

PENGARUH KEDALAMAN AIR TERHADAP *SHORT TERM MEMORY* DAN KONSUMSI ENERGI PADA PENYELAM

Rini Dharmastiti, Dhirga Harisa

Staf Pengajar, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta

Mahasiswa, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta

Jl Grafika 2 , Yogyakarta 55281

Telp. / Fax. 0274-521673

rini@ugm.ac.id ; [Rini_Dhirga_Harisa\[d21\] UGM.doc](mailto:Rini_Dhirga_Harisa@d21@ugm.ac.id)

Abstrak

Penelitian ini akan melihat pengaruh kedalaman air terhadap short term memory dan konsumsi energi penyelam. Penelitian ini mengambil sampel 10 mahasiswa pria dan 5 wanita. Pengukuran performansi short term memory dilakukan dengan cara setiap obyek diperlihatkan deretan 7 angka acak yang diberikan selama 5 detik dan setelah 15 detik kemudian dilakukan pemanggilan kembali informasi yang baru saja diberikan. Setiap obyek diuji sebanyak 30 kali untuk setiap kedalaman (1 m; 2,5 m; dan 4 m). Pengukuran konsumsi energi dilakukan dengan menghitung denyut jantung menggunakan metode palpasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin meningkat kedalaman air, maka performansi short term memory penyelam tersebut semakin menurun. Penurunan ini berlaku untuk pria dan wanita. Penambahan kedalaman ini juga meningkatkan konsumsi energi baik pada pria maupun wanita. Perbedaan jenis kelamin mempengaruhi performansi short term memory secara signifikan. Pria memiliki performansi rata-rata short term memory sebesar 91,67% pada kedalaman 1 m, 90,67% pada kedalaman 2,5 m, dan 86,33% pada kedalaman 4 m. Sedangkan wanita memiliki performansi rata-rata sebesar 86% pada kedalaman 1 m, 84% pada kedalaman 2,5 m, dan 80,67% pada kedalaman 4 m. Rata-rata konsumsi energi pria adalah 3,19 kkal, 3,34 kkal, dan 3,65 kkal pada kedalaman 1 m; 2,5 m; dan 4 m berturut-turut. Sedangkan rata-rata konsumsi energi wanita adalah 3,81 kkal, 4,07 kkal, dan 4,54 kkal pada kedalaman yang sama dengan pria.

Kata kunci : tekanan, kedalaman air, performansi short term memory, konsumsi energi.

Abstract

This research is to observe water depth effects on short term memory and energy expenditure of diver. This research objects are 10 male and 5 female students. Short term memory performance measurement held by every object has been shown 7 random numerics (as information) for 5 seconds and after 15 seconds later they write down the information on a paper. Every object got 30 tests for every depth (1 m; 2.5 m, and 4 m). Energy expenditure measurement held by counting heart rate using palpasi method. The results are as deep as the diver dive, short term memory performance will be decreasing and energy expenditure will be increasing for male and female. Gender differences influencing the results significantly. Male has short term memory performance average 91.67% at 1 m, 90.67% at 2.5 m, and 86.33% at 4 m. Female has average performance 86% at 1 m, 84% at 2.5%, and 80.67% at 4 m. Energy expenditure average for male are 3.19 kcal, 3.34 kcal, and 3.65 kcal at 1 m, 2.5 m, and 4 m respectively. Energy expenditure for female are 3.81 kcal, 4.07 kcal, and 4.54 kcal at same depth like male.

Keywords: *pressure, water depth, short term memory performance, energy expenditure.*

PENDAHULUAN

Hancock dan Milner (1986) menyatakan bahwa terdapat hubungan linear antara kedalaman air dengan pengurangan efisiensi performansi kerja. Sedangkan Taylor (1991) menjelaskan bahwa menghirup udara bertekanan pada kedalaman air memiliki resiko yang besar,

yaitu kadar gas Nitrogen di dalam tubuh akan meningkat. Semakin banyak gas Nitrogen di dalam tubuh, performansi penyelam akan semakin menurun. Osborne dan Davis (1976) meneliti performa perhitungan aritmatika, ketangkasan manual dan permainan menyusun kalimat pada 10 penyelam pria di kedalaman air 3 m dan 30 m. Penelitian ini menunjukkan

bahwa bahwa terjadi penurunan performansi yang cukup signifikan dari kedalaman 3 m ke kedalaman 30 m, yaitu penurunan performa ketangkasan manual 22%, perhitungan aritmatik 16%, dan menyusun kalimat menjadi 16%.

