

E-LKPD INTERAKTIF 1 MEKANISME KERJA OTOT

Sekolah :
Kelas :
Kelompok :
Nama Anggota :

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Penyusun:

Tita Fitriana Sukmawati

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Endang Susantini, M.Pd.
Dr. Raharjo, M.Si.

START NOW

E-LKPD INTERAKTIF 1 MEKANISME KERJA OTOT



Satuan Pendidikan	: SMA/ MA
Mata Pelajaran	: Biologi
Topik	: Mekanisme Kerja Otot
Kelas/Semester	: XI / Ganjil
Alokasi Waktu	: 4 x 45 Menit
Pertemuan ke	: 3 dan 4 (4JP)

Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase F, peserta didik memiliki kemampuan sebagai berikut; dalam pemahaman biologi yaitu, menganalisis keterkaitan antar sistem organ dalam tubuh untuk merespons stimulus internal dan eksternal. Serta, keterampilan proses mencakup mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan menyelidiki, menganalisis data, mengevaluasi dan refleksi, serta mengomunikasikan hasil.

Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mengidentifikasi konsep mekanisme kerja otot berdasarkan fenomena gerakan Tari Boran yang diamati.
2. Peserta didik merumuskan pertanyaan ilmiah yang terfokus terkait fenomena kelelahan otot pada penari Tari Boran.
3. Peserta didik mengumpulkan data ROM (*Range of Motion*) dan skala RPE (*Rate of Perceived Exertion*) melalui pengukuran gerakan sendi pada Tari Boran.
4. Peserta didik menganalisis hubungan antara durasi gerakan Tari Boran terhadap besar sudut ROM dan skala RPE berdasarkan data hasil pengamatan.
5. Peserta didik memverifikasi kesimpulan sementara dengan membandingkan hasil penyelidikan dengan temuan antar kelompok serta literatur yang relevan.
6. Peserta didik menentukan tindakan yang tepat bagi penari Tari Boran untuk menjaga kesehatan otot berdasarkan hasil penyelidikan.



BIO-CONCEPT MEKANISME KERJA OTOT



Setelah memahami konsep dasar sistem gerak, kalian juga perlu mempelajari konsep-konsep lanjutan, diantaranya sebagai berikut:

1. Model filamen geser pada kontraksi otot
2. Protein Kontraktil
3. Struktur dan fungsi unit motorik pada otot rangka
4. Energi untuk Kontraksi Otot
5. Faktor Kelelahan Otot
6. ROM (*Range of Motion*) dan RPE (*Rate of Perceived Exertion*)
7. Cedera & Penanganannya

Silakan akses dan pelajari ringkasan materi tersebut melalui tautan berikut untuk mendukung pembelajaran kalian.

<https://bit.ly/4i8OZt6>



SCAN ME



Klik atau scan tautan berikut kemudian tonton video interaktif tersebut dengan seksama. Amati bagaimana penari Tari Boran melakukan gerakan dan penjelasan proses mekanisme kerja otot!



SCAN ME

<http://bit.ly/4fqeBjy>



Sumber: diadaptasi dari video Tari Boran Lamongan
https://youtu.be/0unmsBS4rDA?si=sqo14_JXQZ92WksY



Untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis: memiliki fokus dan konsisten

Bagian 1

Klik atau scan tautan berikut kemudian tonton video tentang kelelahan otot pada penari Tari Boran. Perhatikan tanda-tanda kelelahan otot serta penjelasannya!



<https://bit.ly/4lp5v8M>



Sumber: diadaptasi dari video How Exactly do the Muscles Get Tired? Muscle Fatigue: Central Fatigue, Peripheral Fatigue
<https://youtu.be/LomfcuSrdos?si=OT6pmkaCPj6ixerX>

Bagian 2

Klik tautan berikut kemudian bacalah artikel dengan seksama. Setelah membaca, jawablah pertanyaan pemantik berikut!

"Burnout" in Dance The Physiological Viewpoint

Yiannis Koutedakis, M.A., Ph.D.

