

ESTIMASI KALORI EXPENDITURE BERDASARKAN ACCELEROMETER ACTIGRAPH DAN ERGOCYCLE

ESTIMATION OF CALORIE EXPENDITURE BASED ON ACCELEROMETER ACTIGRAPH AND ERGOCYCLE

¹Surya Wibawa, ²Adang Suherman, ^{3*}Kuston Sultoni, ⁴Jajat, ⁵Yati Ruhayati, ⁶Widy Dewi Nuryanti
^{1,2,3*,4,5,6}Program Studi Ilmu Keolahragaan, Fakultas Pendidikan Olahraga dan Kesehatan,
Universitas Pendidikan Indonesia

Kontak koresponden: kuston.sultoni@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kecocokan pengukuran pengeluaran energi menggunakan *accelerometer ActiGraph GT3X* dan *ergocycle* pada aktivitas fisik terkontrol. Metode penelitian ini menggunakan desain eksperimen semu dengan melibatkan 50 mahasiswa Program Studi Ilmu Keolahragaan Universitas Pendidikan Indonesia, terdiri dari 27 laki-laki dan 23 perempuan. Pengukuran dilakukan menggunakan accelerometer yang dipasang pada pinggang partisipan, serta *ergocycle* dengan tiga tingkat resistansi berbeda. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata pengeluaran kalori pada laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan pada kedua metode pengukuran. Analisis korelasi mengindikasikan hubungan signifikan antara *ActiGraph* dan *ergocycle*, menunjukkan bahwa kombinasi kedua alat ini dapat memberikan estimasi energi yang lebih komprehensif. Penelitian ini juga menyoroti keunggulan masing-masing alat, yaitu fleksibilitas *ActiGraph* untuk aktivitas sehari-hari dan akurasi *ergocycle* dalam kondisi terkontrol. Kendati demikian, penelitian ini terbatas pada populasi mahasiswa dan aktivitas fisik terkontrol sehingga belum dapat digeneralisasi untuk populasi lebih luas.

Kata Kunci: *Accelerometer ActiGraph*; *Ergocycle*; Estimasi Energi; Aktivitas Fisik

ABSTRACT

This study aims to analyze the compatibility of energy expenditure measurements using the ActiGraph GT3X accelerometer and ergocycle during controlled physical activities. The research employed a quasi-experimental design involving 50 students from the Sports Science Study Program at the Indonesia University of Education, consisting of 27 males and 23 females. Measurements were conducted using an accelerometer attached to the participants' waist and an ergocycle with three different resistance levels. The results showed that the average calorie expenditure for males was higher than for females across both measurement methods. Correlation analysis indicated a significant relationship between ActiGraph and ergocycle measurements, suggesting that combining these tools could provide a more comprehensive energy estimation. The study also highlighted the advantages of each tool: the ActiGraph's flexibility for daily activities and the ergocycle's accuracy in controlled conditions. However, this study is limited to a population of university students and controlled physical activities, making it less generalizable to broader populations.

Keywords: *ActiGraph Accelerometer; Ergocycle; Energy Estimation; Physical Activity*

Pendahuluan

Studi tentang asupan kalori telah melihat berbagai dimensi dan elemen keseimbangan energi (Dowd et al., 2012; Farooqi & O’Rahilly, 2006) Tingkat metabolisme istirahat, efek termis dari nutrisi dan latihan fisik mewakili tiga jenis konsumsi energi utama, yang semuanya dapat diukur (Binns et al., 2015). Namun, variasi individu seperti usia, jenis kelamin, dan kondisi kesehatan sering kali mempersulit proses pengukuran (Cunningham, 1991). Lebih jauh lagi, teknik seperti *ergocycle* dan *akselerometer* memberikan hasil yang berbeda, yang dapat menimbulkan kebingungan tentang teknik mana yang paling akurat (Dunstan et al., 2012; Leenders et al., 2006). Pernyataan ini memberikan gambaran komprehensif mengenai elemen keseimbangan energi dan tantangan dalam pengukurannya. Namun, diperlukan penekanan lebih lanjut pada konteks aplikasi teknik pengukuran (*ergocycle vs. akselerometer*) dalam skenario spesifik, seperti perbedaan efektivitasnya pada populasi tertentu. Selain itu, integrasi teknologi baru atau pendekatan multidimensional dapat menjadi solusi untuk mengatasi variasi individual yang disebutkan.

