mana yang lebih awal mendapat nilai tertinggi dalam satu set maka mereka sebagai pemenang. Permainan bola voli memiliki intensitas tinggi serta membutuhkan teknik, taktik, dan strategi yang tinggi pula. Untuk mencapai itu, setiap pemain harus memiliki kemampuan fisik yang lebih baik dan perlunya melakukan pelatihan yang sudah disusun dan terprogram dengan baik.<sup>36</sup>

Bola voli dijelaskan sebagai olahraga interval yang memiliki komponen anaerobik maupun aerobik. Pada level keterampilan yang lebih tinggi, performa teknis terbatas oleh karakteristik fisik serta kebugaran fisik, dan karakteristik performa seperti kecepatan dan *vertical jump*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Smith, meskipun terdapat kesamaan dalam performa dan mencapai ketinggian, blok pada pemain tim nasional (3,27 vs 3,21 m) dan lonjakan lompatan (3,43 vs 3,39 m) secara signifikan lebih tinggi. Besarnya komponen aerobik pemain bola voli profesional didukung oleh tingginya nilai *VO<sub>2</sub>max* (56,7 vs 50,3 ml/kg/menit) pada pemain nasional.<sup>37</sup> Level optimal dari kapasitas aerobik dibutuhkan mengingat permainan ini dapat berlanjut untuk waktu yang lebih lama.<sup>38,39</sup> Kapasitas aerobik yang harus dimiliki berkisar 50-60 ml/kg/mnt.<sup>40</sup> Permainan bola voli melibatkan lompat, *spike*, kekuatan pukulan, dan penempatan yang memerlukan kekuatan dan tenaga level tinggi.<sup>38,41</sup>

### 2.3.2 Bola basket

Olahraga bola basket telah populer di dunia dengan karakteristik dinamis sebagai olahraga tim.<sup>42</sup> Pada permainan ini, pemain bertanding pada lapangan dengan panjang 28 meter dan lebar 15 meter. Pertandingan terdiri dari empat periode dengan masing-masing periode sepuluh menit.<sup>43</sup> Pemain bermain dengan bermacam-macam pergerakan seperti berlari, mengumpan, menggiring bola, dan *shuffling*.<sup>44</sup> Untuk melakukan pergerakan tersebut selama bertanding, melibatkan metabolisme aerobik dan anaerobik .<sup>45</sup>

Permainan bola basket membutuhkan penggunaan ekstensif metabolisme aerobik. Namun, fosfagen kemungkinan merupakan sumber energi selama permainan, kecepatan pemulihan fosfokreatin dibutuhkan untuk menyokong pergerakan intermiten yang memiliki intensitas tinggi. Pemulihan fosfokreatin bergantung pada metabolisme aerobik. Metabolisme anaerobik merupakan jalur energi utama dalam permainan ini, namun demikian kemampuan aerobik perlu ditekankan dalam latihan.

Metabolisme aerobik kemungkinan besar berperan untuk mempertahankan pergerakan dengan intensitas rendah selama permainan. Analisis korelasi dari penelitian yang dilakukan oleh Narazaki menyatakan bahwa  $VO_{2max}$  berkorelasi signifikan dengan konsumsi oksigen rata-rata dan durasi pergerakan aktif selama permainan. Hal ini mengindikasikan kuatnya korelasi antara manfaat kesanggupan kondisi aerobik pada permainan bola basket.<sup>42</sup> Nilai  $VO_{2max}$  yang harus dimiliki oleh atlet bola basket berkisar 40-60 ml/kg/mnt.<sup>46</sup>

## 2.4 *VO<sub>2</sub>max* pada cabang olahraga bela diri

### 2.4.1 Taekwondo

Taekwondo mengembangkan komponen-komponen biomotor yang sangat berguna bagi para anggota taekwondo yang latihan rutin antara lain koordinasi, keterampilan, kecepatan, fleksibilitas, kekuatan otot, keseimbangan, *power*, dan daya tahan. Kata taekwondo berasal dari kata *tae* yang berarti menyerang menggunakan kaki, *kwon* yang berarti memukul atau menyerang dengan tangan, dan *do* yang berarti disiplin atau seni. Jadi taekwondo berarti seni bela diri yang menggunakan kaki dan tangan dengan disiplin tinggi. Secara umum, taekwondo mempunyai kekhasan menyerang menggunakan kaki saat *kyorugy* (pertarungan). Tendangan dan pukulan juga dibutuhkan saat melakukan gerakan wajib disebut *teugeuk*. *Teugeuk* tidak akan dinilai baik jika gerakan pukulan, tangkisan, tusukan, sabetan dan tendangan tidak bertenaga. Sehingga gerakan taekwondo harus menggunakan tenaga baik dalam menyerang maupun bertahan.<sup>12</sup>

