

Analisis Beban Pada Olahraga Panahan Dengan Menggunakan Metode Fisiologi

Dony Susandi, Rivialsha Wikananda

Jurusan Teknik Industri, Universitas Majalengka

Email: ds_777@ymail.com

Jurusan Teknik Industri, Universitas Majalengka

Email: rivialshawikananda@yahoo.com

ABSTRAK

Olahraga adalah kegiatan dalam peri kehidupan manusia yang tidak hanya melibatkan aspek jasmani tetapi juga aspek rohani, aspek sosial dan bahkan aspek ekonomi. Olahraga itu sendiri disamping tujuan yaitu mencapai prestasi yang setinggi – tingginya dalam olahraga prestasi, hakikatnya adalah juga merupakan alat untuk meningkatkan derajat kesehatan yang berarti meningkatkan mutu sumber daya manusia. Dalam Perkembangannya olahraga tidak hanya untuk kesehatan saja namun juga sebagai prestasi termasuk olahraga panahan. Sebuah prestasi dapat tercapai dan terukur. Data penelitian ini agar atlet panahan dapat berprestasi serta memperhatikan kesehatannya agar mengurangi terjadinya resiko cedera maka dari itu sebagai acuan untuk sebuah peningkatan yang ada pada atlet dilakukanlah pengukuran denyut nadi, konsumsi energi, konsumsi oksigen serta cardiovascular load pada atlet panahan dengan metode biomekanika kerja. Hasil yang diperoleh dengan nilai rata – rata konsumsi energi adalah sebesar 2,13294 kkal, konsumsi oksigen 0,4266 liter/menit dan cardiovascular load sebesar 21,97% dimana semua tersebut berada pada kategori sangat ringan dan tidak terjadinya sebuah kelelahan sehingga minimnya terjadi cedera.

Kata Kunci: metode fisiologi, denyut nadi, konsumsi energi, konsumsi oksigen, cardiovascular load dan analisa beban.

1. PENDAHULUAN

Manusia beraktivitas dan bekerja setiap hari untuk memelihara akan kebutuhan hidupnya. Namun seiring kebutuhan manusia yang tak pernah ada habisnya sehingga manusia harus memaksa untuk selalu bekerja dan beraktivitas tanpa memperhatikan kondisi tubuhnya. Sifat alamiah yang dimiliki manusia adalah mempunyai rasa lelah dan kejenuhan pada saat melakukan suatu pekerjaan ataupun suatu aktivitas yang kemudian semua itu dapat berpengaruh pada menurunnya produktivitas serta fokus manusia pada aktivitas yang dilakukannya.

Besarnya tenaga yang dilakukan saat beraktivitas maupun bekerja akan berpengaruh pada kekuatan dan daya tahan tubuh untuk melakukan aktivitas tersebut. Aktivitas dengan menggunakan tenaga yang lebih besar cenderung lebih cepat mengalami kelelahan dibandingkan dengan aktivitas yang jauh lebih ringan selain itu sikap seseorang dalam melakukan aktivitas tersebut juga berpengaruh pada pengeluaran sebuah energi.

Olahraga adalah kegiatan dalam peri kehidupan manusia yang tidak hanya melibatkan aspek

jasmani tetapi juga aspek rohani, aspek sosial dan bahkan aspek ekonomi. Olahraga itu sendiri disamping tujuan yaitu mencapai prestasi yang setinggi – tingginya dalam olahraga prestasi, hakikatnya adalah juga merupakan alat untuk meningkatkan derajat kesehatan yang berarti meningkatkan mutu sumber daya manusia [1].

Panahan (Inggris: Archery) menurut Wikipedia adalah suatu kegiatan menggunakan busur panah untuk menembakkan anak panah. Bukti-bukti menunjukkan bahwa sejarah panahan telah dimulai sejak 5000 tahun yang lalu yang awalnya digunakan untuk berburu dan kemudian berkembang menjadi sebuah senjata dalam pertempuran dan kemudian sebagai olahraga ketepatan.

Fisiologi (Ilmu Faal) yang meliputi: Ilmu faal dasar adalah Membahas fungsi dan mekanisme kerja berbagai organ tubuh. Bahasan disusun berdasarkan sistem kerja sesuai sistematika dalam anatomi. Pada akhir tiap bahasan sedikit diulas dalam kaitannya perannya dalam olahraga. Sedangkan ilmu faal olahraga/ilmu faal

kerja adalah membahas respon – respon dan adaptasi fisiologik dan beberapa organ tubuh dalam bekerja dan olahraga. Pokok bahasan utamanya adalah untuk pencapaian prestasi maksimal pada olahraga prestasi sedangkan ilmu faal kerja adalah membahas perubahan perubahan fisiologi oleh pengaruh aktivitas jasmani yang bersifat optimal.[1].