Kesalahan dalam estimasi energi dapat memengaruhi cara tubuh mengelola energi, kekurangan energi dapat menyebabkan ketidakseimbangan fungsi sistem kekebalan tubuh dan dapat menyebabkan penyakit kronis (Romieu et al., 2017). Dalam jangka panjang, kekurangan energi dapat memengaruhi kualitas tidur dan meningkatkan kemungkinan timbulnya gangguan psikologis seperti depresi dan stress (Chaput, 2014; Drew et al., 2018). Di sisi lain, kehilangan kalori terjadi ketika seseorang mengonsumsi lebih banyak energi daripada yang diterimanya dari makanan (Chow et al., 2024). Estimasi energi yang tidak akurat dapat memiliki konsekuensi serius pada kesehatan fisik dan mental, termasuk disfungsi kekebalan, penyakit kronis, gangguan tidur, dan risiko psikologis. Oleh karena itu, pemahaman yang tepat tentang keseimbangan energi sangat penting untuk mendukung kesehatan secara holistik.

Mengendalikan kalori secara seimbang merupakan hal yang penting untuk mengoptimalkan kualitas tidur dan kesehatan fisik seefektif mungkin (Oudegeest-Sander et al., 2012). Selain itu, ditemukan bahwa strategi pembatasan kalori efisien dalam meningkatkan profil metabolisme dan meningkatkan efisiensi energi tubuh (Most & Redman, 2020). Metode berbasis aktivitas fisik yang terukur adalah salah satu cara untuk memaksimalkan pengeluaran kalori (Viera et al., 2017). Alternatif untuk masalah ini bisa menggunakan kombinasi *ergocycle* dan *akselerometer*. *Akselerometer* seperti *ActiGraph GT3X* membuat penilaian aktivitas fisik sehari-hari lebih fleksibel (Bisson et al., 2015; Chen & Bassett, 2005). Sisi lain, *ergocycle* dapat memberikan informasi yang lebih akurat dalam kondisi yang terkontrol (Beltz et al., 2016). Kombinasi ini memungkinkan menghasilkan estimasi energi yang lebih komprehensif. Pengendalian kalori yang seimbang dan penggunaan kombinasi alat seperti *ergocycle* dan *akselerometer* dapat meningkatkan akurasi pengukuran pengeluaran energi. Pendekatan ini menawarkan solusi holistik untuk mengoptimalkan kesehatan fisik, metabolisme, dan kualitas hidup.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kecocokan *accelerometer Actigraph GT3X* yang diukur secara objektif dan membandingkannya dengan alat *ergocycle* dalam memperkirakan pengeluaran kalori selama aktivitas fisik. Dengan memahami hubungan ini, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui adanya perbedaan estimasi kalori expenditure dari kedua alat ukur yaitu *accelerometer Actigraph GT3X* dan *Ergocycle*.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan *cross-sectional*, dimana data dikumpulkan pada satu waktu tertentu untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai variabel yang diteliti. Metode ini memungkinkan analisis hubungan antarvariabel penelitian secara simultan tanpa memerlukan pengamatan berulang. Pendekatan ini dipilih karena relevansinya dalam menggambarkan prevalensi dan distribusi pengeluaran energi yang diukur menggunakan *accelerometer ActiGraph GT3X* dan *ergocycle* selama aktivitas fisik terkontrol.

Penelitian ini melibatkan 50 orang mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia prodi Ilmu Keolahragaan secara sukarela yang terdiri dari 27 laki-laki dan 23 perempuan dengan rata-rata berusia 19 tahun yang dibagi ke dalam dua gelombang pada saat pengambilan data. Proses pengambilan data dilakukan dari bulan Oktober sampai November.

Sebelum penelitian berlangsung, partisipan mengisi formulir dalam bentuk Google Form dengan tujuan bersedia mengikuti penelitian dari awal hingga akhir, selanjutnya partisipan masuk ke dalam tahap awal yaitu penggunaan alat *accelerometer Actigraph GT3X* yang dipasang pada bagian pinggang partisipan, alat ini berfungsi untuk memperkirakan pengeluaran energi dalam bentuk kalori atau kalori yang terbakar selama aktivitas fisik.

Selanjutnya partisipan masuk ke dalam uji *ergocycle*, tahap ini mengharuskan partisipan melakukan 3x tes menggunakan *ergocycle* dengan tiap sesi memiliki perbedaan *resistance*. Sesi pertama dilakukan dengan jumlah *resistance* 2, sesi ke 2 dilakukan dengan jumlah *resistance* 5 dan sesi terakhir dilakukan dengan jumlah *resistance* 10. Di setiap sesi tes dilakukan jeda istirahat selama 5 menit dan waktu dalam melakukan tes di setiap sesinya adalah 10 menit. Hasil jumlah kalori yang dikeluarkan saat menggunakan *ergocycle* dicatat.

Pengelolaan data menggunakan program SPSS Serie 25. Pengujian data dilakukan dengan analisis deskriptif untuk menampilkan perbedaan rata-rata kalori pada *accelerometer* dan *ergocycle*, selanjutnya melakukan uji korelasi untuk mengetahui hubungan antara alat *Actigraph* dan *Ergocycle* dan melihat sejauh mana kedua alat tersebut memiliki keterkaitan dalam memperkirakan pengeluaran kalori selama aktivitas fisik.

Hasil

Berdasarkan data pada tabel, rata-rata kalori pada *Accelerometer* untuk kelompok laki-laki adalah 76,40 kkal lebih tinggi dari kelompok perempuan yang bernilai 74,48 kkal. Pada *Ergocycle* rata-rata kalori untuk kelompok laki-laki adalah 74,48 kkal, lebih tinggi dari rata-rata kalori kelompok perempuan yaitu 50,21 kkal.

Tabel 1. Hasil Deskripsi Data Rata-Rata Kalori (kcal) dari *Actigraph* dan *Ergocycle*

		N	Mean (kcal)
<i>Actigraph</i>	Laki-Laki	27	76,40
	Perempuan	23	74,48
	Total	50	75,52
<i>Ergocycle</i>	Laki-Laki	27	63,26
	Perempuan	23	50,21
	Total	50	57,25

Berdasarkan hasil uji korelasi diketahui ada hubungan yang signifikan antara *Actigraph* dan *Ergocycle* ($p > .05$). Nilai korelasi antara *Actigraph* dan *Ergocycle* adalah 0,343.

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi Antara *Actigraph* dengan *Ergocycle*

	N	Correlation Coefficient	Sig. (2-tailed)
<i>Actigraph</i>	50	1,000	0,015
<i>Ergocycle</i>	50	.343*	0,015

Berdasarkan analisis dari kedua tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa rata-rata pengeluaran kalori yang diukur menggunakan *accelerometer ActiGraph* lebih tinggi pada kelompok laki-laki (76,40 kcal) dibandingkan kelompok perempuan (74,48 kcal). Demikian pula, pengukuran menggunakan *ergocycle* menunjukkan bahwa rata-rata pengeluaran kalori pada kelompok laki-laki (74,48 kcal) lebih tinggi dibandingkan kelompok perempuan (50,21 kcal). Hasil uji korelasi menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara hasil pengukuran menggunakan ActiGraph dan *ergocycle* dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,343 ($p > 0,05$).

Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan pengeluaran kalori berdasarkan alat *Accelerometer* dan *Ergocycle* pada mahasiswa untuk mengukur pengeluaran energi. Hasil penelitian disimpulkan adanya hubungan yang signifikan antara *Actigraph* dengan *Ergocycle* pada mahasiswa. Adapun data variabel yang dikaji dalam penelitian ini adalah pengeluaran energi pada aktivitas bersepeda dalam satuan kcal.

Estimasi pengeluaran kalori berdasarkan penggunaan *ActiGraph* menunjukkan hasil kalori yang lebih tinggi dibandingkan dengan *Ergocycle*. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa *ActiGraph* memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dalam mengklasifikasikan aktivitas fisik, sehingga dapat meningkatkan ketepatan estimasi pengeluaran energi, terutama dalam berbagai kondisi aktivitas yang berbeda (Sholahuddin et al., 2024). Selain itu, beberapa penelitian lain menunjukkan bahwa ada kesamaan dalam estimasi pengeluaran energi antara perangkat akselerometer dan metode pengukuran lain dalam kondisi tertentu (Altini et al., 2015; Dannecker et al., 2013; Leenders et al., 2006). Oleh karena itu, kombinasi penggunaan kedua alat ini memungkinkan estimasi energi yang lebih komprehensif, sebagaimana ditunjukkan oleh perbedaan rata-rata kalori pada laki-laki dan perempuan di

penelitian ini.