Penurunan performa juga terjadi pada waktu pergerakan. Hancock dan Milner (1982) melakukan penelitian waktu gerak 6 penyelam di 3 kondisi, yaitu darat, dan di air pada kedalaman 4,6 meter dan 15,2 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap gerakan di darat membutuhkan waktu 435 ms, sedangkan di kedalaman 4,6 meter adalah 621 ms dan kedalaman 15,2 meter adalah 648 ms. Penelitian ini juga menguji kemampuan mental, dilihat dari tingkat kesalahan yang dilakukan. Peningkatan tingkat kesalahan dari kedalaman 4,6 meter dengan kedalaman 15,2 meter adalah 9 persen. Ferrigno dkk (1997) melakukan penelitian pengukuran kardiovaskular pada 3 penyelam tahan nafas di ruang bertekanan tinggi (*chamber*), penelitian ini menggunakan alat ukur yang disebut *Electrocardiograph*. Hasil penelitian adalah menyelam di air pada temperatur 25°C meningkatkan tekanan darah secara drastis hingga 280/200 dan 290/150 mmHg.

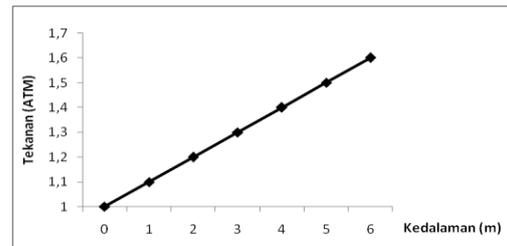
Marabotti dkk (2005) melalui penelitiannya pada 24 penyelam pria membandingkan denyut jantung di darat dan kedalaman air 3 meter. Eksperimen ini adalah penyelaman tahan nafas, tidak menggunakan alat *SCUBA*. Hasilnya adalah terjadi penurunan signifikan denyut jantung di darat dengan kedalaman air 3 m, dari 74 ± 10 bpm menjadi 60 ± 12 bpm. Sedangkan pada kedalaman 10 m, denyut menurun menjadi nilai 57 ± 18 bpm.

Tekanan Lingkungan Air

Menyelam berarti memasuki sebuah lingkungan yang tidak alami bagi manusia (Blickenstorfer, 2004). Hal ini tentunya berpengaruh secara fisik kepada manusia. Tekanan yang diterima tubuh akan ter-akumulasi dari massa udara atmosfer dan massa air yang berada di atas kita. Hanya dengan kedalaman 5 meter di dalam air, seorang penyelam akan merasakan peningkatan tekanan sebesar 0,5

atm sehingga total tekanan yang diterima tubuh adalah 1,5 atm. Hal ini mempengaruhi tubuh dengan cukup signifikan. Hubungan kedalaman air berbanding lurus dengan tekanan yang diterima oleh tubuh. Gambar 3.1. merupakan grafik hubungan tersebut. Titik pengukuran kedalaman diukur dari dada tubuh seseorang, tempat jantung dan paru-paru bekerja untuk memompa darah.

Di permukaan laut (1 atm) larutan Nitrogen di dalam tubuh manusia terdapat kira-kira 1 liter. Tekanan parsial dari Nitrogen yang dihirup menjadi 2 kali lipat pada kedalaman 10 m. Hal ini mengakibatkan Nitrogen yang terlarut dalam jaringan tubuh juga akan meningkat dua kali lipat (2 liter), peningkatan jumlah Nitrogen yang larut ini berlaku dengan semakin bertambahnya kedalaman air. Pada penyelam, peningkatan larutan gelembung-gelembung gas Nitrogen ini dapat menyumbat pembuluh darah atau merusak jaringan-jaringan tubuh (Setiawan, 2000). Gambar 1 memperlihatkan hubungan kedalaman air dengan tekanan.