Pada dasar tersebut disini akan coba mengklasifikasikan bagaimana beban pada suatu olahraga panahan untuk dapat memberikan gambaran tentang bagaimana beban yang ada pada suatu olahraga panahan serta menjadi sebuah acuan bagi atlet panahan untuk meningkatkan kualitas mutu yang dimiliki dengan menghitung denyut nadi, konsumsi energi, konsumsi oksigen serta menghitung cardiovascular yang ada pada tubuh dengan batasan Perhitungan hanya pada tahap memasang sebelum kegiatan, memasang ekor panah (nocking), posisi setengah tarikan (set up), menarik tali (drawing), membidik (aiming) dan istirahat.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Fisiologi Kerja

Fisiologi (Ilmu Faal) yang meliputi: Ilmu faal dasar adalah Membahas fungsi dan mekanisme kerja berbagai organ tubuh. Bahasan disusun berdasarkan sistem kerja sesuai sistematika dalam anatomi. Pada akhir tiap bahasan sedikit diulas dalam kaitannya perannya dalam olahraga. Sedangkan ilmu faal olahraga/ilmu faal kerja adalah membahas respon – respon dan adaptasi fisiologik dan beberapa organ tubuh dalam bekerja dan olahraga. Pokok bahasan utamanya adalah untuk pencapaian prestasi maksimal pada olahraga prestasi sedangkan ilmu faal kerja adalah membahas perubahan perubahan fisiologi oleh pengaruh aktivitas jasmani yang bersifat optimal [1].

2.2 Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi Kerja

Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai cardiovascular strain. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *Electro Cardio Graph* (ECG). Peralatan tersebut jika tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan metode 10 [2]. Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi} = \frac{10 \text{ denyut}}{t} \times 60$$

Keterangan: t = waktu perhitungan

2.3 Konsumsi Energi

Untuk merumuskan hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan *heart rate* (denyut jantung), dilakukan pendekatan kuantitatif hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan denyut jantung dengan menggunakan analisa regresi. Perhitungan Konsumsi energi pada saat istirahat (metabolisme basal). Metabolisme basal atau *Basal metabolic Rate* (BMR) merupakan jumlah minimal energi yang dibutuhkan untuk melakukan berbagai proses vital ketika tubuh dalam keadaan beristirahat. Mahan mengemukakan BMR untuk laki-laki dewasa dengan berat badan 70 kg = 1.2 Kkal/menit atau sekitar 1700 kal/menit dengan cara perhitungan besarnya energi Basal Metabolisme pada laki-laki dan wanita berdasarkan persamaan [3]:

$$\text{BMR Laki-laki} = 660 + [13,3 \times W] + [1,5 \times H] - [6,8 \times A]$$

$$\text{BMR Wanita} = 665 + [9,5 \times W] + [1,7 \times H] - [4,7 \times A]$$

Dimana:

W = Berat badan (kg)

H = Tinggi badan (cm)

A = Usia (Tahun)

Bentuk regresi hubungan energi bekerja dengan kecepatan denyut jantung secara umum adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4}X^2$$

Dimana:

Y : Energi (kilokalori per menit)

X : Kecepatan denyut jantung (denyut per menit) [4]

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, maka konsumsi energi untuk kegiatan kerja tertentu bisa dituliskan dalam bentuk matematis [5]. sebagai berikut:

$$KE = Et - Ei$$

Dimana:

KE: Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (kilokalori/menit)

Et: Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

Ei: Pengeluaran energi pada saat istirahat (kilokalori/menit)

2.4 Konsumsi Oksigen

Perhitungan konsumsi oksigen dilakukan untuk mengetahui besaran konsumsi oksigen yang dibutuhkan operator. Berikut merupakan rumus

untuk mencari besaran konsumsi oksigen yang dibutuhkan operator:

$$KO_2 = KE: 5 \text{ kkal/Liter}$$

Konsumsi oksigen diberi simbol VO_2 dan diukur dalam satuan liter/menit [3]. memberikan 5 kkal/Liter sebagai batasan maksimum yang dapat dilaksanakan tanpa meningkatnya akumulasi asam laktat temperature dalam tubuh.