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara *Actigraph* dengan *Ergocycle*. Hal ini menunjukkan bahwa *akselerometer Actigraph GT3X* sangat fleksibel untuk penilaian aktivitas fisik (Beamon, 2019; Chen & Bassett, 2005; Kossi et al., 2021). Dukungan serupa ditemukan dalam studi yang menyimpulkan bahwa *ActiGraph* dapat digunakan dengan baik untuk aktivitas berjalan maupun bersepeda, meskipun tingkat keakuratan dapat dipengaruhi oleh kondisi penggunaannya (Arvidsson et al., 2019; Bassett & John, 2010; Herman Hansen et al., 2014). Penelitian lain menyebutkan bahwa *ergocycle* memberikan hasil lebih akurat dalam kondisi terkontrol (Beltz et al., 2016; Brazeau et al., 2016). Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan pentingnya memilih metode pengukuran yang sesuai, seperti penggunaan *Actigraph* dan *Ergocycle*, untuk memahami pengeluaran kalori dalam aktivitas fisik.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yaitu partisipan hanya berasal dari mahasiswa program studi Ilmu Keolahragaan, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat digeneralisasi untuk populasi yang lebih luas, seperti kelompok usia lanjut atau individu dengan kondisi kesehatan tertentu. Penelitian ini juga hanya mengukur aktivitas fisik terkontrol (*ergocycle*) dan mungkin tidak mencerminkan aktivitas bebas sehari-hari, yang merupakan keunggulan utama *Actigraph*, faktor seperti kebugaran fisik, berat badan, atau tingkat metabolisme istirahat partisipan tidak dijelaskan secara rinci, padahal hal ini dapat memengaruhi pengeluaran kalori. Salah satu kelebihan dari penelitian ini yaitu *Actigraph* dan *Ergocycle* yang merupakan alat yang sudah divalidasi secara luas untuk pengukuran aktivitas fisik dan pengeluaran kalori, memberikan dasar yang kuat bagi keakuratan data penelitian.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan adanya hubungan signifikan antara penggunaan *Actigraph* GT3X dan *ergocycle* dalam memperkirakan pengeluaran energi selama aktivitas fisik terkontrol. *Actigraph* GT3X lebih fleksibel untuk aktivitas sehari-hari, sedangkan *ergocycle* lebih akurat dalam kondisi terkontrol. Rata-rata pengeluaran kalori menunjukkan perbedaan antara laki-laki dan perempuan, dengan nilai pada laki-laki lebih tinggi. Kombinasi kedua alat ini memberikan estimasi energi yang lebih komprehensif untuk berbagai kondisi.

Referensi

- Altini, M., Penders, J., Vullers, R., & Amft, O. (2015). Estimating energy expenditure using body-worn accelerometers: A comparison of methods, sensors number and positioning. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(1), 219–226. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2014.2313039>
- Arvidsson, D., Fridolfsson, J., & Börjesson, M. (2019). Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *Journal of Internal Medicine*, 286(2), 137–153. <https://doi.org/10.1111/joim.12908>
- Bassett, D. R., & John, D. (2010). Use of pedometers and accelerometers in clinical populations: validity and reliability issues. *Physical Therapy Reviews*, 15(3), 135–142. <https://doi.org/10.1179/1743288X10Y.0000000004>

- Beamon, B. D. (2019). *UAB Digital Commons Validity of Actigraph GT3X Accelerometer in Determining Energy Expenditure*.
- Beltz, N. M., Gibson, A. L., Janot, J. M., Kravitz, L., Mermier, C. M., & Dalleck, L. C. (2016). Graded Exercise Testing Protocols for the Determination of VO₂ max: Historical Perspectives, Progress, and Future Considerations. *Journal of Sports Medicine*, 2016, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/3968393>
- Binns, A., Gray, M., & Di Brezzo, R. (2015). Thermic effect of food, exercise, and total energy expenditure in active females. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(2), 204–208. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.01.008>
- Bisson, M., Alméras, N., Dufresne, S. S., Robitaille, J., Rhéaume, C., Bujold, E., Frenette, J., Tremblay, A., & Marc, I. (2015). A 12-week exercise program for pregnant women with obesity to improve physical activity levels: An open randomised preliminary study. *PLoS ONE*, 10(9), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0137742>
- Brazeau, A. S., Beaudoin, N., Bélisle, V., Messier, V., Karelis, A. D., & Rabasa-Lhoret, R. (2016). Validation and reliability of two activity monitors for energy expenditure assessment. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(1), 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.11.001>
- Chaput, J. P. (2014). Sleep patterns, diet quality and energy balance. *Physiology and Behavior*, 134(C), 86–91. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.09.006>
- Chen, K. Y., & Bassett, D. R. (2005). The technology of accelerometry-based activity monitors: Current and future. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(11 SUPPL.). <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000185571.49104.82>
- Chow, E. J., Lynch, J. B., Zerr, D. M., Riedo, F. X., Fairchok, M., Pergam, S. A., Baliga, C. S., Pauk, J., Lewis, J., & Duchin, J. S. (2024). Annals of Internal Medicine. *Annals of Internal Medicine*, 177(5), 689. <https://doi.org/10.7326/L23-0449>
- Cunningham, J. (1991). Original Body composition a synthetic review general prediction of energy expenditure : as a determinant and a proposed. *Am J Clin Nutr*, 54(6), 963–969.
- Dannecker, K. L., Sazonova, N. A., Melanson, E. L., Sazonov, E. S., & Browning, R. C. (2013). A comparison of energy expenditure estimation of several physical activity monitors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45(11), 2105–2112. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318299d2eb>
- Dowd, K. P., Harrington, D. M., & Donnelly, A. E. (2012). Criterion and Concurrent Validity of the activPAL™ Professional Physical Activity Monitor in Adolescent Females. *PLoS ONE*, 7(10). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047633>
- Drew, M., Vlahovich, N., Hughes, D., Appaneal, R., Burke, L. M., Lundy, B., Rogers, M., Toomey, M., Watts, D., Lovell, G., Praet, S., Halson, S. L., Colbey, C., Manzanero, S., Welvaert, M., West, N. P., Pyne, D. B., & Waddington, G. (2018). Prevalence of illness, poor mental health and sleep quality and low energy availability prior to the 2016 summer Olympic games. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), 47–53. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098208>
- Dunstan, D. W., Kingwell, B. A., Larsen, R., Healy, G. N., Cerin, E., Hamilton, M. T., Shaw, J. E., Bertovic, D. A., Zimmet, P. Z., Salmon, J., & Owen, N. (2012). Breaking up prolonged sitting reduces postprandial glucose and insulin responses. *Diabetes Care*, 35(5), 976–983. <https://doi.org/10.2337/dc11-1931>
- Farooqi, I. S., & O’Rahilly, S. (2006). Genetics of obesity in humans. *Endocrine Reviews*, 27(7), 710–718. <https://doi.org/10.1210/er.2006-0040>

