

EVALUASI BEBAN KERJA DAN STRAIN FISIOLOGIS PADA AKTIVITAS PRAKTIKUM LAPANGAN MAHASISWA FMIPA UNIMA

Meity Martina Pungus, Rolless Nixon Palilingan
Program Pascasarjana Peminatan Ergonomi Fisiologi Kerja
Fakultas Kedokteran Universitas Udayana
meity_pungus@yahoo.com, rollespalilingan@yahoo.com

Abstrak

Aktivitas praktikum lapangan yang biasa dilakukan di alam terbuka sebagai implementasi kurikulum baru sejak tahun 2003, merupakan kegiatan rutin dan penting dalam kegiatan akademik di Jurusan Fisika FMIPA UNIMA.

Aktivitas yang dilakukan selama ini, yang biasanya berlangsung 4 sampai 6 jam, jelas menunjukkan gejala-gejala yang mengharuskan perlu adanya evaluasi tentang aktivitas yang dilakukan, khususnya dilihat dari beban kerja dan kemungkinan terjadinya strain fisiologis. Gejala-gejala tersebut tergambar dari keluhan subyektif yang teramati langsung di lapangan seperti: haus, panas, gerah, lelah, pegal dan sakit belakang; dan juga dari ketidakmampuan sebagian besar mahasiswa untuk bertahan di arena praktikum sampai selesai. Pada setiap kelompok yang biasanya terdiri dari 3 sampai 5 orang, yang mampu bertahan sampai selesai hanya 1 atau 2 orang. Oleh karena itu perlu dievaluasi secara obyektif tentang beban kerja dan kemungkinan terjadinya strain fisiologis dalam melakukan aktivitas praktikum lapangan.

Metode yang digunakan adalah metode observasional dengan pengamatan langsung variabel denyut nadi dan suhu oral (suhu inti tubuh) untuk menentukan beban kerja dan kemungkinan strain fisiologis. Pengukuran variabel denyut nadi dan suhu oral dilakukan tiga kali sepanjang aktivitas praktikum lapangan: sebelum aktivitas, setelah dua unit praktikum dan setelah empat unit praktikum. Pengukuran denyut nadi pemulihan dilakukan pada 5 menit terakhir, dimana denyut nadi diukur pada 30 detik di akhir setiap menit. Beban kerja dan kemungkinan strain fisiologis dievaluasi berdasarkan klasifikasi beban kerja standar yang telah ada.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beban kerja aktivitas praktikum lapangan tergolong pada kategori ringan sampai sedang, demikian juga strain fisiologis yang dialami subyek tergolong pada kategori sedang. Akan tetapi strain fisiologis subyek ada kecenderungan terus meningkat bila lamanya pelaksanaan aktivitas diperpanjang. Karena $ECPT > ECPM$ maka upaya-upaya intervensi untuk perbaikan terhadap pelaksanaan aktivitas praktikum lapangan dapat diarahkan pada hal-hal yang berhubungan dengan iklim mikro setempat.

Kata Kunci : *Praktikum Lapangan, Beban Kerja, Strain Fisiologi.*

1. PENDAHULUAN

Aktivitas praktikum lapangan yang dilakukan di alam terbuka, merupakan aktivitas akademis yang rutin dilakukan dalam kegiatan Belajar Mengajar di Jurusan Fisika FMIPA UNIMA, sebagai implementasi kurikulum berbasis kompetensi yang sudah diberlakukan sejak tahun 2003.

Aktivitas ini dilakukan oleh mahasiswa yang memilih konsentrasi Fisika Lingkungan dan Kebumihan, setelah memilih dari beberapa konsentrasi yang tersedia.

Berdasarkan pengalaman dalam aktivitas praktikum lapangan yang dilakukan selama ini (Tengko dkk. ^[1]), menunjukkan bahwa aktivitas ini berpotensi menyebabkan bahaya yang terekspresi pada keluhan-keluhan secara fisik maupun secara psikis. Praktikum yang biasa dilakukan secara berkelompok 3 sampai 5 orang, yang mampu bertahan di arena praktikum sampai selesai hanya 1 atau 2 orang. Kenyataan dari pengalaman tersebut terbukti dari hasil penelitian Palilingan dan Pungus ^[2] yang menunjukkan bahwa skor kelelahan mahasiswa meningkat secara signifikan setelah bekerja sekitar 2 jam di arena praktikum. Demikian juga suhu orang

yang dapat menggambarkan suhu inti tubuh terjadi peningkatan yang signifikan setelah bekerja selama sekitar 2 jam maupun 4 jam di arena.

Berdasarkan kenyataan tersebut di atas maka dipandang perlu untuk mengadakan evaluasi secara objektif tentang besarnya beban kerja dalam melakukan aktivitas praktikum lapangan kemungkinan terjadinya strain fisiologis.

2. BAHAN DAN METODE

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 8 orang, yang merupakan mahasiswa semester VI Jurusan Fisika FMIPA UNIMA tahun akademik 2006-2007.

Metode yang digunakan adalah metode observasional yang dilakukan dengan cara mengamati langsung variabel-variabel yang digunakan dalam penentuan beban kerja dan strain fisiologis, yaitu variabel denyut nadi dan variabel suhu oral yang mewakili suhu inti tubuh.

Pengamatan variabel denyut nadi dan suhu oral dilakukan secara serentak kepada sampel sebanyak tiga kali yaitu sebelum aktivitas praktikum dilakukan yaitu pada pukul 08.15, setelah dua unit praktikum dilakukan (unit 1, Kelembaban Lingkungan; unit 2, Interaksi Dua

Variabel Fisis Fungsi Harmonik), yaitu pada pukul 11.34 dan setelah empat unit praktikum dilakukan (unit 3, Efek Peredaman Medium Terhadap Penyinaran Matahari; dan unit 4, Transfer Atmosferik), yaitu pada pukul 13.30.

Variabel denyut nadi diukur dengan cara meraba arteri radialis pada pergelangan tangan kiri, kemudian menghitung jumlah denyut nadi selama satu detik. Variabel suhu oral diukur dengan menggunakan termometer klinik digital.

Untuk melihat perubahan rata-rata variabel denyut nadi dan suhu oral pada pengukuran I, pengukuran II dan pengukuran III digunakan uji t pada taraf signifikansi 5%.

Untuk mengevaluasi beban kerja dalam melakukan praktikum lapangan didasarkan pada kriteria beban kerja menurut Grandjean^[3] sebagaimana dalam Tabel 1.

Tabel 3. Kategori beban kerja berdasarkan denyut nadi^[3].

Kategori Beban Kerja	Denyut Nadi Kerja (denyut per menit)
1 Sangat ringan	60-70
2 Ringan	75 -100
3 Sedang	100 -125

4 Berat	125-150
5 Sangat berat	150-175
6 Ekstrim	> 175

Untuk mengevaluasi apakah beban kerja yang dilakukan dalam aktivitas praktikum lapangan adalah akibat aktivitas yang dilakukan atau akibat dari lingkungan kerja (iklim mikro setempat) maka dilakukan perhitungan ECPT (*extra calorie due to peripheral temperature*) dan ECPM (*extra calorie due to peripheral metabolism*)^[4,5].

ECPT dan ECPM ditentukan melalui pengukuran denyut nadi yang dilakukan pada lima menit terakhir setelah bekerja dan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$ECPT = \frac{P3 + P4 + P5}{3} - P0 \text{ dan}$$

$$ECPM = (P1+P2-P3) - \frac{P3 + P4 + P5}{3}$$

dimana P0 adalah denyut nadi istirahat, dan P1, P2, P3, P4, P5 adalah denyut nadi pemulihan menit ke-1, 2, 3, 4, dan 5.

Berdasarkan nilai ECPT dan ECPM maka^[4,5]:

- a) Bila nilai ECPT > ECPM, berarti bahwa faktor lingkungan lebih dominan sehingga memberikan beban kerja tambahan kepada subjek. Dalam upaya perbaikan maka aspek

lingkungan itu harus ditekan sekecil mungkin.

- b) Bila nilai $ECPM > ECPT$, berarti bahwa kerja fisik tugas yang dilakukan memang berat. Upaya intervensinya ditujukan untuk menurunkan beban kerja utama.
- c) Bila nilai $ECPM = ECPT$, itu berarti bahwa beban fisik pekerjaan dan aspek lingkungan sama-sama memberikan beban kepada tubuh; dengan demikian upaya intervensi ditujukan kepada keduanya.