2.5 Cardiovascular Load

Cardio adalah sebuah istilah yang berkaitan dengan jantung dan pembuluh darah dimana adalah sesuatu hal penting yang untuk sebuah aliran darah pada tubuh. Kata kardio sendiri merupakan kependekan dari *Cardiovascular Load* adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasibeban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Refereni [2] menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan kenaikan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maskimum karena beban kardiovaskuler (*cardiovasiculair* = %CVL) yang dihitung berdasarkan rumus di bawah ini:

$$\%CVL = \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DNM - DNI}$$

Keterangan : DNK : Denyut nadi kerja
DNI : Denyut nadi istirahat
DNM : Denyut nadi

maksimum

Di mana denyut nadi maskimum adalah (220-umur) untuk laki-laki dan sedangkan untuk wanita (200 – umur).Dari perhitungan % CVL.

2.6 Mengklasifikasikan Seluruh Hasil

Mengklasifikasikan hasil denyut nadi, konsumsi energi, konsumsi oksigen dan cardiovascular load terhadap tabel klasifikasi.

Tabel 1 Klasifikasi Beban Kerja [6]

Tingkat Pekerjaan	Energy Expenditur		Detak Jantung	Konsumsi Oksigen
	KKal / Menit	Kkal / 8 Jam	Detak / Menit	Liter / Menit
Unduly Heavy	> 12,5	> 6000	> 175	> 2,5
Very Heavy	10,0 – 12,5	4800 – 6000	150 – 175	2,0 – 2,5
Heavy	7,5 – 10,0	3600 – 4800	125 – 150	1,5 – 2,0
Moderete	5,0 – 7,5	2400 – 3600	100 – 125	1,0 – 1,5
Light	2,5 – 5,0	1200 – 2400	60 – 100	0,5 – 1,0
Very Light	< 2,5	< 1200	< 60	< 0,5

Tabel 2 Klasifikasi %CVL [2]

% CVL	Klasifikasi
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 s/d 60%	Diperlukan perbaikan
60 s/d 80%	Kerja dalam waktu singkat
80 s/d 100%	Diperlukan tindakan segera
> 100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

3. METODE PENELITIAN

Berikut adalah tahapan – tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

3.1 Identifikasi Masalah

Olahraga merupakan hal yang sangat penting bagi kesehatan. Selain untuk kesehatan dengan berkembangnya zaman olahraga digunakan sebagai sebuah prestasi begitupun dengan olahraga panahan. Dengan adanya hal tersebut olahraga memerlukan sebuah identifikasi tentang beban pada olahraga panahan serta identifikasi pada fisik manusia untuk sebagai acuan dalam peningkatan prestasi pada olahraga panahan.

3.2 Tujuan Penelitian

Beberapa kajian utama yang berkaitan dengan tujuan yang diinginkan:

- 1) Menghitung denyut nadi, konsumsi energi, konsumsi oksigen dan cardiovascular load pada tubuh.
- 2) Mengklasifikasikan beban kerja pada olahraga panahan berdasarkan konsumsi energi, konsumsi oksigen dan cardiovascular load.

3.3 Batasan Masalah

Agar permasalahan yang akan dibahas tidak menyimpang, maka pembahasan dibatasi dengan hal-hal sebagai berikut:

1. Hal yang diamati meliputi denyut nadi, nilai konsumsi energi, nilai konsumsi oksigen serta nilai cardiovascular pada tubuh.
2. Perhitungan hanya pada tahap memasang sebelum kegiatan, memasang ekor panah (nocking), posisi setengah tarikan (set up), menarik tali (drawing), membidik (aiming) dan istirahat.

3.4 Pengumpulan Data

Data – data yang dikumpulkan dari penelitian ini adalah:

1. Pengumpulan data diri atlet yang diteliti dengan menggunakan metode wawancara dengan atlet tersebut. Data yang dibutuhkan seperti umur, tinggi badan, berat badan dari atlet tersebut. Berikut data tersebut:

Tabel 3 Data umur, tinggi dan berat badan

No	Nama	Umur (α)	Tinggi badan (h)	Berat badan (w)
1	Iqbal	16 th	170 cm	65 kg
2	Bagus	17 th	165 cm	55 kg
3	Agus	22 th	155 cm	47 kg
4	Indra	23 th	173 cm	70 kg
5	Gian	20 th	170 cm	55 kg
Rata – rata		19,6 tahun	166,6 cm	58,4 kg