- Herman Hansen, B., Børtnes, I., Hildebrand, M., Holme, I., Kolle, E., & Anderssen, S. A. (2014). Validity of the ActiGraph GT1M during walking and cycling. *Journal of Sports Sciences*, 32(6), 510–516. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.844347>
- Kossi, O., Lacroix, J., Ferry, B., Batcho, C. S., Julien-Vergonjanne, A., & Mandigout, S. (2021). Reliability of ActiGraph GT3X+ placement location in the estimation of energy expenditure during moderate and high-intensity physical activities in young and older adults. *Journal of Sports Sciences*, 39(13), 1489–1496. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1880689>
- Leenders, N. Y., Sherman, W. M., & Nagaraja, H. N. (2006). Energy expenditure estimated by accelerometry and doubly labeled water: Do they agree? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(12), 2165–2172. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235883.94357.95>
- Most, J., & Redman, L. M. (2020). Impact of calorie restriction on energy metabolism in humans. *Experimental Gerontology*, 133(February), 110875. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2020.110875>
- Oudegeest-Sander, M. H., Eijsvogels, T. H. M., Verheggen, R. J. H. M., Poelkens, F., Hopman, M. T. E., Jones, H., & Thijssen, D. H. J. (2012). Impact of physical fitness and daily energy expenditure on sleep efficiency in young and older humans. *Gerontology*, 59(1), 8–16. <https://doi.org/10.1159/000342213>
- Romieu, I., Dossus, L., Barquera, S., Blotti re, H. M., Franks, P. W., Gunter, M., Hwalla, N., Hursting, S. D., Leitzmann, M., Margetts, B., Nishida, C., Potischman, N., Seidell, J., Stepien, M., Wang, Y., Westerterp, K., Winichagoon, P., Wiseman, M., & Willett, W. C. (2017). Energy balance and obesity: what are the main drivers? *Cancer Causes and Control*, 28(3), 247–258. <https://doi.org/10.1007/s10552-017-0869-z>
- Sholahuddin, A., Jajat, Damayanti, I., Sultoni, K., Suherman, A., Rahayu, N., Ruhayati, Y., & Zaky, M. (2024). Klasifikasi Aktifitas Fisik Berbasis Data Accelorometer ActivPal dan ActiGraph: Metode Analisis dengan Machine Learning. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(2), 857–869. <https://jurnal.stokbinaguna.ac.id/index.php/JURDIP>
- Viera, A. J., Tuttle, L., Olsson, E., Gras-Najjar, J., Gizlice, Z., Hales, D., Linnan, L., Lin, F. C., Noar, S. M., & Ammerman, A. (2017). Effects of physical activity calorie expenditure (PACE) labeling: Study design and baseline sample characteristics. *BMC Public Health*, 17(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4710-0>