Kecepatan dan *power* merupakan komponen yang sangat penting dalam pertarungan taekwondo. Kecepatan adalah kemampuan untuk melakukan tendangan dalam waktu yang sesingkat mungkin. *Power* akan selalu dilatihkan dalam taekwondo karena untuk menghasilkan poin maka tendangan harus mengenai sasaran dan cukup bertenaga. Gerakan-gerakan dengan durasi yang cepat serta dengan intensitas tinggi menggunakan sistem energi anaerobik.<sup>4</sup>

Pertandingan taekwondo terdiri dari 3 ronde dengan masing-masing selama 2 menit dan istirahat 60 detik.<sup>47</sup> Pada turnamen taekwondo, jika atlet memperoleh kemenangan dalam pertandingan, atlet dapat menjalani 3 sampai 4

kali pertandingan lagi dalam sehari. Lamanya waktu yang demikian menuntut seorang atlet untuk berlatih daya tahan dengan cukup baik dan teratur.<sup>12</sup>  $VO_2max$  merupakan salah satu parameter dalam penilaian daya tahan kardiorespirasi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Melhim, didapatkan bahwa tidak ada efek signifikan terhadap nilai  $VO_2max$  pada atlet setelah menjalani latihan taekwondo. Sebaliknya, terdapat peningkatan signifikan pada kapasitas dan kekuatan anaerobik.<sup>48</sup>

#### **2.4.2 Karate**

Karate berasal dari bahasa Jepang *kara* yang berarti kosong, *tey* yang berarti tangan, dan *doyang* berarti jalur atau pedoman. Sehingga karate-do adalah sebuah metode khusus untuk mempertahankan diri melalui penggunaan anggota tubuh yang terlatih secara baik dan alami.<sup>13</sup> Teknik utama dalam karate dibagi menjadi tiga, yaitu: *kihon* (teknik dasar), *kata* (jurus), dan *kumite* (pertarungan). Beberapa teknik dasar yang harus dikuasai dalam olahraga karate adalah pukulan, sentakan, tendangan, bantingan, dan tangkisan.<sup>49</sup>

Kecepatan termasuk komponen biomotor yang sangat berpengaruh pada penampilan atlet karate dan digunakan sebagai modal dalam melakukan gerakan. Tendangan merupakan serangan yang dominan dilakukan, sehingga kecepatan tendangan sangat dibutuhkan untuk memperoleh nilai. Gerakan cepat dan durasi yang pendek menggunakan sistem energi anaerobik.<sup>50</sup>

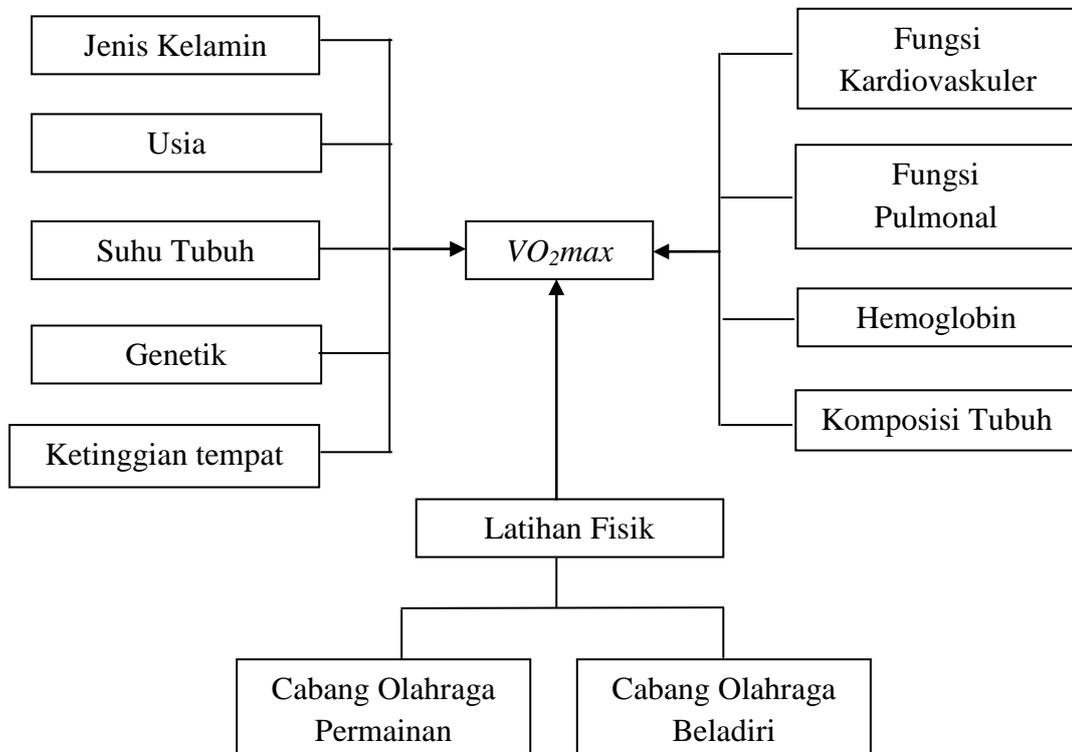
Lama waktu pertandingan kumite adalah 2-4 menit tergantung nomor pertandingan yang dimainkan.<sup>51</sup> Walaupun kecepatan dan ketepatan dalam melakukan serangan merupakan yang terpenting dalam kompetisi, atlet