The ever-increasing demands for more and better performances have forced preparation for successful dance to become virtually a year-round endeavor. However, while better stage performances have indeed been achieved world-wide, an increased number of dancers also experience feelings of constant fatigue, frequent respiratory tract infections, and frequent injuries. These symptoms can inevitably affect an individual's ability to perform, while at the same time constitute part of the recently described "burnout" or "over-

or training, chronic fatigue (or chronic fatigue syndrome) and post-viral fatigue are generally and interchangeably used to describe the condition where active individuals:

- Complain of reduced physical performances for no apparent medical or other obvious reasons^{1,2};
- Suffer from constant and prolonged fatigue^{3,4}; and
- Show an array of behavioral and emotional changes.

fatigue before the return to demanding training and exercise schedules.

Factors Contributing to Burnout

Burnout is a clinically complex condition of indeterminate cause with a range of symptoms and signs varying from person to person. It tends to occur in dancers during periods of increased commitments either in class or on stage and in individuals whose daily practices produce an imbalance between physical activity and re-



<https://bit.ly/4lwRs1n>

Artikel ilmiah

Penari melakukan gerakan cepat dan kuat berulang kali. Hal ini membuat otot mengalami kontraksi berulang sehingga terjadi penumpukan asam laktat yang menyebabkan kelelahan otot. Mekanisme kerja otot melibatkan kerja sinergis antara otot-otot tertentu untuk menghasilkan gerakan yang harmonis dan stabil.

Baca selengkapnya >>>

Sumber: Koutedakis, Y. (2000). "Burnout" in dance: The physiological viewpoint. *Journal of Dance Medicine & Science*, 4(4). <https://doi.org/10.1177/1089313X0000400402>

Pertanyaan Pemantik

Berdasarkan video kelelahan otot pada penari dan artikel ilmiah tersebut, jawablah pertanyaan berikut:

1. Berdasarkan video penari Tari Boran, bagian tubuh mana yang paling aktif bergerak dan bagaimana mekanisme kerja otot memungkinkan terjadinya gerakan cepat tersebut?

2. Mengapa gerakan penari Tari Boran yang cepat dan berulang dapat menyebabkan kelelahan otot?

3. Jika setelah latihan Tari Boran penari sering menunjukkan skala RPE 6–7 (intensitas berat) tanpa cukup jeda, menurutmu apa risiko kesehatan yang mungkin dialami penari dan bagaimana hal tersebut dapat memengaruhi kualitas gerakan mereka?



BIO-FORMULATION



Untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis:
merumuskan pertanyaan yang terfokus

Bekerjasamalah dengan anggota kelompok untuk melakukan percobaan sederhana menggunakan goniometer pengukuran sudut ROM (*Range of Motion*) dan skala RPE (*Rate of Perceived Exertion*). **Buatlah satu rumusan masalah yang ingin kalian selidiki terkait hubungan antara gerakan Tari Boran, kelelahan otot, besar sudut ROM, dan RPE!**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah kalian tulis, buatlah hipotesisnya!



Untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis:
Mengamati dan menilai hasil pengamatan

Bagian 1



Investigasi ini bertujuan untuk menyelidiki bagaimana lama durasi menari memengaruhi besar sudut ROM (*Range of Motion*) dan skala RPE (*Rate of Perceived Exertion*). Kamu akan bekerja dalam kelompok untuk melaksanakan pengukuran ROM sebelum dan sesudah melakukan simulasi gerakan Tari Boran dengan durasi tertentu, kemudian membandingkan hasilnya untuk melihat perubahan rentang gerak sendi dan tingkat kelelahan otot.

Bagian 2



Alat & Bahan:

Beri centang alat & bahan yang sudah kamu siapkan:

- ☐ Goniometer
- ☐ Skala RPE
- ☐ Stopwatch
- ☐ Video gerakan Tari Boran
- ☐ Lembar observasi ROM dan RPE
- ☐ Kamera / HP untuk dokumentasi

TABLE 1 | The modified CR-10 scale by Foster et al. (2001).

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	
7	Very Hard
8	
9	
10	Maximal

Skala RPE (*Rated Perceived Exertion*)
Sumber: Haddad et al., 2017

1 Langkah 1 – Pengukuran ROM Awal

Tonton video Tari Boran, lalu ukur ROM awal dengan memilih 3 gerakan sendi (kalian bisa melihat tautan di bawah ini) kemudian catat hasilnya pada tabel pengamatan!