- Pengumpulan data denyut nadi. Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai cardiovasculair strain dicatat secara manual dengan menggunakan *stopwatch* dengan metode 10 denyut [2]. Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut nadi} = \frac{10 \text{ denyut}}{t} \times 60$$

Berikut hasil denyut nadi yang didapatkan:

Tabel 4 Data denyut nadi

	Gerakan					
	Sebelu m kegiata n	Nockin g	Set Up	Drawin g	Aimin g	Istirah at
Rat a – rata Has il	72,6	93	93, 6	93,6	96	66,6

3.5 Pengolahan Data

- Penghitungan Konsumsi Energi
Perhitungan Pertama adalah menghitung energi saat istirahat dengan pendekatan:
BMR Laki-laki = $660 + [13,3 \times W] + [1,5 \times H] - [6,8 \times A]$
Dimana:
W = Berat badan (kg)
H = Tinggi badan (cm)
A = Usia (Tahun)
Selanjutnya Penghitungan energi saat bekerja menggunakan pendekatan bentuk regresi hubungan energi bekerja dengan kecepatan denyut jantung secara umum adalah regresi kuadratis dengan persamaan [4] sebagai berikut:
 $Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733.10^{-4}X^2$
Dimana:
Y : Energi (kilokalori per menit)
X : Kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

Setelah besaran kecepatan denyut jantung disetarakan dalam bentuk energi, maka konsumsi energi untuk kegiatan kerjatertentu bisa dituliskan dalam bentuk matematis [5] sebagai berikut: $KE = Et - Ei$

Dimana:

KE: Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (kilokalori/menit)

Et: Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

Ei: Pengeluaran energi pada saat istirahat (kilokalori/menit)

- Penghitungan konsumsi Oksigen
Dengan Pendekatan: $KO_2 = KE : 5 \text{ kkal/Liter}$
Konsumsi oksigen diberi simbol VO_2 dan diukur dalam satuan liter/menit. Anna, B dan Methalina, V. 2016 memberikan 5 kkal/Liter sebagai batasan maksimum yang dapat dilaksanakan tanpa meningkatnya akumulasi asam laktat temperature dalam tubuh.

- Cardiovascular Load
Referensi [2] menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan kenaikan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (cardiovascular = %CVL) yang dihitung berdasarkan rumus di bawah ini:

$$\%CVL = \frac{100 \times (DNK - DNI)}{DNM - DNI}$$

Di mana denyut nadi maksimum adalah (220-umur) untuk laki-laki dan sedangkan untuk wanita (200 – umur). Dari perhitungan % CVL.

3.6 Analisis Data

Pada analisis data, setiap hasil pengolahan data yang dilakukan maka diklasifikasikan hasil data yang telah didapat. Untuk data konsumsi energi, oksigen dan cardiovascular load digunakan analisis beban kerja sebagai berikut:

Tabel 5 Klasifikasi Beban Kerja [6]

Tingkat Pekerjaan	Energy Expenditur		Detak Jantung	Konsumsi Oksigen
	KKal / Menit	Kkal / 8 Jam		
Unduly Heavy	> 12,5	> 6000	> 175	> 2,5
Very Heavy	10,0 – 12,5	4800 – 6000	150 – 175	2,0 – 2,5
Heavy	7,5 – 10,0	3600 – 4800	125 – 150	1,5 – 2,0
Moderete	5,0 – 7,5	2400 – 3600	100 – 125	1,0 – 1,5
Light	2,5 – 5,0	1200 – 2400	60 – 100	0,5 – 1,0
Very Light	< 2,5	< 1200	< 60	< 0,5

Tabel 6 Klasifikasi %CVL dalam [7]

% CVL	Klasifikasi
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30 s/d 60 %	Diperlukan perbaikan
60 s/d 80 %	Kerja dalam waktu singkat
80 s/d 100 %	Diperlukan tindakan segera
> 100 %	Tidak diperbolehkan beraktivitas

3.7 Kesimpulan dan Saran

Membuat kesimpulan penelitian berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data untuk menjawab permasalahan penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa denyut nadi

Pengamatan denyut nadi dilakukan pada 5 orang pemanah. Dengan rata – rata penambihan denyut nadi sebanyak 7 – 8 kali. Dimana denyut nadi diambil saat sebelum melakukan olahraga panahan, saat menempatkan tali busur, saat mengangkat busur, saat menarik busur dan saat istirahat.

Hasil pengamatan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut, setelah dilakukan pengukuran dengan alat stopwatch dan memegang nadi pada pergelangan tangan dapat diperoleh rata – rata denyut nadi sebelum melakukan panahan sebesar 72,6 denyut/ menit. Pada saat memasang ekor panah (nocking) sebesar 93 denyut/menit. Pada saat setengah tarikan (set up) 93,6 denyut/menit. Pada saat menarik tali (drawing) sebesar 93,6 denyut/menit. Pada saat membidik (aiming) sebesar 96 denyut/menit dan pada saat istirahat sebesar 66,6 denyut/menit. Berdasarkan tabel 1 klasifikasi beban denyut jantung bahwa olahraga ini berada pada klasifikasi yang ringan.

4.2 Analisa konsumsi energi

Dari perhitungan yang diperoleh nilai KE untuk aktivitas memasang ekor panah (nocking) sebesar 1,93508 kkal/menit, untuk setengah tarikan (set up) sebesar 1,97414 kkal/menit, untuk menarik tali (drawing) sebesar 1,97414 kkal/menit, untuk membidik (aiming) sebesar 2,13294 kkal/menit. Pada data tersebut menunjukkan peningkatan konsumsi energi. Berdasarkan tabel klasifikasi beban kerja aktivitas tersebut berada pada kategori sangat ringan.

4.3 Analisa konsumsi oksigen

Perhitungan konsumsi oksigen didapat dari konsumsi energi lalu dibagi 5. Hasil perhitungan dapat dijabarkan sebagai berikut, nilai rata – rata

konsumsi oksigen pada saat memasang ekor panah (*nocking*) sebesar 0,387 liter/menit, konsumsi oksigen pada saat setengah tarikan (*set up*) sebesar 0,3948 liter/menit, konsumsi oksigen pada saat menarik tali (*drawing*) sebesar 0,3948 liter/menit dan pada saat membidik (*aiming*) sebesar 0,4266 liter/menit. Berdasarkan tabel klasifikasi 1 bahwaberada pada kategori ringan.

4.4 Analisa %CVL (cardiovascular load)

Dari hasil perhitungan rata – rata data yang diperoleh adalah untuk aktivitas memasang ekor panah (*nocking*) sebesar 19,73%, untuk posisi setengah tarikan (*set up*) sebesar 20,18%, untuk menarik tali (*drawing*) sebesar 20,18% dan untuk membidik (*aiming*) sebesar 21,97%. Berdasarkan tabel 3 klasifikasi %CVL terhadap beban kerja nilai tersebut berada < 30% yaitu tidak terjadinya kelelahan.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diambil dari pengamatan fisiologi pada atlet olahraga panahan adalah sebagai berikut:

1. Pada hasil perhitungan untuk analisa denyut nadi nilai paling tinggi sebesar 96 denyut/menit. Konsumsi energi sebesar 2,13294 kkal/menit. Konsumsi oksigen 0,4266 liter/menit dan cardiovascular sebesar 21,97%.
2. Untuk seluruh hasil penelitian berada pada kategori sangat ringan dan tidak terjadinya kelelahan sehingga kemungkinan untuk terjadinya cedera sangatlah kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Giriwijoyo, S dan Dikdik, Z.S. (2012), *Ilmu Kesehatan Olahraga*. PT Remaja Rosdakarya: Bandung
- [2] Tarwaka, , Solichul HA., Bakri dan Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Uniba Press: Surakarta
- [3] Anna, B dan Methalina, V. (2016) *Analisa Beban Kerja dan Pengembangan Persamaan Konsumsi Oksigen Pada Mahasiswa Pekerja Industri, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan*, Vol. II, ISSN: 2528-1666
- [4] Soleman, A. (2000). *Analisis Beban Kerja Ditinjau dari Faktor Usia dengan Pendekatan Recommended Weiht Limit*, *Arika*, No. 2, Vol. 5, Hal. 84 - 98.
- [5] Ruslani, L dan Nurfajriah. (2015), *Analisis Beban Kerja Fisiologi dan Psikologi Karyawan Pembuatan Baju di PT Jaba*

- Garmindo Majalengka, Bina Teknika, No. 2, Vol. 11, Hal. 114 - 123.*
- [6] Fithri, P dan Windi, F.A. (2017). *Pengukuran Beban Kerja Psikologis dan Fisiologis Pekerja di Industri Tekstil, Jurnal Optimasi Sistem Industri, No. 2, Vol. 16, Hal. 120 - 130.*
- [7] Iftikar z. Satalaksana dkk.(2012). *Teknik Perancangan Sistem Kerja*.ITB: Bandung