seharusnya tidak melupakan latihan daya tahan yang intens. Bahkan selama satu ronde pertandingan, atlet dapat mengalami kelelahan saat berhadapan dengan lawan yang terlatih dengan baik.<sup>52</sup> Berdasarkan penelitian dari Francescato, selama latihan karate yang intens, sumber energi utama adalah fosfagen (46-90%), sisanya berasal dari glikogenolisis (13%) atau sistem asam laktat dan glikolisis aerobik (10-41%).<sup>48</sup>  $VO_2max$  merupakan indeks dari kapasitas aerobik atlet. Semakin tinggi nilai  $VO_2max$ , atlet akan semakin mampu menggunakan oksigen untuk bertanding.

## **2.5 Perbedaan $VO_2max$ pada cabang olahraga permainan dan bela diri**

Olahraga permainan membutuhkan kemampuan komprehensif meliputi fisik, teknik, mental dan kemampuan taktik. Di antara hal tersebut, kemampuan fisik pemain mempunyai pengaruh yang mencolok pada kecakapan atlet dan taktik tim karena olahraga permainan memerlukan pengerahan tenaga seperti berlari cepat dan melompat. Oleh karena itu, pemain harus memiliki kemampuan pergerakan yang cepat dan sangat kuat, serta kemampuan aerobik dan anaerobik agar pemain mampu menyerang dan bertahan dengan baik dalam kondisi yang lama.<sup>53</sup> Olahraga bela diri membutuhkan kecepatan serta *power* yang baik serta durasi yang mungkin lebih pendek dari olahraga permainan, kapasitas anaerobik lebih banyak dibutuhkan, walaupun aerobik juga dibutuhkan untuk daya tahan selama pertandingan. Oleh karena adanya perbedaan pada latihan, gerakan, daya tahan, sistem energi, dan lama pertandingan yang digunakan pada olahraga permainan dan bela diri, diperkirakan terdapat perbedaan  $VO_2max$  pada kedua kelompok permainan tersebut.

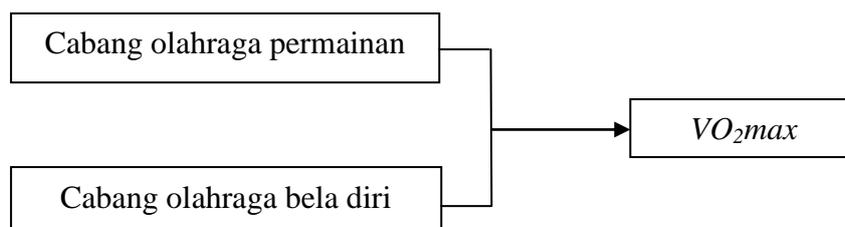
## 2.6 Kerangka teori



**Gambar 1.** Kerangka Teori

## 2.7 Kerangka konsep

Berdasarkan kerangka teori, faktor-faktor yang memengaruhi nilai  $VO_{2max}$  diseleksi melalui kriteria inklusi dan eksklusi sehingga diperoleh cabang olahraga permainan dan bela diri sebagai variabel bebas serta  $VO_{2max}$  sebagai variabel terikat.



**Gambar 2.** Kerangka Konsep

## **2.8 Hipotesis**

### **2.8.1 Hipotesis mayor**

Hipotesis mayor pada penelitian ini adalah nilai  $VO_2max$  atlet cabang olahraga permainan lebih tinggi daripada bela diri.

### **2.8.2 Hipotesis minor**

Hipotesis minor pada penelitian ini adalah

- 1) Nilai  $VO_2max$  atlet cabang olahraga bola voli lebih tinggi daripada taekwondo.
- 2) Nilai  $VO_2max$  atlet cabang olahraga bola voli lebih tinggi daripada karate.
- 3) Nilai  $VO_2max$  atlet cabang olahraga bola basket lebih tinggi daripada taekwondo.
- 4) Nilai  $VO_2max$  atlet cabang olahraga bola basket lebih tinggi daripada karate.