<http://bit.ly/4nH0qun>

Tipe Gerakan Sendi



<https://bit.ly/3GwfeLm>

Cara Pengukuran dengan
Goniometer



2

Langkah 2 – Lakukan Simulasi Tari Boran & Pengukuran ROM Akhir

Lakukan simulasi Tari Boran selama 3 – 5 menit, dokumentasikan, lalu ukur kembali ROM akhir pada 3 gerakan yang sama dan catat di tabel!

3

Langkah 3 – Pengukuran Tingkat Kelelahan Menggunakan Skala RPE

Segera setelah menyelesaikan simulasi gerakan Tari Boran selama durasi yang ditentukan, nilai tingkat kelelahanmu menggunakan Skala RPE (1–10). Tentukan angka yang paling menggambarkan seberapa berat usaha yang kamu rasakan, mulai dari RPE 1 = sangat ringan hingga RPE 10 = usaha maksimal. Catat skor RPE tersebut pada tabel hasil pengamatan.

Tabel 1. Hasil Pengamatan

Catatlah data hasil pengamatan kalian pada tabel berikut ini!

Nama	Jenis Kelamin / Usia	ROM Awal			ROM Akhir			Durasi Menari	Skala RPE (1-10)
		Bagian tubuh yang diukur			Bagian tubuh yang diukur				
									

4

Langkah 4 – Membuat Diagram Batang (Visualisasi Data ROM)

Masukkan data hasil pengukuran sudut ROM (*Range of Motion*) yang telah kalian catat pada tabel pengamatan ke dalam aplikasi ROM (klik tautan di bawah ini). Gunakan data tersebut untuk membuat diagram batang agar perubahan ROM sebelum dan sesudah aktivitas Tari Boran dapat terlihat dengan lebih jelas.

bit.ly/pengukuran-rom-tari-boran

Aplikasi pengukuran ROM



5

Langkah 5 – Mengunggah Diagram Batang dan Dokumentasi

Unggah screenshot diagram batang yang telah kalian buat serta dokumentasi kegiatan penyelidikan ke tautan berikut.

<http://bit.ly/3lcc7cd>

Unggah File



Untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis:
Melakukan penalaran induktif

Gunakan data hasil pengamatan dan sumber literatur yang kredibel untuk menjawab pertanyaan berikut. Pastikan analisis kalian mengarah pada rumusan masalah yang telah disusun pada bagian sebelumnya!

1. Berdasarkan tabel hasil pengukuran ROM awal dan ROM akhir, apakah seluruh anggota kelompok memiliki nilai ROM yang sama atau berbeda? Jelaskan perbedaan tersebut.

2. Bandingkan ROM awal dan ROM akhir pada bagian tubuh yang diukur. Apakah terjadi penurunan atau peningkatan sudut ROM setelah melakukan gerakan Tari Boran? Jelaskan alasan ilmiahnya berdasarkan mekanisme kerja otot kaitkan dengan fungsi ROM!

3. Perhatikan nilai skala RPE (1–10). Apakah anggota kelompok menunjukkan tingkat kelelahan yang sama setelah menari? Jika berbeda, jelaskan faktor apa saja yang dapat memengaruhi perbedaan tersebut!

4. Berdasarkan diagram batang yang telah dibuat, apakah terdapat pola hubungan antara durasi menari dan perubahan ROM? Jelaskan pola tersebut berdasarkan data yang terlihat!

5. Berdasarkan penyelidikan kalian, apakah semakin tinggi RPE menunjukkan semakin besar penurunan atau peningkatan ROM?

6. Berdasarkan seluruh data (ROM awal–akhir, durasi menari, dan RPE), jelaskan bagaimana hubungan lama durasi menari terhadap besar sudut ROM dan tingkat kelelahan otot!

7. Jelaskan bagaimana proses terjadinya kelelahan otot pada penari kaitannya dengan mekanisme kerja otot!

8. Berdasarkan hasil pengukuran ROM dan skala RPE, tindakan apa yang sebaiknya dilakukan penari Tari Boran untuk mencegah kelelahan otot dan menjaga fleksibilitas kekuatan otot pada penari Tari Boran? Jelaskan alasan ilmiahnya!