Gambar 1 Hubungan Kedalaman Dengan Tekanan.

Short Term Memory

Secara fungsi, memori ini bertugas untuk mengorganisasikan informasi, memberi makna informasi dan membentuk pengetahuan untuk disimpan di memori jangka panjang, sehingga disebut memori pekerja. Secara kapasitas, memori ini hanya dapat menyimpan (menahan) informasi dalam waktu pendek, sehingga disebut dengan memori jangka pendek.

Teori George Miller mengatakan bahwa *Short term memory* memiliki kapasitas yang sangat terbatas yaitu hanya 7 ± 2 karakter. Selain kapasitas yang sangat terbatas, *short term memory* juga memiliki durasi yang sangat pendek yaitu hanya

sampai dengan 20 detik tanpa dilakukan perulangan secara terus menerus. Informasi yang sudah tersimpan pada *short term memory* dapat dipanggil kembali secara otomatis, namun informasi tersebut akan mudah hilang jika tertimpa informasi baru.

Kinerja *short term memory* bisa terganggu oleh adanya gangguan yang dapat berasal dari faktor eksternal maupun internal. Thompson (2000) yang dikutip oleh Rahmawati (2008) menerangkan bahwa gangguan secara eksternal dapat berupa informasi yang tertangkap oleh *sensor memory* tidak sampai ke *short term memory* dengan baik dikarenakan gangguan kondisi lingkungan. Sedangkan gangguan internal dapat berupa kurang lancarnya proses aliran informasi karena gangguan organ tubuh yang bersifat sementara maupun yang bersifat permanen.

Thompson (2000) yang dikutip Rahmawati (2008) menjelaskan terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya perbedaan pada kemampuan *short term memory*. Perbedaan yang terjadi itu disebabkan oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Faktor internal :
 - Kondisi fisik seseorang seperti kondisi kesehatan dan tingkat kadar hormone yang dihasilkan.
 - Kondisi mental yang dapat berupa tekanan pada diri seseorang, perasaan tidak tenang, stress.
 - Frekuensi penggunaan *memory* oleh tiap-tiap seseorang.
- b. Faktor eksternal :
 - Kondisi lingkungan kerja seperti kebisingan, temperatur, pencahayaan, dan getaran akan menyebabkan perbedaan dalam kemampuan *short term memory*.
 - Gangguan konsentrasi sewaktu menggunakan *short term memory* juga dapat menyebabkan perbedaan dalam penerimaan *short term memory*.

Potter (1993) menjelaskan bahwa ketajaman *short term memory* dapat diuji dengan menggunakan suatu *tools* yang melibatkan *running memory task* dengan menggunakan gangguan dari luar serta

perbedaan karakteristik pria dan wanita. *Running memory task* merupakan suatu aktivitas kerja yang melibatkan kerja dari daya ingat / *memory* saat operator itu menggunakan seluruh atau sebagian inderanya dalam melakukan aktivitas pekerjaan dengan melibatkan kecermatan dan ketelitian fungsi indera dalam mengidentifikasi informasi yang dapat berbentuk suara, gambaran fisik, bau, rasa, maupun memiliki karakteristik objek.