Untuk mengevaluasi kemungkinan strain fisiologis ditentukan berdasarkan angka Indeks Strain Fisiologis (*Psychological Strain Index*, PSI) yang dihitung dengan menggunakan persamaan [6,7]:

$$PSI = \frac{5(T_{ret} - T_{re0})}{(39,5 - T_{re0})} + \frac{5(HR_t - HR_0)}{(180 - HR_0)}$$

dimana T_{ret} dan HR_t adalah pengukuran suhu rektal dan denyut secara serentak pada sembarang waktu yang diambil selama keterpaparan di saat bekerja sedangkan T_{re0} dan HR_0 adalah pengukuran awal.

Menurut Moran, Shitzer, dan Pandolf [7], kriteria untuk strain fisiologis adalah sebagaimana dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Strain Fisiologis [7].

Strain	PSI
	0
Tidak ada/sedikit	1
	2
Rendah	3
	4
Sedang	5
	6
Tinggi	7
	8
Sangat Tinggi	9
	10

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Hasil observasi variabel-variabel penelitian mengikuti prosedur sebagaimana yang telah dikemukakan diberikan dalam Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5.

Perbandingan rata-rata pengukuran variabel denyut nadi dan suhu oral pada pengukuran I, II dan III menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Denyut nadi rata-rata pengukuran I dan II dan juga pengukuran I dan III menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,05$ masing-masing sebesar $p = 0,000$ dan $p = 0,002$, sedangkan pengukuran II dan III tidak berbeda signifikan dengan $p = 0,257$.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu Oral yang Mewakili Suhu Inti Tubuh.

No. Subyek	Rata-rata Pengukuran		
	I (08.15)	II (11.34)	III (13.30)
1 MG	36.97	37.40	38.20
2 VM	36.63	37.50	39.90
3 BL	36.90	37.30	37.60
4 WL	36.87	37.10	38.30
5 VL	36.83	37.23	37.80
6 DN	37.23	37.80	39.20
7 SP	36.93	37.13	37.47
8 RP	36.60	37.00	38.70
Rata-rata	36.87	37.31	38.40
SD	0.20	0.26	0.84

Bila dibandingkan dengan kriteria beban kerja menurut Grandjean ^[3], ternyata beban kerja untuk aktivitas praktikum lapangan termasuk kategori ringan sampai sedang karena rata-rata pengukuran II dan III masing-masing sebesar $98,75 \pm 10,11$ dan $103,42 \pm 11,55$.

Untuk variabel suhu oral rata-rata pengukuran I dan II, pengukuran I dan III serta pengukuran II dan III berbeda secara signifikan dengan nilai $p < 0,05$ masing-masing sebesar $p = 0,001$, $p = 0,002$ dan $p = 0,004$.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Denyut Nadi.

No. Subyek	Rata-rata Pengukuran		
	I (08.15)	II (11.34)	III (13.30)
1 MG	70	93	118
2 VM	83	99	93
3 BL	69	80	90
4 WL	82	100	101
5 VL	80	113	117
6 DN	86	106	108
7 SP	87	106	110
8 RP	86	94	90
Rata-rata	80.46	98.75	103.42
SD	7.30	10.11	11.55

Bila dihitung angka PSI berdasarkan model persamaan yang dikemukakan oleh Moral et.al.^[6,7] maka hasil perhitungan dapat dikemukakan pada Tabel 6.

Berdasarkan kriteria strain fisiologis, pada sekitar 2 jam pertama setelah melakukan aktivitas subyek belum mengalami strain fisiologis dengan nilai PSI rata-rata sebesar $1,75 \pm 0,54$. Setelah melakukan aktivitas sekitar 4 jam, subyek telah mengalami strain fisiologis dengan kategori sedang, dengan nilai PSI rata-rata sebesar $4,01 \pm 1,40$.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Denyut Nadi, Lima Menit Terakhir, Sesaat Setelah Aktivitas Berakhir untuk Penentuan ECPT dan ECPM.

No.	Subyek	Rata-rata Pengukuran						ECPT	ECPM
		P0	P0	P0	P3	P4	P5		
	1MG	70	126	126	118	110	110	43	-105
	2VM	83	92	84	78	88	82	0	-69
	3BL	69	90	85	80	75	70	12	-75
	4WL	82	90	90	92	86	76	3	-87
	5VL	80	110	114	106	102	100	23	-99
	6DN	86	118	108	106	104	106	19	-93
	7SP	87	84	84	82	80	80	-7	-79
	8RP	86	78	82	82	80	80	-6	-85
	Rata-rata	80.46	98.50	96.63	93.00	90.63	88.00	11	-86
	SD	7.30	17.26	16.93	15.12	12.99	15.04	17	12

Tabel 6. Hasil Pengukuran Denyut Nadi, Lima Menit Terakhir, Sesaat Setelah Aktivitas Berakhir untuk Penentuan ECPT dan ECPM.

5	VL	2.4	3.7
6	DN	2.3	5.5
7	SP	1.4	2.3
8	RP	1.1	3.8
	Rata-rata	1.75	4.01
	SD	0.54	1.40

Rata-rata tersebut berbeda secara signifikan dengan nilai $p < 0,05$ yaitu $p = 0,001$.

Hasil perhitungan ECPT dan ECPM berdasarkan data pengukuran denyut nadi pada 5 menit terakhir sesaat setelah aktivitas berlangsung diberikan pada dua

No.	Subyek	Strain Pengukuran :	
		II	III
1	MG	1.9	4.6
2	VM	2.3	6.2
3	BL	1.3	2.3
4	WL	1.4	3.7

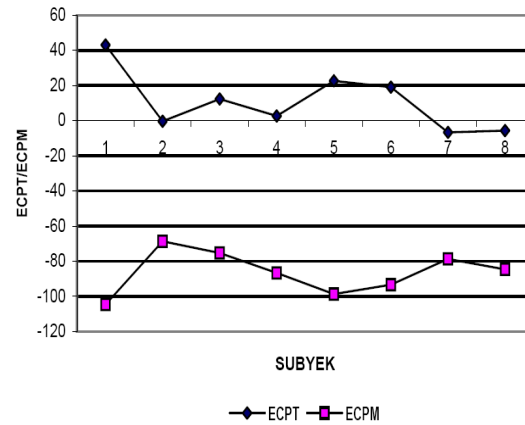
kolom terakhir Tabel 5. Perbedaan antara ECPT dan ECPM secara grafis ditunjukkan dalam Gambar 1. Terlihat bahwa ECPT secara signifikan lebih besar daripada ECPM dengan nilai $p < 0,05$ sebesar $p = 0,000$.

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh jelaslah bahwa ternyata dilihat dari beban kerja menurut kriteria Grandjean^[7], aktivitas praktikum lapangan tergolong pada kategori ringan sampai sedang. Demikian juga dilihat dari indeks strain fisiologis (PSI) menurut kriteria Moral et al.^[6,7], ternyata bahwa strain fisiologis yang dialami subyek tergolong kategori sedang.

Meskipun demikian hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas praktikum lapangan mengandung risiko-risiko yang dapat merugikan mahasiswa sehingga mereka tidak dapat mencapai kinerja yang diharapkan.

Hal tersebut diperkuat dengan kenyataan bahwa baik denyut nadi maupun suhu oral yang mewakili suhu inti tubuh terjadi perubahan yang sangat signifikan hanya dalam waktu 2 jam setelah mulai melakukan aktivitas praktikum.



Gambar 1. Representasi grafis perbedaan ECPT dan ECPM.

Bahkan suhu oral terjadi perubahan yang terus meningkat sampai pada sekitar 4 jam setelah mulai melakukan aktivitas, yaitu setelah melakukan aktivitas praktikum sebanyak 4 unit praktikum. Hal ini berarti bahwa dengan keterpaparan terhadap iklim mikro setempat tubuh subyek mengalami ketidakmampuan untuk mempertahankan suhu inti tubuh^[7].

Oleh karena itu maka dilihat dari indeks strain fisiologis (PSI) subyek telah mengalami strain fisiologis pada kategori sedang setelah bekerja selama 4 jam, pada hal pada dua jam setelah bekerja subyek masih belum mengalami strain fisiologis. meskipun denyut nadi dan suhu oral telah mengalami perubahan yang signifikan dibanding sebelum melakukan aktivitas.

Hal ini berarti bahwa bila aktivitas praktikum lapangan diperpanjang lebih lama lagi misalnya dengan menambah unit praktikum maka dapat diprediksi bahwa strain fisiologis yang dialami oleh subyek akan terus meningkat. Demikian juga bukan tidak mungkin denyut nadi subyek akan terus meningkat.

Kenyataan bahwa ECPT lebih besar dari ECPM menunjukkan bahwa faktor lingkungan yaitu iklim mikro setempat memberikan beban kerja tambahan yang dominan terhadap subyek dibandingkan dengan beban karena level aktivitas yang dilakukan. Hal ini dapat dimengerti karena aktivitas praktikum dilakukan di alam terbuka sehingga subyek terpapar terhadap iklim mikro setempat (radiasi, suhu udara, kelembaban dan kecepatan angin) selama melakukan aktivitas.

Hal ini berarti bahwa bila ingin mengadakan berbagai intervensi untuk memperbaiki pelaksanaan aktivitas maka intervensi tersebut dapat diarahkan pada hal-hal yang berhubungan dengan faktor iklim mikro setempat.

Kenyataan-kenyataan tersebut di atas sejalan dengan hasil yang diperoleh oleh Palilingan dan Pungus^[2] yang mendapatkan bahwa skor kelelahan subyektif subyek mengalami perubahan yang sangat signifikan baik setelah

bekerja 2 jam (setelah menyelesaikan 2 unit praktikum) maupun setelah bekerja 4 jam (setelah menyelesaikan 4 unit praktikum).

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dalam penelitian ini maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Dilihat dari kategori beban kerja, aktivitas praktikum lapangan tergolong kategori ringan sampai sedang.
- 2) Dilihat dari nilai indeks strain fisiologis, dalam melakukan aktivitas praktikum lapangan, subyek mengalami strain fisiologis pada kategori sedang, dan ada kecenderungan terus meningkat bila pelaksanaan aktivitas diperpanjang waktunya.
- 3) Upaya-upaya untuk memperbaiki pelaksanaan aktivitas praktikum lapangan dapat diarahkan pada hal-hal yang berhubungan dengan iklim mikro setempat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tengko, S. N., Palilingan, R.N., Pungus, M.M., Marianus, Medellu, Ch. *Pemanfaatan Peralatan BMG*

- Untuk Praktikum Fisika Bagi Mahasiswa Jurusan Fisika dan Siswa SMA. Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian Kolaboratif. Proyek DUE-Like Batch II. Tondano: Universitas Negeri Manado. 2004.*
- [2] Palilingan, R. N dan Pungus, M. M. *Prospek Penerapan Pendekatan Ergonomi Total Pada Aktivitas Praktikum Lapangan Berdasarkan Evaluasi Terhadap Respons Fisiologis Tubuh Dan Tingkat Kelelahan Mahasiswa. Penelitian Pendahuluan. Denpasar: Program Pascasarjana UNUD. 2007.*
- [3] Grandjean, E. *Fitting the Task to the Man. A Textbook of Occupational Ergonomics* 4th ed. London; Taylor and Francis. 1988.
- [4] Adiputra, N. *Denyut Nadi dan Kegunaannya dalam Ergonomi. Jurnal Ergonomi Indonesia, Vol. 3, No. 1, Juni 2002: 22-26.*
- [5] Intaranont, K. and K. Vanwonderghem. *A Study of the Exposure Limits in Constraining Climatic Conditions for Strenuous Task: An Ergonomics Approach. Bangkok: Departement of Industrial Engineering Chulangkorn University. 1993.*
- [6] Moran, D. S., Montain, S. J., Pandolf, K. B. *Evaluation of different Levels of Hydration Using a New Physiological Strain Index, The American Physiological Society. Am.J.Physiol. 275(44):854-859, 1998.*
- [7] Moran, D. S., Shitzer, A., and Pandolf, K. B. *Evaluation of different Levels of Hydration Using a New Physiological Strain Index, The American Physiological Society. Am.J.Physiol. 275(44):854-859. 1998.*