BIO-VALIDATION



Untuk melatih indikator keterampilan berpikir kritis:
Menganalisis argumen

Bagian 1



Rancang dan presentasikan hasil penyelidikan ROM (*Range of Motion*) dan RPE (*Rate of Perceived Exertion*) di depan kelas. Saat mempresentasikan, perhatikan juga aspek penyampaian materi, penguasaan materi, keruntutan alur presentasi, dan kolaborasi antar anggota kelompok.

Bagian 2

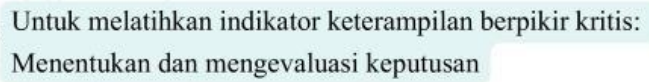


Bandingkan hasil analisis ROM dan RPE kelompok kalian dengan temuan kelompok lain serta cocokkan dengan informasi dari literatur atau penjelasan guru. Gunakan perbandingan tersebut untuk memastikan apakah hasil analisis data kelompok kalian sudah valid! Gunakan hasil rekap kelas ini untuk menarik kesimpulan umum tentang pola kelelahan otot dan perubahan ROM pada seluruh peserta.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Penyelidikan ROM dan RPE Antar Kelompok

Kelompok	Durasi Menari	Δ ROM	$\bar{x}$ RPE	Keterangan

Catat informasi penting/ masukan dari guru, teman dan literatur pendukung pada kolom berikut!



A diagram of a human hand and forearm from the side. A red arrow points to the lateral side of the forearm, indicating the location of the radial nerve. The diagram is overlaid on a background of horizontal lines.





Selamat!

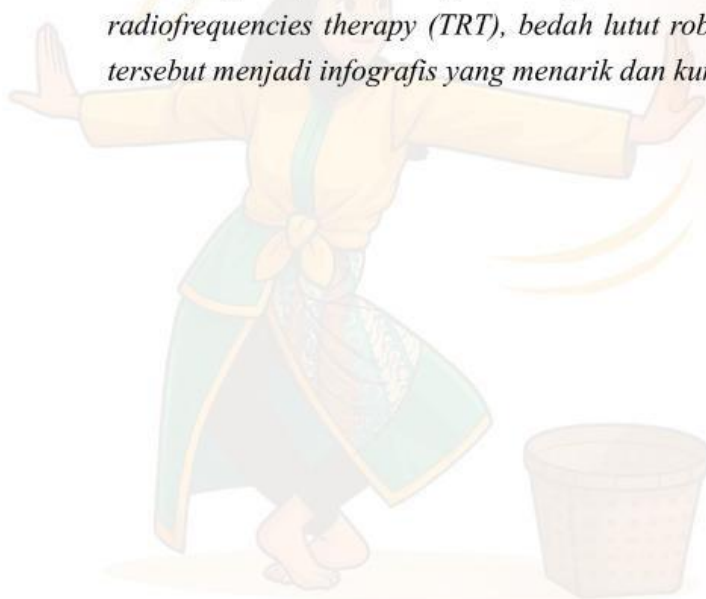
Kamu sudah menyelesaikan aktivitas E-LKPD tentang mekanisme kerja otot dan kelelahan otot pada penari Tari Boran. Sekarang saatnya mengerjakan kuis reflektif akhir untuk memeriksa pemahamanmu. Bacalah setiap soal dengan cermat, pilih jawaban yang paling tepat, dan isilah sesuai petunjuk.

Kuis ini membantu kamu merefleksikan kembali apa yang telah dipelajari tentang kerja otot, penggunaan energi (ATP), penumpukan asam laktat, dan tanda-tanda kelelahan otot. Klik pada bagian Quiz Time! *Kerjakan dengan jujur dan sungguh-sungguh ya!*



Penugasan Lanjutan

Carilah informasi di internet berupa artikel penelitian dan foto-foto berkaitan dengan teknologi sistem gerak yang modern atau terkini, misalnya tangan dan kaki bionik, implant, vesselplasty, viscosupplementasi (injeksi asam hialuronat), targeted radiofrequencies therapy (TRT), bedah lutut robotik, atau lainnya. Susun informasi tersebut menjadi infografis yang menarik dan kumpulkan ke guru kalian!