Konsumsi Energi

Tubuh manusia harus mengkonsumsi energi untuk menjaga fungsi dasar tubuh walaupun sedang tidak beraktivitas. Pengeluaran energi manusia diukur dengan satuan kilokalori (kcal). Level paling rendah kebutuhan energi untuk menjaga kehidupan disebut metabolisme basal. Setiap aktivitas fisik mengakibatkan peningkatan kebutuhan energi, takaran kebutuhan ini berbeda-beda sesuai dengan beban aktivitasnya. Sehingga kebutuhan energi saat bekerja adalah penjumlahan dari metabolisme basal dan nilai metabolisme kerja. Rata-rata metabolisme basal pada orang dewasa berkisar antara 1,6 hingga 1,8 kkal per 24 jam, atau sekitar 1 kkal per kg tubuh per jam. Sedangkan kebutuhan energi pada aktivitas fisik diklasifikasikan dalam 5 level, yaitu ringan, medium, berat, sangat berat, dan paling berat (Wickens dkk, 2004). Hubungan antara konsumsi energi dengan kecepatan denyut jantung dilakukan melalui pendekatan kuantitatif dengan menggunakan analisis regresi. Dengan menggunakan regresi dapat dilihat hubungan antara denyut jantung, tinggi badan, berat badan, dan usia dengan energi. Persamaan 1. adalah persamaan hubungan antara kecepatan denyut jantung dengan menggunakan konsumsi energi.

$$VO_2 = 0.019HR - 0.024h + 0.016w + 0.045^a + 1.15 \quad (1)$$

- Dengan
- VO_2 : Konsumsi oksigen (liter/menit)
 - HR : Denyut jantung (denyut/menit)
 - h : Tinggi badan (cm)
 - w : Berat badan (kg)
 - a : Usia (tahun)

Sedangkan menurut Wickens dkk (2004) 1 liter oksigen sama dengan 4,8 kkal.

METODOLOGI PENELITIAN

Obyek terdiri dari 10 penyelam pria (usia $21,8 \pm 2,15$ tahun) dan 5 penyelam wanita (usia $22,4 \pm 1,82$ tahun) mahasiswa anggota Unit Selam Universitas Gadjah Mada yang sudah memiliki sertifikat selam Internasional *Confederation Mondiales des Activites Subaquatiques* dengan jenjang *One *Star Scuba Diver*. Sebelum eksperimen dimulai, semua obyek diwawancarai mengenai fungsi indera penglihatan untuk memastikan bahwa obyek dapat melihat dengan jelas.

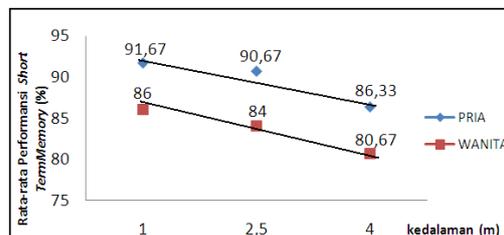
Penelitian dilakukan di kolam renang Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Yogyakarta dengan kedalaman kolam 5,8 meter. Semua obyek menggunakan peralatan *SCUBA*, dengan komposisi udara di dalam tabung sama dengan komposisi udara normal.

Obyek diberi kesempatan tiga kali uji coba di darat dengan *running memory task* yang berbeda untuk menghilangkan *learning effect*. Obyek melakukan 30 kali percobaan berupa mengingat deretan 7 angka acak. Deretan angka ini ditampilkan selama 5 detik dan kemudian akan ditutup. Setelah ditutup 15 detik, obyek diminta menulis kembali deretan angka yang telah ditampilkan sebelumnya. Pada tahapan eksperimen *running memory task* ini obyek pria dan wanita diberikan variasi kedalaman air yaitu 1 m, 2,5 m, dan 4 m. Pengukuran denyut jantung dilakukan dengan menggunakan metode palpasi (Adiputra, 2002). Dengan ujung tiga jari (telunjuk, jari tengah, dan jari manis) pemeriksa meraba denyutan pembuluh darah di daerah pergelangan tangan, bagian luar arah ibu jari. Arah ketiga ujung jari membentuk garis lurus sesuai dengan panjang sumbu tubuh. Lama perabaan adalah 30 detik. Kemudian hasil yang diperoleh dikalikan 2 untuk mendapatkan jumlah denyut nadi per menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Performansi *Short Term Memory*

Performansi rata-rata *short term memory* pria dan wanita mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya



kedalaman air seperti terlihat pada Gambar 2.

Gambar 2 Performansi Rata-rata *Short Term Memory*.

Koefisien korelasi untuk pria adalah $r = -0,941$, sedangkan pada wanita adalah $r = -0,99$. Persamaan regresi untuk pria adalah $Y = -2,67X + 94,89$, sedangkan pada wanita adalah $Y = -2,665X + 88,88$.

Performansi di darat untuk pria adalah 95,67%, sedangkan wanita adalah 92%. Untuk membandingkan performansi di darat dengan masing-masing kedalaman dapat dilakukan dengan cara menggunakan uji-t sampel berpasangan. Tabel 1 dan Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil perhitungan. Terlihat bahwa performansi dari *short term memory* pria dan wanita di darat dengan masing-masing kedalaman adalah berbeda secara signifikan.

Tabel 1 Komparasi kedalaman *Short Term Memory* Pria.

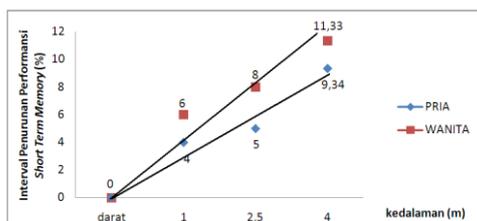
komparasi	thitung	ttabel	keputusan
darat - 1 m	2,715	2,101	Ho ditolak
darat - 2,5 m	2,861	2,101	Ho ditolak
darat - 4 m	3,185	2,101	Ho ditolak

Tabel 2 Komparasi kedalaman *Short Term Memory* Wanita.

komparasi	thitung	ttabel	keputusan
darat - 1 m	3,674	2,306	Ho ditolak
darat - 2,5 m	4	2,306	Ho ditolak
darat - 4 m	13,874	2,306	Ho ditolak

Pengaruh Jenis Kelamin Terhadap Performansi Short Term Memory

Interval penurunan performansi *short term memory* pada masing-masing jenis kelamin terlihat pada Gambar 3. Interval penurunan didapat dari selisih persentase performansi di darat dengan di setiap kedalaman. Terlihat bahwa interval penurunan performansi *short term memory* pada wanita lebih besar daripada hasil penurunan performansi pada pria.



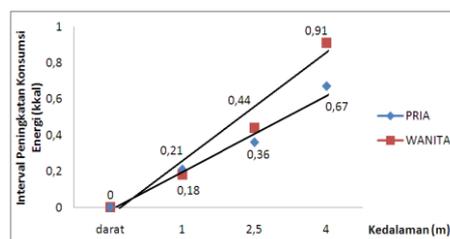
Gambar 3 Interval Penurunan Performansi Short Term Memory.

Dari perhitungan uji homogenitas varians didapat $F_{hitung} = 9,75$. Nilai F_{tabel} dengan $dk_{pembilang} = 39$ dan $dk_{penyebut} = 19$ dan taraf kesalahan ditetapkan = 5%, maka harga $F_{tabel} = 2,02$. Ternyata harga F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} ($9,75 > 2,02$). Dengan demikian H_0 ditolak dan H_a diterima. Hal ini berarti varians tidak homogen. Dengan menggunakan rumus uji-t berpasangan, didapat $t_{hitung} = 2,825$. Sedangkan $t_{tabel} = 2,519$. Ternyata harga t_{hitung} lebih besar dari harga t_{tabel} .

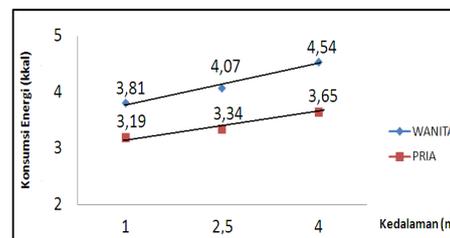
Dengan demikian H_0 ditolak dan H_a diterima. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan antara performansi *short term memory* pria dengan *short term memory* wanita.

Konsumsi Energi

Meningkatnya kedalaman air menyebabkan meningkatnya konsumsi energi pada pria dan wanita. Peningkatan dapat dilihat pada Gambar 4 sedangkan interval peningkatan terlihat pada Gambar 5



Gambar 4. Konsumsi Energi Objek Penelitian.



Gambar 5 Interval Peningkatan Konsumsi Energi.

Koefisien korelasi untuk pria adalah $r = 0,98$, sedangkan pada wanita adalah $r = 0,986$. Konsumsi energi di darat untuk pria adalah 2,98 kkal, sedangkan wanita adalah 3,63 kkal. Untuk membandingkan konsumsi energi di darat dengan masing-masing kedalaman dilakukan dengan menggunakan uji-t terhadap sampel berpasangan.

Tabel 3 Komparasi kedalaman Konsumsi Energi Pria.

komparasi	thitung	ttabel	keputusan
darat - 1 m	-4,804	2,101	Ho ditolak
darat - 2,5 m	-5,988	2,101	Ho ditolak
darat - 4 m	-6,931	2,101	Ho ditolak

Tabel 4 Komparasi kedalaman Konsumsi Energi Wanita.

komparasi	t hitung	t tabel	keputusan
darat - 1 m	-1,577	2,306	Ho diterima
darat - 2,5 m	-1,679	2,306	Ho diterima
darat - 4 m	-4,551	2,306	Ho ditolak

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan. Terlihat bahwa pada pria, terdapat perbedaan secara signifikan terhadap konsumsi energi di darat dengan masing-masing kedalaman. Namun pada wanita, konsumsi energi tersebut berbeda pada kedalaman 4 m, bukan pada kedalaman sebesar 1m dan 2,5 m.

Dari perhitungan uji homogenitas varians didapat $F_{hitung} = 0,357$. Nilai F_{tabel} dengan $dk_{pembilang} = 39$ dan $dk_{penyebut} = 19$ dan taraf kesalahan ditetapkan = 5%, maka harga $F_{tabel} = 2,02$. Ternyata harga F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} ($0,357 < 2,02$). Dengan demikian H_0 diterima. Hal ini berarti varians homogen.

Dengan menggunakan rumus uji-t independen, didapat $t_{hitung} = -3,057$. Sedangkan $t_{tabel} = 1,627$. Ternyata harga t_{hitung} lebih besar dari harga t_{tabel} . Dengan demikian H_0 ditolak dan H_a diterima. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan antara konsumsi energi pria dengan wanita.

Setiawan (2000) mengatakan bahwa bila seseorang bernafas pada tekanan tinggi, nitrogen (yang membentuk 79% udara) mempunyai pengaruh yang dapat mengakibatkan keracunan, dan seperti halnya alkohol, pengaruhnya bisa menggembirakan dan mencelakakan. Pengaruh tersebut akan dialami oleh semua penyelam yang menggunakan udara sebagai gas pernafasannya pada kedalaman 30 meter atau lebih, kadang-kadang malah lebih dangkal. Fungsi-fungsi otak yang tinggi seperti daya pemikiran, penilaian, daya ingat dan perhatian merupakan fungsi yang pertama-tama terpengaruh. Keracunan gas Nitrogen biasanya terjadi pada kedalaman 100 feet (33 m). Gejalanya berupa penurunan kemampuan intelektual, perubahan perasaan, dan tingkah laku .

Penelitian dengan membandingkan hasil eksperimen antara di air dan di darat menunjukkan bahwa performansi *short term memory* di darat (95,67%) lebih tinggi daripada di dalam air. Perbedaan performansi ini disebabkan perbedaan lingkungan. Media udara dan air sangat berbeda pengaruhnya pada manusia. Media air lebih membatasi kecepatan gerak tubuh. Selain itu, tekanan luar yang diterima tubuh

juga berbeda, dimana tekanan air yang lebih tinggi dari tekanan udara jantung dan paru-paru bekerja lebih keras untuk memompa udara ke organ tubuh. Ward dkk (2007) menjelaskan bahwa pada penyelam menggunakan alat bernapas di bawah laut (*SCUBA diving*), seseorang dimungkinkan menyelam lebih dari kedalaman 1 meter, tetapi hal tersebut menimbulkan masalah. Dengan menggunakan udara yang terkompresi, peningkatan PN_2 alveolar akan meningkatkan PN_2 arterial, yang mempunyai efek pada otak yang serupa dengan intoksikasi alkohol dan akhirnya menyebabkan Narkosis Nitrogen.

Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Hancock dan Milner (1982). Penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin dalam obyek menyelam, maka terjadi penurunan performansi waktu pergerakan dan kemampuan mental. Walaupun penelitian ini tidak mengukur performansi *short term memory*, namun diasumsikan performansi waktu pergerakan, kemampuan mental, dan *short term memory* adalah berbanding searah.

Penjelasan Salvendy (1998) yang dikutip oleh Rahmawati (2008) menjelaskan bahwa terdapat banyak kekurangan dan kelebihan dalam menjalankan pekerjaan diantara pria dan wanita. Wanita dapat diandalkan untuk tipe pekerjaan yang bersifat repetitif (berulang) dan membutuhkan ketelitian yang tinggi namun memiliki daya tahan fisik dan kecepatan kerja yang rendah, sedangkan pria dapat diandalkan untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan daya tahan fisik dan kecepatan yang tinggi namun kurang stabil dalam mempertahankan kualitas dan performansi kerja yang tinggi pada tiap-tiap pekerjaannya.

Beraktivitas di lingkungan air -yang bertekanan tinggi- menuntut kekuatan fisik yang tinggi pula. Kekuatan fisik inilah yang mempengaruhi perbedaan antara pria dan wanita. Hal ini dapat dilihat dari konsumsi energi antara pria dan wanita selama menyelam. Konsumsi energi wanita (mean = 4,14 kkal) lebih banyak daripada pria (mean = 3,39 kkal). Peningkatan konsumsi

energi ini disebabkan karena terjadi peningkatan terhadap tekanan air.

Pengaruh utama dari meningkatnya hambatan pada pernafasan akibat tekanan air adalah berkurangnya ventilasi paru-paru. Akibatnya banyak tenaga yang harus dikerahkan untuk bernafas dan hal ini dapat menjurus pada cepatnya terjadi kelelahan dibandingkan dengan aktivitas yang sama yang dilakukan di darat (Setiawan, 2000).

Penelitian mengenai pengaruh tekanan air terhadap denyut jantung dilakukan oleh Toscano (2004) menunjukkan pernyataan yang sama. penelitian ini dilakukan di kolam simulasi laboratorium dimana obyek penelitian menggunakan kostum astronot. Pada penelitian ini obyek diberikan pekerjaan di dalam air. Hasilnya berupa peningkatan denyut jantung sekitar 50% pada pekerjaan bawah air dibandingkan denyut jantung pada kondisi istirahat. Bedanya dengan penelitian penulis, pada penelitian Toscano (2004) obyek melakukan suatu pekerjaan, sedangkan pada penelitian penulis, obyek tidak melakukan aktivitas apapun.

KESIMPULAN

Pada eksperimen *running memory task*, terlihat bahwa performansi *short term memory* pria dan wanita menurun dengan semakin bertambahnya kedalaman secara signifikan.

Pria memiliki performansi *short term memory* yang lebih baik daripada wanita. Rata-rata performansi *short term memory* pria adalah 89,56% sedangkan wanita adalah 83,56%. Perbedaan jenis kelamin menghasilkan performansi yang berbeda secara signifikan.

Pengukuran konsumsi energi melalui metode palpasi menunjukkan bahwa meningkatnya kedalaman air menyebabkan meningkatnya konsumsi energi baik pada pria maupun wanita. Konsumsi energi pria meningkat secara signifikan mulai dari kedalaman 1 meter, tetapi pada konsumsi energi wanita peningkatan tersebut mulai signifikan pada kedalaman 4 meter. Konsumsi energi pria untuk kedalaman 1; 2,5; dan 4 meter berturut-turut adalah 3,19 kkal, 3,34 kkal, dan 3,65 kkal. Sedangkan konsumsi energi

wanita adalah sebesar 3,81 kkal, 4,07 kkal, dan 4,54 kkal pada kedalaman yang sama dengan hasil dari pria.

Wanita membutuhkan lebih banyak energi daripada pria. Rata-rata wanita mengkonsumsi energi sebanyak 4,14 kkal sedangkan pria mengkonsumsi 3,39 kkal. Perbedaan jenis kelamin menghasilkan kebutuhan energi yang berbeda secara signifikan. Interval penurunan performansi *short term memory* wanita lebih besar daripada pria, dan interval peningkatan konsumsi energi wanita lebih besar daripada konsumsi energi pria.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiputra, N., (2002), *Denyut Nadi dan Kegunaannya Dalam Ergonomi*, Jurnal Ergonomi Indonesia, Vol.3, No.1.
2. Blickenstorfer, C. H., (2004), *Diving Physiology, Scuba Diving Introduction*, http://www.scubadiverinfo.com/3_book_review, online 27 feb 2009.
3. Ferrigno, M., Ferretti, G., Ellis, A., Warkander, D., Costa, M., Cerretelli, P., Lundgren, E. G., (1997), *Cardiovascular Changes During Deep Breath - hold Dives In a Pressure Chamber*, <http://www.jap.physiology.org>, online 27 feb 2009.
4. Gemonpre, P. M. R., (2001), *The Medical Risk of Underwater Diving and Their Control, Ear, Sinuses, and The Effect of Pressure*, <http://www.fimsorg/default.asp?pageID=686549714>, online 27 Feb 2009.
5. Hancock, P. A., Milner, E. K., (1982), *Mental and Psychomotor Task Performance In an Open Ocean Underwater Environment*,.
6. Hancock, P. A., Milner, E. K., (1986), *Task Performance Under Water, An Evaluation Of Manual Dexterity Efficiency In The Open Ocean Underwater Environment*, <http://www.mit.ucf.edu/Underwater>, online 27 feb 2009.
7. Marabotti, C., Scalzini, A., Chiesa, F., Bedini, R., Reale, L., Passare, M., Belardinelli, A., Pingitore, A., Cialoni, D., Data, P. G., (2005), *Echocardiographic changes during*

- breath-hold diving*, <http://www.blue2005.ifc.cnr.it/download>, online 13 Maret 2009.
8. Osborne, J. P., Davis, F. M., (1976), *underwater research, diver performance-nitrogen narcosis and anxiety*, Academic Press Inc.(London) L T D , N e w Y o r k .
 9. Potter, M, C., (1993), *Very Short Term Comceptual Memory : Short Term Memory*, <http://mollylab-1.mit.edu/lab/publication/potter1993>, online 13 Maret 2009.
 10. Rahmawati, I., (2008), *Analisis Pengaruh Tingkat Kebisingan, Jenis Kebisingan, dan Jenis Kelamin Terhadap Performansi Short TermMemory*, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
 11. Setiawan, H. W., (2000), *Pengantar Ilmu Kesehatan Penyelaman*, Edisi Revisi, Perhimpunan Kesehatan Hiperbarik Indonesia, Indonesia.
 12. Soeprijoto, R., (2005), *Diving Health and Safety*, Perhimpunan Kesehatan Hiperbarik Indonesia, Jakarta.
 13. Taylor, L. H., (1991), *A few Things Your Sport Diving Instructor May Not Have Told You About Deeper Diving*, <http://www.mindspring.com/~divegeek>, online 27 Feb.2009.
 14. Toscano, E., Fubini, E., Gaia, E., (2004), *Microgravity simulation: physical and Psychological workload evaluation tests in an underwater environment*,<http://www.sciencedirect.com/science>, online 13 Maret 2009.
 15. Ward. J. P. T., Ward, J., Leach, R. M., Wiener, C. M, *At a Glance Sistem Respirasi*, Edisi Kedua., Penerbit Erlangga , J a k a r t a .
 16. Wickens, C. D., Lee, J., Liu, Y., Becker, S. G., (2004), *An Introduction to Human Factors Engineeering*, 2nd ed., Pearson Education International, N e w J e r s e y .