

ANALISIS DAN PROFIL TINGKAT KEBUGARAN MAHASISWA JURUSAN TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI UNIVERSITAS GADJAH MADA YOGYAKARTA

Herianto dan Chusla Rosdiana Dewi

Jurusan Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

Email: herianto@ugm.ac.id

ABSTRACT

Aerobic fitness can be used as a health indicator. The purpose of this study is to investigate the effect of Body Mass Index, gender, and physical activity on the aerobic fitness. Twenty females and 27 males students in range of 20 ± 1.2 years old, height 164 ± 8.95 cm, and weight 58.23 ± 9.5 kg that meet inclusion criteria were used as subject that measured in Ergonomics Laboratory Gadjah Mada University within room temperature $25-26^{\circ}\text{C}$ and $40-50\%$ in humidity. Four methods of indirect measurement (VO_2max as an output) is used to measure aerobic fitness: nonexercise skinfold measurements and Body Mass Index, Astrand bicycle, treadmill, and the fitness index Harvard Step Test performed on different days. The results showed that gender ($r_s = 0.838$ on the nonexercise BMI) and BMI ($r_s = -0.677$ on the Astrand method) effect on aerobic fitness. The average value of VO_2max ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) is achieved from each method. For male, Astrand bicycle = 53.24 ± 7.82 , treadmill = $38.43 \pm 9, 05$, BMI = 44.85 ± 3.45 , 42.49 ± 3.38 = skinfold. For women, Astrand bicycle = 47.86 ± 8.59 , ± 5.73 treadmill = 34.1 , BMI = 34.25 ± 2.46 , 34.63 ± 2.51 = skinfold.

Keywords: *aerobic fitness, Body mass index, physical activity*

ABSTRAK

Salah satu tolak ukur kesehatan adalah kebugaran aerobik. Tujuannya untuk mengetahui pengaruh Body Mass Index, jenis kelamin, dan aktivitas fisik terhadap kebugaran aerobik. Sebanyak 20 orang perempuan dan 27 orang laki-laki yang telah memenuhi kriteria inklusi diuji kebugarannya di Laboratorium Ergonomika Universitas Gadjah Mada dengan temperatur $25-26^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara $40-50\%$. Empat metode pengukuran tidak langsung dengan output VO_2max yang digunakan, yaitu pengukuran nonexercise skinfold dan Body Mass Index, sepeda Astrand, treadmill, dan indeks kebugaran Harvard Step Test. Hasil menunjukkan bahwa jenis kelamin ($r = 0,838$ pada metode nonexercise BMI) dan BMI ($r = -0,677$ pada metode Astrand) berpengaruh pada kebugaran aerobik. Rata-rata nilai VO_2max (dalam $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) yang dicapai dari masing-masing metode yaitu pada laki-laki untuk metode sepeda Astrand = $53,24 \pm 7,82$, treadmill = $38,43 \pm 9,05$, BMI = $44,85 \pm 3,45$, skinfold = $42,49 \pm 3,38$. Untuk perempuan, metode sepeda Astrand = $47,86 \pm 8,59$, treadmill = $34,1 \pm 5,73$, BMI = $34,25 \pm 2,46$, skinfold = $34,63 \pm 2,51$.

Kata kunci: *kebugaran aerobik, body mass index, aktivitas fisik*

PENGANTAR

Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) merupakan hal penting dalam dunia kerja. Menurut perkiraan ILO, setiap tahun di seluruh dunia 2 juta orang meninggal karena masalah-masalah akibat kerja. Di samping itu, setiap tahun ada 270 juta pekerja yang mengalami kecelakaan dan 160 juta yang terkena penyakit akibat kerja. Pemeriksaan kesehatan (*medical check up*) adalah suatu bentuk tindakan pencegahan dan sering digunakan untuk mendeteksi adanya suatu penyakit secara dini agar tidak mengganggu posisi pekerjaan yang akan dipegang calon karyawan. Beberapa bagian penting dari tes kesehatan adalah pengukuran antropometri dan tes fisiologi (fungsi sistem dalam tubuh). Salah satu dari fungsi sistem tubuh terpenting untuk pekerjaan adalah ketahanan aerobik karena beberapa bagian dari pekerjaan seperti naik turun tangga maupun aktivitas lain seperti memadamkan kebakaran sangat membutuhkan ketahanan aerobik (*aerobic endurance*) dalam pelaksanaannya. Sebagai contoh, respon detak jantung ketika bekerja merupakan indeks level suatu pekerjaan yang menunjukkan tingkat kemampuan fisik seseorang dalam melakukan pekerjaan tersebut. Selain detak jantung, jumlah maksimum volume oksigen merupakan variabel fisiologis yang digunakan untuk mengevaluasi kapasitas kemampuan fisik pekerja disesuaikan kondisi fisik yang dibutuhkan (*job demand*) dalam pekerjaan tersebut (Baumgartner dkk, 2007). Kebugaran jasmani seseorang merupakan salah satu faktor yang menentukan kesehatan. Kebugaran jasmani adalah kemampuan seseorang menyelesaikan tugas sehari-hari dengan tanpa pengeluaran energi yang cukup besar guna memenuhi kebutuhan geraknya dan menikmati waktu luang serta untuk memenuhi keperluan darurat bila sewaktu-waktu diperlukan (Sajoto, 1988). Sementara daya tahan kardiorespirasi sebagai kemampuan jantung, paru, dan sistem peredaran darah untuk berfungsi secara efisien dalam tempo yang cukup tinggi

selama periode waktu tertentu. Kebugaran kardiorespirasi diukur dari kapasitas aerobik (Lutan, 2001). Penelitian ini merupakan langkah awal untuk mengetahui profil dan variasi kebugaran aerobik ditinjau dari faktor jenis kelamin, level aktivitas fisik, dan *Body Mass Index* (BMI) serta metode pengukuran kebugaran yang paling tepat untuk mahasiswa JTMI sebagai persiapan untuk menempuh prasyarat kesehatan dalam dunia kerja.

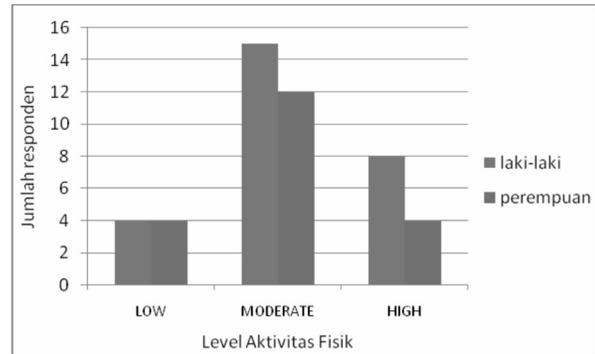
Tulisan ini mengulas tentang *pre-experiment design*. Subyek pengamatan adalah mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada sejumlah 20 orang perempuan dan 27 orang laki-laki dengan karakteristik rata-rata usia $20 \pm 1,2$ tahun, tinggi badan $164 \pm 8,95$ cm, dan berat badan $58,23 \pm 9,5$ kg. Subyek yang termasuk dalam kriteria inklusi yang diperkenankan untuk diuji, yaitu tidak merokok, bukan peminum alkohol, tidak hamil, menstruasi, dan tidak menderita penyakit kardiovaskular serta muskuloskeletal. pengamatan dilakukan selama 3 hari di dalam ruang Laboratorium Ergonomika JTMI UGM dengan $T=25-26^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban udara 40-50% (Grandjean, 1986) dalam lima metode yang berbeda yaitu pengukuran VO_2max melalui *nonexercise model: skinfold* dan *Body Mass Index, exercise model: sepeda Astrand, Balke protocol treadmill*, dan pengukuran indeks kebugaran *Harvard Step Test*. Kelima metode merupakan pengukuran tidak langsung dengan melihat respon fisiologis (denyut jantung) dan waktu tempuh saat tes sebagai *input* mencari nilai VO_2max yang telah dikorelasikan dengan pengukuran VO_2max secara langsung.

Penentuan nilai prediksi VO_2max melalui pengukuran BMI dilakukan menggunakan persamaan dengan melibatkan faktor umur, BMI, dan SRPA (Astrand, dkk: 2003). Prediksi pada metode *skinfold* dilakukan dengan menjumlahkan tebal kulit daerah *triceps, suprailiaca*, dan *abdomen* yang diukur menggunakan *skinfold calliper* (Indriati, 2011). Jumlah tebal lipatan kulit ini digunakan sebagai *input* untuk menghitung persentase

lemak tubuh (Atmadja dan Doewes, 1995) dan nilai prediksi VO_2max dari persentase lemak tubuh (Astrand, dkk: 2003). Metode sepeda *Astrand* menggunakan uji submaksimal di mana subyek mengayuh sepeda statis selama minimum enam menit dengan pembebanan tertentu dan bertahap (Widaninggar dkk, 2002). Uji *treadmill* menggunakan protokol *Balke*. VO_2max dihitung dari persamaan waktu tempuh pada lintasan lari (Astrand dkk, 2003). Pada *Hardvard Step Test*, responden naik turun bangku setinggi ± 17 inch selama maksimal 5 menit, kemudian dihitung *physical fitness index* (PFI) (Widaninggar dkk, 2002). Aktivitas fisik diukur menggunakan *short form International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ). Penentuan level aktivitas berdasarkan volume aktivitas dalam jangka waktu tertentu selama tujuh hari ke belakang dalam satuan METs-minute (IPAQ Research Committee, 2005). Beberapa uji statistik antara lain uji *Kruskall-Wallis*, uji *Spearman*, dan uji *Friedman* digunakan untuk menganalisa korelasi faktor BMI, jenis kelamin, dan aktivitas fisik terhadap nilai VO_2max (Sopiyudin, 2001).

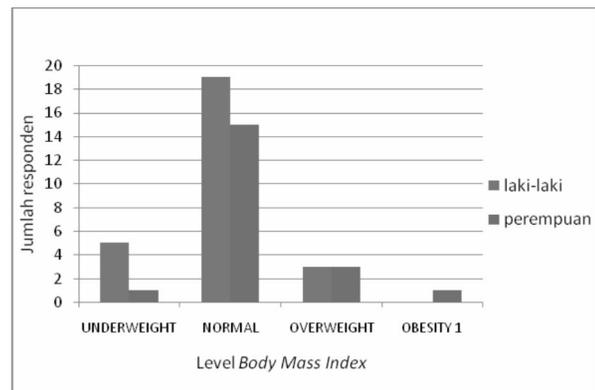
PEMBAHASAN

Dari 47 responden yang diuji terdapat variasi level aktivitas fisik pada mahasiswa Jurusan Teknik Mesin dan Industri yang dilihat dari total volume aktivitas, yaitu 17% mahasiswa memiliki level aktivitas yang rendah, 57% sedang, dan 26% tinggi.



Gambar 1. Profil Level Aktivitas Fisik Mahasiswa JTMI

Selain variasi aktivitas juga terdapat variasi *Body Mass Index* yaitu 13% di jumlah mahasiswa memiliki BMI dengan kategori *underweight*, 72% normal, 13% *overweight*, dan 2% *obesity 1*.



Gambar 2. Profil *Body Mass Index* Mahasiswa JTMI UGM

Tabel 1. Signifikansi VO_2max dengan Faktor Jenis Kelamin, *Body Mass Index*, dan Aktivitas fisik

FAKTOR	VO2 MAX DARI UJI				PFI HARDVARD STEP TEST
	SKINFOLD	BMI	ASTRAND	TREADMILL	
JENIS KELAMIN	p=0,000	p=0,000	p=0,048	p=0,156	p=0,000
AKTIVITAS FISIK	p=0,147	p=0,352	p=0,226	p=0,105	p=0,215
BMI	p=0,082	p=0,051	p=0,000	p=0,319	p=0,131

Sementara untuk hubungan VO_2max dengan level aktivitas fisik dan BMI pada metode *skinfold*, nilai signifikansi yang diperoleh $p > 0,05$ sehingga tidak terdapat hubungan antara VO_2max yang dikonsumsi saat pengukuran dengan BMI dan aktivitas fisik. Hal ini disebabkan pada perhitungan

BMI, melibatkan perhitungan berat badan yang meliputi berat badan total. Berat ini termasuk berat tulang, cairan tubuh, dan organ tubuh lainnya. Semakin kecil nilai berat badan seseorang bukan berarti semakin kecil tebal lapisan kulit yang dimiliki.

Tabel 2. Korelasi VO₂max dengan Jenis kelamin dan BMI

RELATED FACTOR	CORRELATION COEFFICIENT
VO2 MAX SKINFOLD & JENIS KELAMIN	0,803
VO2 MAX BMI & JENIS KELAMIN	0,838
VO2 MAX ASTRAND & JENIS KELAMIN	0,292
VO2 MAX ASTRAND & BMI	-0,677
PFI & JENIS KELAMIN	0,669

Melalui uji statistika *Kruskal-wallis*, diperoleh nilai signifikansi hubungan antara jenis kelamin, *Body Mass Index*, dan level aktivitas fisik dengan VO₂max pada setiap jenis pengukuran kebugaran aerobik yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Pada uji *skinfold*, terdapat perbedaan jumlah VO₂max pada masing-masing jenis kelamin dengan nilai korelasi yang cukup kuat ($r = 0,803$) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Laki-laki memiliki VO₂max lebih tinggi daripada perempuan. Hal ini disebabkan perempuan memiliki persentase lemak yang tersimpan lebih tinggi. Tidak hanya itu, perempuan juga memiliki lemak esensial yang lebih tinggi yang terdapat pada sumsum tulang, *central nervous sistem*, *mammary glands*, dan beberapa organ lainnya (Baumgartner dkk, 2007).

Melalui uji BMI, nilai signifikansi $p < 0,05$ antara volume O₂ maksimal dengan jenis kelamin, yaitu terdapat perbedaan jumlah VO₂max pada masing-masing jenis kelamin ($r = 0,838$). Hal ini disebabkan laki-laki memiliki struktur tulang dan tingkat pertumbuhan yang berbeda dengan perempuan.

Dari hasil uji sepeda *Astrand*, nilai signifikansi $p < 0,05$ antara volume O₂ maksimal dengan jenis kelamin dan BMI, sehingga pengambilan keputusannya adalah terdapat perbedaan jumlah VO₂max pada masing-masing jenis kelamin dan kategori BMI dengan nilai korelasi yang lemah dan arah korelasi positif untuk jenis kelamin ($r = 0,292$) serta nilai korelasi yang kuat dengan arah

korelasi negatif untuk BMI ($r = -0,677$). Nilai korelasi tersebut menunjukkan bahwa laki-laki cenderung memiliki nilai VO₂max yang lebih tinggi daripada perempuan. Hal ini juga berarti semakin besar nilai BMI atau semakin tinggi level kategori BMI, nilai VO₂max pada pengukuran ini semakin rendah. Perbedaan paling signifikan terjadi antara responden dengan kategori BMI normal dan *overweight*, seperti hasil analisis *Post Hoc* dengan uji *Mann-Whitney* yang ditunjukkan pada Tabel 3.

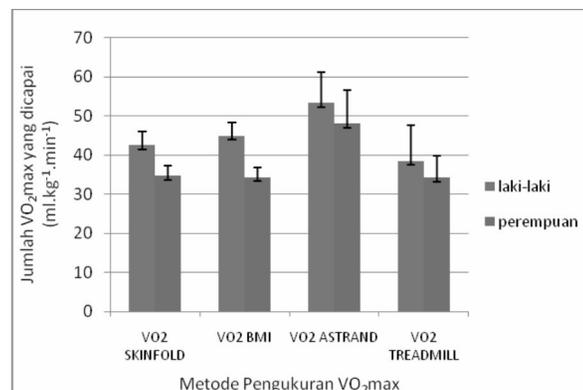
Tabel 3. Analisis *Post Hoc* pada Uji Sepeda *Astrand*

KELOMPOK	NILAI p
1 & 2	0,006
1 & 3	0,004
1 & 4	0,134
2 & 3	0,002
2 & 4	0,092
3 & 4	0,134

1=*underweight*; 2=*normal*;
3=*overweight*; 4=*obese* 1

Pada pengukuran VO₂max melalui uji lari pada lintasan *treadmill*, nilai signifikansi VO₂max dengan ketiga faktor $p > 0,05$ sehingga tidak ada hubungan yang signifikan antara ketiga faktor dan VO₂max. Nilai VO₂max antara laki-laki dan perempuan tidak jauh berbeda secara keseluruhan karena waktu tempuh pada uji lintasan *treadmill* pada masing-masing jenis kelamin juga tidak jauh berbeda

Grafik perbandingan rata-rata VO₂max pada metode *Astrand*, *treadmill*, *skinfold*, dan BMI ditunjukkan pada Gambar 3.



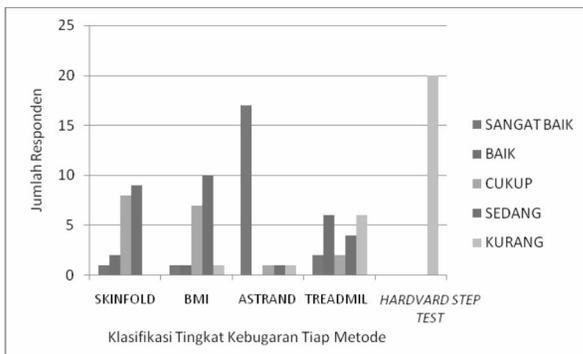
Gambar 3. Perbandingan Rata-rata VO₂ max pada Empat Metode

Pada pengukuran kebugaran aerobik melalui *Hardvard Step Test*, nilai signifikansi $p < 0,05$ antara nilai PFI dengan jenis kelamin, sehingga terdapat perbedaan nilai PFI pada masing-masing jenis kelamin. Laki-laki memiliki nilai PFI yang lebih tinggi daripada perempuan. Hal ini dapat disebabkan pada uji *Hardvard Step Test* melibatkan kekuatan otot, di mana kekuatan otot laki-laki lebih besar daripada kekuatan otot perempuan. Bahkan dengan intensitas latihan yang sama kekuatan otot perempuan kurang 30% dari kekuatan otot laki-laki. Hal ini dialami setelah masa puber. Kekuatan otot wanita hanya sekitar $\frac{3}{4}$ dari pria (Astrand dkk, 2003). Sementara untuk faktor BMI dan aktivitas fisik tidak memberikan pengaruh yang signifikan.

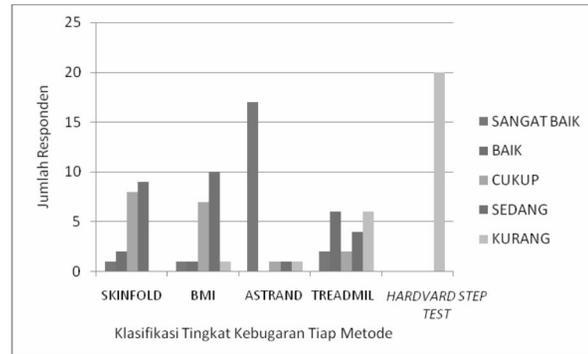
Nilai rata-rata $VO_2\max$ yang dicapai pada masing-masing metode bervariasi, seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Nilai Rata-rata dan Standar Deviasi $VO_2\max$ Masing-masing Metode

		LAKI-LAKI	PEREMPUAN
MEAN ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$)	$VO_2\max$ SKINFOLD	42,49	34,63
	$VO_2\max$ BMI	44,86	34,25
	$VO_2\max$ ASTRAND	53,24	47,86
	$VO_2\max$ TREADMILL	38,43	34,10
STDV	$VO_2\max$ SKINFOLD	3,38	2,51
	$VO_2\max$ BMI	3,45	2,46
	$VO_2\max$ ASTRAND	7,82	8,59
	$VO_2\max$ TREADMILL	9,05	5,73



Gambar 4. Profil Kebugaran untuk Perempuan



Gambar 5. Profil Kebugaran untuk Laki-laki

Variasi ini dapat disebabkan perbedaan unsur yang dimasukkan dalam perhitungan pengukuran. Untuk kebugaran yang diukur dengan metode *nonexercise*, tidak melibatkan usaha fisik dan parameter denyut jantung. Akan tetapi, metode ini tidak dapat mencapai tingkat kebugaran sebaik pada metode *exercise*.

Metode *nonexercise* lebih sesuai digunakan untuk subyek yang memiliki tingkat kesehatan jantung yang rendah dan kurang sesuai jika dipergunakan untuk subyek yang memiliki tingkat kesehatan yang tinggi (Astrand dkk, 2003). Sehingga dari Gambar 4 dan 5, metode yang paling tepat digunakan untuk mengukur tingkat kebugaran aerobik sesuai dengan kondisi jantungnya adalah metode *Astrand* dengan rata-rata $VO_2\max$ yang dicapai paling tinggi dibandingkan metode lain. Pada metode ini dilakukan pemberian *work rate* secara bertahap sesuai dengan kondisi denyut jantung submaksimal pada setiap enam menit, dengan kecepatan yang konstan, memberikan beban yang cenderung lebih konstan (*constant*

force). Pembebanan yang bertahap dalam rentang waktu yang tidak terlalu cepat (tiap 6 menit) memberikan waktu penyesuaian bagi subyek untuk berpindah dari level beban yang lebih rendah menuju yang lebih tinggi karena *emotional stress* juga berpengaruh pada pengukuran. Semakin berat *work rate* semakin menambah efek gugup pada denyut jantung (Andersson, 2004). Maka dari itu, subyek dapat benar-benar mencapai kondisi submaksimal. Pada *treadmill*, penambahan beban relatif lebih cepat (tiap menit), sehingga subyek cenderung mengalami *nervous stress* pada denyut jantung, sehingga subyek berhenti sebelum mencapai kondisi VO_2 yang benar-benar maksimal. Pada metode *treadmill*, peningkatan denyut jantung terjadi lebih cepat daripada sepeda *Astrand* karena terjadi gesekan antara permukaan telapak kaki dan permukaan lintasan lari yang menimbulkan panas, di mana panas permukaan akibat gesekan ini juga mempengaruhi peningkatan denyut jantung (Astrand dkk, 2003). Kondisi yang terlihat ekstrim juga ditunjukkan pada profil kebugaran melalui *Harvard Step Test*. Jumlah subjek dengan kategori kebugaran "kurang" mendominasi kategori yang lain. Hal ini dapat disebabkan beban kerja yang diberikan lebih berat dari yang biasanya dan tanpa pemanasan yang intensif sebelumnya, frekuensi naik turun bangku *Harvard* kurang maksimum, atau standar yang dipakai pada rumus ini merupakan standar dari luar negeri di mana orang barat dominan memiliki kapasitas kerja lebih dibandingkan orang Indonesia, misalnya karena faktor pemenuhan gizi atau perbedaan pola hidup dalam pekerjaan sehari-hari.

SIMPULAN

Faktor jenis kelamin sangat berpengaruh pada variasi tingkat kebugaran aerobik mahasiswa JTMI (pada metode *skinfold*, sepeda *Astrand*, *Harvard Step Test*, dan BMI). Faktor BMI berpengaruh pada tingkat kebugaran aerobik mahasiswa JTMI (pada metode sepeda *Astrand*). Faktor level aktivitas fisik tidak berpengaruh signifikan terhadap

tingkat kebugaran aerobik mahasiswa JTMI UGM.

Faktor jenis kelamin memiliki korelasi positif paling kuat dengan tingkat kebugaran aerobik melalui pengujian BMI ($r_s = 0,883$). Laki-laki dapat mencapai VO_{2max} yang lebih tinggi daripada perempuan. Sementara itu, faktor BMI berbanding terbalik dengan perolehan VO_{2max} (pada metode sepeda *Astrand* adalah $r_s = -0,667$). Semakin besar nilai BMI, maka semakin rendah VO_{2max} yang diperoleh.

Hasil rata-rata VO_{2max} (dalam $ml.kg^{-1}.min^{-1}$) yang dicapai dari masing-masing metode yaitu pada laki-laki untuk metode sepeda *Astrand* = $53,24 \pm 7,82$, *treadmill* = $38,43 \pm 9,05$, BMI = $44,85 \pm 3,45$, *skinfold* = $42,49 \pm 3,38$. Untuk perempuan, metode sepeda *Astrand* = $47,86 \pm 8,59$, *treadmill* = $34,1 \pm 5,73$, BMI = $34,25 \pm 2,46$, *skinfold* = $34,63 \pm 2,51$, sehingga metode paling efektif ditinjau dari keoptimalan subyek mencapai VO_{2max} adalah metode *Astrand* dengan rata-rata pencapaian tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersson, D., 2004, *The Astrand-Rhyming Test/Method Under The Magnifying Glass*, Stockholm, Idrottshogskolan.
- Astrand, P.O., Rodahl, K., dan Dahl, H.A., 2003, "Textbook of work Physiology Physiological Bases of Exercise Fourth Edition", Oslo, Human Kinetics.
- Atmadja, D.S. dan Doewes, M., 1995, *ACSM Panduan Uji Latihan Jasmani dan Persepannya*, Jakarta, Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Baumgartner, T.A., Jackson, A.S., Mahar, M.T., dan Rowe, D.A., 2006, "Measurement for Evaluation in Physical Education and Exercise Science", New York: Mc Graw Hill.
- Dahlan, M.S., 2009, *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*, Jakarta, Salemba Medika.

- Grandjean, E., 1986, "Fitting the Task to the Man", London, Taylor & Francis.
- Indriati, E., 2011, *Antropometri Untuk Kedokteran, Keperawatan, Gizi, dan Olahraga*, Klaten, PT Intan Sejati.
- IPAQ Research Committe, 2005, "Guidelines for Data Processing and Analysis of The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)".
- Lutan, R., 2001, *Asas-asas Pendidikan Jasmani*, Jakarta, Dirjen Olahraga Depdiknas.
- Sajoto, M., 1988, *Pembinaan Kondisi Fisik dalam Olahraga*, Jakarta, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Widaninggar, W.M., Suharto, Soekaptiadi, S., dan Hutapea, Jintan, 2002, *Ketahuiilah Tingkat Kesegaran Jasmani Anda*, Jakarta, Departemen Pendidikan Nasional Pusat Pengembangan Kualitas Jasmani.