Abdurachman, A., Krismashogi, D. D., Farindra, I., & Rambung, E. (2017). *Indahnya Seirama, Kinesiologi Dalam Anatomi*. Malang: CV Cita Intans Selaras.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2020). *Biologi* (Edisi ke-8, Jilid 3). Erlangga.

Drake, R. L., Vogl, A. W., & Mitchell, A. W. M. (2015). *Gray's anatomy for students* (3rd ed.). Churchill Livingstone Elsevier.

Haddad, M., Stylianides, G., Djaoui, L., Dellal, A., & Chamari, K. (2017).

Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors.

Frontiers in Neuroscience, 11, 612.

<https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>

Hall, John E.. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology*, 14th international edition, (14). Philadelphia: Elsevier.

Houglum, P., & Bertoti, D. (2012). *Brunnstrom's Clinical Kinesiology* (6th ed., Ch. 1, p. 3). F.A. Davis Company.

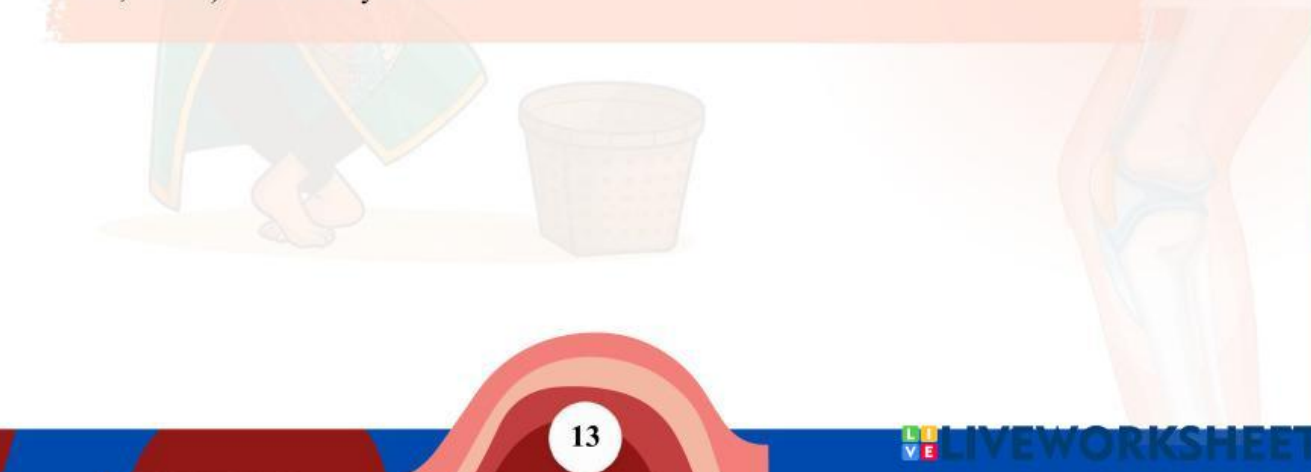
<https://app.kognity.com/study/app/class-ib-dp-biology-slhl-fe2025-new/sid-422-cid-480650/book/muscle-contraction-hl-id-44815/review/>

Koutedakis, Y. (2000). "Burnout" in dance: The physiological viewpoint. *Journal of Dance Medicine & Science*, 4(4). <https://doi.org/10.1177/1089313X0000400402>

Mescher, A. L. (2016). *Muscle Tissue*. In *Junqueira's Basic Histology: Text & Atlas* (14th ed.). McGraw-Hill.

Sweeney, H. L., & Hammers, D. W. (2018). Muscle contraction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 10(a023200). <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a023200>.

Tortora, G. J., & Derrickson, B. H. (2017). *Principles of anatomy and physiology: Organization, support and movement, and control systems of the human body* (13th ed., Vol. 1). John Wiley & Sons.





Mekanisme Kerja Otot

Menggunakan Model Discovery Learning Berorientasi Pendekatan STEAM dengan Kearifan Lokal Tari Boran untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis

