

Penggunaan Animasi *stop-motion* oleh Siswa SMP dalam Mengembangkan Pemahaman Konsep Energi

Iftitah Aristanti¹⁾, Sri Wahyuni²⁾, dan Rayendra Wahyu Bachtiar³⁾

^{1,2,3} Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Jember

e-mail: rayendra_fkip@unej.ac.id

Abstract

In physics education, many abstract concepts such as energy cannot be directly observed, necessitating instructional methods that effectively convey these abstract ideas. This study explores how students creating stop-motion animations can aid in developing their understanding of energy concepts. Employing a qualitative case-study approach, the research methodology involves five stages: preparation, introduction, phenomenon introduction, animation creation, and discussion. Findings indicate that students' engagement in stop-motion animation facilitates the development of their understanding of energy concepts. The research highlights that students' creation of phase designs helps them visualize moment-by-moment energy aspects in the motion of a tennis ball, fostering diverse understandings among students. Moreover, the study underscores the role of chunking and sequencing processes in enhancing students' conceptual understanding.

Keywords: *Stop-motion animation, concepts understanding, energy, modelling*

PENDAHULUAN

Dalam pendidikan fisika, banyak sekali konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak yang tidak dapat diamati secara langsung, diantaranya seperti gaya, momentum, gravitasi (Bachtiar, *et al.*, 2024). Pemahaman terhadap konsep-konsep abstrak dan fenomena yang mewakilinya akan sulit dipahami siswa apabila kegiatan pembelajaran tidak mendukung penyampaian konsep abstrak tersebut (Bakri *et al.*, 2021). Salah satu konsep pada mata pelajaran fisika yang bersifat abstrak, adalah energi.

Energi adalah konsep yang sangat abstrak karena tidak dapat diamati atau diukur secara langsung (Bächtold, 2018; Kubsch *et al.*, 2020). Energi bukanlah hal konkret, melainkan hanya fakta bahwa kita dapat menghitung suatu angka dari sebuah fenomena tanpa mengetahui bentuk fisiknya (Atkins *et al.*, 2014; Chen *et al.*, 2014). Pengenalan dan penjabaran energi dalam sains di sekolah, khususnya di kelas sekolah dasar dan menengah biasanya langsung memperkenalkan

energi dengan definisi, kemudian diberikan konsep hukum kekekalan energi dan siswa langsung dialihkan ke penyelesaian masalah numerik (Toli dan Kallery, 2021; Papadouris dan Constantinou, 2011). Aktivitas ini membuat siswa umumnya kesulitan menggunakan ide mereka tentang energi untuk menafsirkan dan menjelaskan fenomena disekitar mereka (Kubsch *et al.*, 2020). Oleh karena itu, siswa seharusnya diajarkan untuk tidak mengenali energi sebagai sesuatu yang abstrak, melainkan sebagai substansi yang konkret (Kubsch *et al.*, 2020).

Animasi *stop-motion* atau *stop-motion Animation (SMA)* merupakan salah satu bentuk animasi yang dibuat untuk memvisualisasikan konten yang bersifat dinamis. Animasi *stop-motion* berbeda dengan metode animasi lainnya, SMA melibatkan pembuatan setiap *frame* dengan detail dan cermat, memungkinkan pemutaran animasi dalam gerakan lambat. Pendekatan ini akan memberikan representasi konsep ilmiah yang komprehensif, memberikan siswa cukup waktu untuk memahami ide-ide rumit (Hoban, 2007). Selain itu penggunaan SMA sangat mudah dan

murah. Animasi *stop-motion* merupakan alat yang efektif untuk menjelaskan konsep ilmiah abstrak dan mekanisme reaksi mikroskopis dalam konteks pendidikan (Bachtiar *et al.*, 2021; Bachtiar *et al.*, 2024; Berg *et al.*, 2019).

Dalam praktiknya, pembuatan animasi *stop-motion* menggunakan teknik yang sederhana, yakni dengan memotret dan memindahkan objek dalam beberapa foto (disebut *frame*). Namun, secara teoritis, proses pembuatan animasi *stop-motion* melibatkan dua strategi penting, yaitu *chunking* dan *sequencing*. *chunking* mengacu pada sebuah proses “untuk memecah konsep target menjadi unsur-unsur penyusunnya atau “potongan-potongan”, sedangkan *sequencing* mengacu pada proses setiap *frame* ditempatkan secara berurutan dan koheren atau berhubungan (Hoban dan Nielsen, 2010).

Secara teoritis saat membuat animasi *stop-motion* tidak cukup hanya dengan memotret tiap *frame*. Siswa juga harus mengurutkan secara koheren atau berhubungan tiap *frame*-nya (*sequence*). Jadi, tiap *frame-frame*, antara *frame* sebelumnya dengan *frame* setelahnya harus berurutan dan saling berhubungan antara fenomena satu dengan yg lainnya. Proses *sequencing* ini mengindikasikan bahwa selain memotret tiap *frame*, siswa juga dapat memikirkan penyebab transisi dan menghubungkan fenomena pada tiap *frame* yang dibuat (Bachtiar *et al.*, 2024).

Bachtiar *et al.* (2021) menyebut bahwa membangun potongan berurutan mengarahkan siswa untuk mengungkap alasan atau ide siswa dibalik proses pengelompokan dan pengurutan, sehingga kita dapat memperoleh wawasan tentang bagaimana pembuatan animasi *stop-motion* berfungsi dalam mendorong siswa berpikir tentang konsep dan melibatkan proses kognitif siswa. Media visual seperti animasi *stop-motion* untuk mengilustrasikan proses, memungkinkan banyak ide akan ditampilkan oleh siswa, dan berpotensi berguna dalam konteks yang melibatkan proses kompleks dalam

pemahaman konsep yang mendalam.

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengacu pada rumusan masalah, yaitu konsep energi apa saja yang dimiliki siswa saat membuat animasi?. Oleh karena itu, penelitian ini akan berkontribusi untuk memahami bagaimana membantu siswa sekolah menengah pertama mengembangkan pemahaman konsep melalui konstruksi model animasi *stop-motion* tentang fenomena hukum kekekalan energi.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kualitatif dengan pendekatan *case-study*, yaitu *multiple case-study* untuk mengeksplorasi dan pembuatan animasi *stop-motion* bekerja dalam mengembangkan pemahaman konsep setiap siswa tentang fenomena energi. Penelitian dilaksanakan di MTs Negeri 2 Bondowoso dengan subjek dalam penelitian ini sebanyak 15 orang yang diambil dari siswa kelas VII yang dilaksanakan melalui wawancara semi-terstruktur satu lawan satu antara siswa dengan peneliti.

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui 5 tahapan, yakni: persiapan, pendahuluan, pengenalan fenomena, pembuatan animasi, dan diskusi. Data dianalisis menggunakan analisis tematik yang dikodekan secara induktif (*data driven*) untuk mengidentifikasi pola (tema) yang terlihat dalam data. Proses *coding* untuk menjawab rumusan masalah 1 dan 2 menggunakan teknik *coding* manual oleh Saldana (2016). Sedangkan untuk menjawab rumusan masalah 3, peneliti mengidentifikasi *chunk* dan *sequence* dari hasil transkripsi setiap siswa.

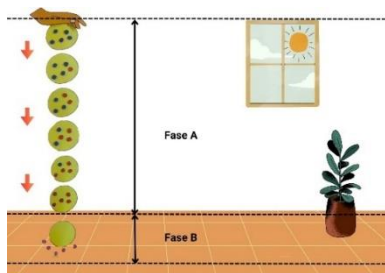
HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

a. Desain Animasi *stop-motion* Siswa

Semua siswa berhasil membuat animasi *stop-motion* yang menggambarkan fenomena hukum kekekalan energi, yaitu animasi tentang

energi pada gerak bola tenis yang dilepaskan dari tangan hingga bola berhenti bergerak. Untuk tujuan analitis, peneliti memfokuskan desain dari seluruh siswa menjadi dua fase berurutan seperti pada gambar berikut.



Gambar 1. Animasi *stop-motion* yang menggambarkan gerak bola tenis oleh siswa S4

Fase A adalah ketika bola jatuh pertama kali sesaat sebelum menyentuh lantai, siswa menggambarkan adanya perubahan energi potensial dan kinetik baik bentuk ataupun nilai. Fase B adalah ketika bola menumbuk lantai, siswa menggambarkan ada perubahan energi/entitas lain yang berpengaruh pada keadaan bola. Pada fase A, seluruh siswa yaitu sebanyak 15 orang siswa berhasil membuat animasi *stop-motion* tentang gerak bola dengan ide yang sama, yaitu terdapat perubahan energi baik bentuk ataupun nilai dari energi pada bola tenis. Berikut merupakan contoh desain animasi *stop-motion* dari siswa S9.



Gambar 2 Serangkaian *frame* di fase A yang dibuat oleh siswa S9

Gambar 2 merupakan rangkaian desain fase A oleh siswa S9. Pada gambar dapat diketahui bahwa siswa membuat desain sebanyak empat *frame* tentang bola tenis yang jatuh hingga sesaat sebelum menumbuk tanah yang menggambarkan perubahan bentuk energi dan nilai energi, yaitu bulatan biru yang merepresentasikan energi potensial, bulatan merah yang merepresentasikan energi kinetik dan jumlah bulatan yang merepresentasikan nilai. Jumlah bulatan biru berkurang seiring dengan perubahan ketinggian dari bola yang

jatuh, sedangkan jumlah bulatan merah bertambah seiring dengan perubahan kecepatan bola. Contoh kutipan oleh siswa S9, “[...] itu tadi [ada] bulatan berwarna biru, bulatan berwarna biru itu kan termasuk sama dengan energi potensial dan energi potensial [ada karena] itu [bola] memiliki ketinggian.[...] kemudian yang [bulatan] biru berkurang karena ketinggiannya semakin berkurang. [...] [bola] kan dijatuhkan berarti memiliki kecepatan. [...] Energi potensialnya semakin menurun dan energi kinetiknya atau kecepatannya itu semakin bertambah [...]”.

Pada fase B, terdapat dua ide desain yang diperlihatkan oleh siswa, yaitu sebanyak 11 siswa berpendapat bahwa ada perubahan menjadi energi lain atau suatu entitas saat bola bersinggungan dengan lantai yang membuat bola memantul ke atas. Sedangkan ada 4 siswa tidak memikirkan adanya perubahan menjadi energi lain saat bola menumbuk tanah. Berdasarkan hasil analisis, dalam menjelaskan gerak bola tenis pada fase B, terdapat dua ide desain yang diperlihatkan oleh siswa, yaitu sebanyak 11 siswa berpendapat bahwa ada perubahan menjadi energi lain atau suatu entitas saat bola bersinggungan dengan lantai yang membuat bola memantul ke atas. Sedangkan ada 4 siswa tidak memikirkan adanya perubahan menjadi energi lain saat bola menumbuk tanah. Berikut merupakan contoh masing-masing desain yang dibuat oleh siswa S4 dan siswa S8.



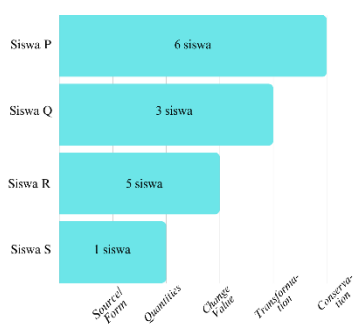
Gambar 4.6 Contoh desain (a) oleh siswa S4 dan (b) oleh siswa S8

Gambar (a) merupakan desain fase B yang dibuat oleh siswa S4 yang menggambarkan ada energi lain saat bola bertumbukan dengan tanah yang direpresentasikan dengan adanya bulatan-bulatan berwarna ungu. Contoh kutipan oleh siswa S4, “[...] maksud dari bulat-bulat warna ungu ini adalah eh

pergantian energi menjadi energi gesek dan energi bunyi [...] bunyinya itu masih ee kencang gitu karena pantulan pertama [konteks bulatan ungu berjumlah 5]”.

b. Pemahaman Siswa tentang Konsep Energi saat Membuat Animasi Stop-Motion

Secara umum, pembuatan animasi *stop-motion* oleh siswa terlihat berkontribusi dalam mengembangkan pemahaman konsep energi siswa, meskipun pemahaman siswa mengenai konsep energi berbeda-beda saat mereka membuat animasi. Hasil transkripsi siswa ditemukan ke dalam 5 aspek konsep tentang energi, yaitu tentang aspek *Source/Form*, *quantities*, *Value Change*, *Transfer/Transformation* dan *Conservation* (Abell dan DeBoer, 2018; Park dan Liu, 2019).



Gambar 3. Diagram persebaran seluruh siswa terkait pemahaman konsep energi

Gambar 3 menunjukkan diagram batang hasil analisis pemahaman siswa tentang fenomena hukum kekekalan energi saat membuat animasi *stop-motion* di fase A. Diagram ini menggambarkan pemahaman siswa terkait setiap aspek-aspek dari konsep energi. Secara umum dapat diketahui bahwa pembuatan desain animasi *stop-motion* mengembangkan siswa untuk memahami berbagai konsep terkait energi, meskipun tingkat pemahaman mereka berbeda-beda. Siswa P, Q, R, dan S merupakan siswa yang dikategorikan berdasarkan sejauh mana pemahaman konsep mereka terkait aspek-aspek energi saat membuat animasi. Siswa P merupakan siswa yang mampu mencapai pemahaman hingga aspek *conservation*, yaitu



sebanyak 6 siswa. Siswa Q merupakan siswa yang mampu mencapai pemahaman hingga aspek *transformation*, yaitu sebanyak 3 siswa. Siswa R merupakan siswa yang mampu mencapai pemahaman hingga aspek *value change*, yaitu sebanyak 5 siswa, dan Siswa S merupakan siswa yang hanya mampu mencapai pemahaman hingga aspek *quantities*, yaitu sebanyak 1 siswa.

Data ini juga menunjukkan bahwa saat membuat animasi, meskipun tidak semua siswa mampu mencapai aspek *conservation* dalam menjelaskan fenomena, namun seluruh siswa setidaknya memahami aspek *source/form* dan *quantities*. Siswa yang mampu mencapai aspek *conservation*, akan memahami semua aspek konsep energi. Siswa yang mampu memahami aspek *transformation*, dapat menguasai aspek *source/form*, *quantities*, dan *value change*. Begitu pula, siswa yang mampu memahami aspek *value change* akan mampu memahami aspek *source/form* dan *quantities*.

c. Penggunaan Animasi stop-motion dalam Mengembangkan Pemahaman Konsep Energi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktifitas siswa membuat animasi *stop-motion* membantu siswa mengembangkan pemahaman konsep siswa tentang energi. Pembuatan animasi *stop-motion* baik Fase A atau Fase B memberikan peluang bagi siswa untuk terlibat secara mendalam dengan konten fenomena yang dibuat menjadi animasi.

Tabel 1. Contoh proses *chunking* dan *sequencing* siswa S4 mengacu pada fase A

Frame	Transkrip
 <p>Frame 1</p>	<p>Chunk 1</p> <p>"[...] bola basball itu memiliki ketinggian sebelum bola baseball itu jatuh turun eh energi potensialnya itu ada ada lima jadi jarak waktu eh pokok ketinggiannya itu dari bawah sampai ke atas itu ee jaraknya itu lima memiliki ketinggian lima [...]"</p>
 <p>Frame 2</p>	<p>Sequence</p> <p>"[...] itu sebuah perubahan energi jadi bulat-bulat yang merah itu yang ini itu adalah energi kinetik jadi kan bolanya sudah dilepas dari genggam tangan jadi perlahan jatuh dan energi kinetik itu adalah kecepatannya jadi berubah menjadi kecepatan [...]"</p> <p>Chunk 2</p> <p>"(ada 1 bulatan merah) karena jarak antara bola bisbol waktu jatuh itu satu [...](jumlah bulatan tetap 5) karena eh energi energi e mekanik energi mekanik itu tetap tidak bisa berubah-ubah jadi tidak bisa dilebihkan dari lima [...]"</p>

Tabel 1 berisikan ucapan siswa S4 yang menjelaskan bagaimana keadaan bola tenis saat jatuh di fase A menggunakan hasil animasi *stop-motion* yang telah dibuat dalam bentuk dua frame yang berurutan. *chunk 1* menggambarkan keadaan energi pada bola saat bola masih dipegang oleh tangan, yaitu terdapat 5 bulatan biru yang merepresentasikan pada posisi itu ada energi potensial pada bola sebesar 5. *Chunk 2* menggambarkan keadaan baru dari energi pada bola saat bola mulai bergerak jatuh, yaitu terdapat bulatan biru dan bulatan merah yang merepresentasikan energi kinetik, yang artinya karena bola mulai bergerak maka bola memiliki energi kinetic.

Saat mendeskripsikan *chunk 1*, sesuai dengan theoretical framework, siswa mendeskripsikan konsep energi terkait, yaitu keadaan bola saat masih dipegang dan memiliki ketinggian, bersamaan dengan mengidentifikasi bahwa pada posisi itu bola memiliki energi potensial. Saat menjelaskan transisi antara *chunk 1* dan *chunk 2*, siswa S4 menyebutkan aktivitas dari energi potensial, yaitu energi potensial berubah bentuk menjadi energi kinetik karena bola mulai bergerak. Siswa juga menjelaskan bahwa bulatan merah berjumlah 1 karena kecepatan bola masih 1. Hal ini menyebabkan bola berada di keadaan

baru, seperti yang ditunjukkan pada *chunk 2*. Saat mendeskripsikan *chunk 2*, siswa mendeskripsikan fenomena perubahan energi, yaitu keadaan bentuk energi kinetik pada bola tenis serta mengidentifikasi sifatnya yaitu memiliki kecepatan. Selain menggambarkan keadaan ini, siswa juga menjelaskan bahwa nilai energi mekanik atau nilai dari jumlah total energi pada bola harus tetap.

PEMBAHASAN

a. Desain Animasi-*Stop-Motion* Siswa

Hasil temuan menunjukkan bahwa semua siswa mampu membuat serangkaian *frame* dan mengurutkan tiap *frame* untuk memodelkan atau membuat desain tentang energi pada gerak bola tenis yang dilepaskan dari tangan hingga bola jatuh berhenti bergerak. Dua fase berbeda dapat dibedakan dalam setiap desain, yaitu Fase A, saat bola jatuh pertama kali sesaat sebelum menyentuh lantai, ada perubahan energi potensial dan kinetik baik bentuk ataupun nilai dan Fase B, yaitu bola menumbuk lantai, siswa menggambarkan ada perubahan energi/entitas lain yang berpengaruh pada keadaan bola.

Pembuatan model atau desain baik fase A ataupun fase B dengan menggunakan animasi *stop-motion* mengharuskan siswa untuk memvisualisasikan momen demi momen ke dalam *frame* tentang energi pada gerak bola tenis, dan momen-momen tersebut disusun secara berurutan atau proses *chunking* dan *sequencing* (Bachtiar *et al.*, 2021). Hasil analisis juga menunjukkan bahwa saat pembuatan Fase A, sebagian besar siswa memikirkan bahwa saat dipegang bola tenis memiliki energi potensial karena bola memiliki ketinggian. Pada saat-saat berikutnya, sebagian besar siswa mulai berpikir tentang perubahan nilai energi potensial yang bergantung ketinggian bola dan perubahan nilai energi kinetik yang bergantung kecepatan bola. Hal ini memicu siswa untuk berpikir mendalam terhadap

konsep-konsep yang berkaitan dengan energi.

b. Pemahaman Siswa tentang Konsep Energi saat Membuat Animasi Stop-Motion

Hasil analisis data seperti yang ditunjukkan pada diagram menunjukkan bahwa dengan membuat animasi *stop-motion* membantu siswa mengembangkan pemahaman konsep-konsep yang berkaitan dengan energi. Setiap desain Fase A atau fase B yang dibuat membantu siswa memahami konsep yang berbeda-beda. Berdasarkan data yang ditunjukkan dalam diagram pada gambar pada gambar 2, tidak semua siswa bisa mencapai aspek yang paling tinggi, yaitu aspek *conservation* saat menjelaskan fenomena. Namun, seluruh siswa setidaknya mampu memahami aspek *source/form* dan *quantities*. Siswa yang mampu mencapai aspek *conservation*, akan memahami semua aspek konsep energi. Siswa yang mampu memahami aspek *transformation*, dapat menguasai aspek *source/form*, *quantities*, dan *value change*. Begitu pula, siswa yang mampu memahami aspek *value change* akan mampu memahami aspek *source/form* dan *quantities*.

Bachtiar *et al.* (2024) menjelaskan bahwa kemampuan siswa untuk mentransfer pemahaman, yaitu kemampuan yang mengacu pada “kemampuan menerapkan pengetahuan kognitif dari satu situasi belajar ke situasi belajar lainnya” dibangun selama pembuatan animasi *stop-motion* oleh siswa. Hasilnya menunjukkan bahwa saat siswa menggunakan animasi *stop-motion* yang dibuat sendiri, siswa akan bernalar tentang sebuah fenomena energi pada gerak bola tenis. Penalaran siswa akan menghubungkan siswa pada konsep-konsep energi yang ada sehingga berdampak pada pemahaman konsep siswa yang berkembang. Saat siswa diberi tugas untuk menjelaskan fenomena energi pada gerak bola tenis yang sama dengan yang dapat mereka visualisasikan dalam animasi *stop-motion* mereka sendiri, artinya siswa mampu mentransfer penggunaan

pemahaman mereka terhadap konsep-konsep yang berkaitan dengan energi.

c. Penggunaan Animasi stop-motion dalam Mengembangkan Pemahaman Konsep Energi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktifitas siswa membuat animasi *stop-motion* membantu siswa mengembangkan pemahaman konsep siswa tentang energi. Pembuatan animasi *stop-motion* baik Fase A atau Fase B memberikan peluang bagi siswa untuk terlibat secara mendalam dengan konten fenomena yang dibuat menjadi animasi. Berdasarkan hasil analisis, strategi fundamental dalam pembuatan animasi *stop-motion*, yaitu proses *chunking* dan *sequencing* memiliki peran yang penting dalam mendukung siswa untuk mengembangkan pemahaman konsep energi. Hal ini bersesuaian dengan hasil transkripsi siswa yang menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mampu menunjukkan bahwa baik di Fase A atau Fase B, terdapat energi dan aktivitas/prosesnya saat bola tenis bergerak ke bawah dan memantul. Hasil temuan data ini sejalan dengan *theoretical framework* yang digunakan dalam penelitian ini.

Pada saat proses siswa membuat rangkaian *frame* (*chunking*) dan mengurutkan rangkaian *frame* (*sequencing*), terdapat hal penting di dalamnya. Ketika membuat *frame*, siswa perlu mengidentifikasi entitas yang relevan, yaitu energi dari bola dipegang hingga jatuh. Pada saat yang sama, siswa juga akan memikirkan aktivitas yang logis dari entitas tersebut untuk membuat transisi ke *frame* berikutnya dengan mempertimbangkan keadaan posisi bola. Contohnya adalah kasus siswa S4 (lihat tabel 4.2), saat membuat *Chunk* 1 di Fase A, siswa memperhatikan keadaan awal bola, yaitu saat bola masih dipegang oleh ketinggian dia memiliki energi potensial yang nilainya 5 Joule. Selanjutnya siswa membuat *chunk* 2 untuk menggambarkan keadaan baru, contohnya bola yang mulai bergerak ke bawah dalam bentuk ada energi kinetik yang nilainya

1 akibat kecepatan bola tenis yang masih pelan karena baru dilepaskan oleh tangan. Siswa S4 juga didorong untuk menentukan aktifitas atau proses yang terjadi pada energi pada saat bola bergerak, contohnya siswa S4 menjelaskan bahwa ada perubahan energi dari energi potensial menjadi energi kinetik yang nilainya 1. Artinya, dengan membuat rangkaian *frame*, siswa difasilitasi untuk memikirkan konsep-konsep yang bertanggung jawab atas keadaan atau fenomena tentang energi pada gerak bola jatuh. Sedangkan saat proses mengurutkan rangkaian *frame*, siswa akan memikirkan perubahan transisi antar *frame* yang berurutan, yaitu memikirkan aktifitas atau proses yang terjadi pada energi.

PENUTUP

Aktifitas siswa membuat animasi *stop-motion* membantu siswa mengembangkan pemahaman konsep siswa tentang energi. Semua siswa berhasil membuat animasi *stop-motion* yang menggambarkan fenomena hukum kekekalan energi, yaitu tentang energi pada gerak bola tenis yang dilepaskan dari tangan hingga bola berhenti bergerak. Selanjutnya, pemahaman konsep siswa tentang energi saat membuat animasi *stop-motion* beragam. Setiap desain Fase A atau fase B yang dibuat membantu siswa memahami konsep yang berbeda-beda. Tidak semua siswa bisa mencapai aspek yang paling tinggi, yaitu aspek conservation, namun seluruh siswa setidaknya mampu memahami aspek source/form dan *quantities*. Terakhir penggunaan animasi *stop-motion* membantu siswa mengembangkan pemahaman tentang konsep-konsep tentang energi. Pembuatan animasi *stop-motion* baik Fase A atau Fase B memberikan peluang bagi siswa untuk terlibat secara mendalam dengan konten fenomena yang dibuat menjadi animasi. Sifat fundamental dalam pembuatan animasi *stop-motion*, yaitu proses *chunking* memfasilitasi siswa memikirkan konsep-konsep energi dan

proses sequencing membantu siswa memikirkan aktifitas atau proses yang terjadi pada energi. Penelitian ini membuktikan secara teoritis dan empiris bahwa proses *chunking* dan sequencing sebagai sifat pembuatan animasi *stop-motion* berperan dalam mengembangkan pemahaman konsep siswa..

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Program Studi S1 Pendidikan IPA Universitas Jember yang telah memberikan kontribusi berupa kesempatan, pembimbingan dan dukungan dalam penelitian.

REFERENSI

- Atkins, L. J., Erstad, C., Gudeman, P., McGowan, J., Mulhern, K., Prader, K., Rodriguez, G., Showaker, A., & Timmons, A. 2014. Animating Energy: *stop-motion* Animation and Energy Tracking Representations. *The Physics Teacher*. 52(3): 152–156. <https://doi.org/10.1119/1.4865517>.
- Bachtiar, R. W., Meulenbroeks, R. F. G., & van Joolingen, W. R. 2021. Stimulating Mechanistic Reasoning in Physics Using Student-Constructed *stop-motion* Animations. *Journal of Science Education and Technology*. 30(6): 777–790. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09918-z>.
- Bachtiar, R. W., Meulenbroeks, R. F. G., & van Joolingen, W. R. 2024. Understanding how student-constructed *stop-motion* animations promote mechanistic reasoning: A theoretical framework and empirical evidence. *Journal of Research in Science Teaching*. 61(2): 289–318. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.21891>.
- Bächtold, M. 2018. How Should Energy Be

- Defined Throughout Schooling? Research in Science Education. 48(2): 345–367. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9571-5>.
- Bakri, F., Wahyuni, Permana, A. H., & Sumardani, D. 2021. Textbook Enriched with Video Augmented Reality: Contextual in Motion Concept Learning in Junior High School. AIP Conference Proceedings. 2320(March). <https://doi.org/10.1063/5.0037614>.
- Berg, A., Orraryd, D., Pettersson, A. J., & Hultén, M. 2019. Representational challenges in animated chemistry: self-generated animations as a means to encourage students' reflections on sub-micro processes in laboratory exercises. Chemistry Education Research and Practice. 20(4): 710–737. <https://doi.org/10.1039/C8RP00288F>.
- Chen, R. F., Eisenkraft, A., Fortus, D., Krajcik, J., Neumann, K., Nordine, J., & Scheff, A. 2014. Teaching and learning of energy in K-12 education. Teaching and Learning of Energy in K-12 Education. 1(1): 1–379. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05017-1>.
- Hoban, G., & Nielsen, W. 2010. The 5 Rs: A new teaching approach to encourage slowmations (student-generated animations) of science concepts. Teaching Science. 3(3): 33–38.
- Kubsch, M., Nordine, J., Fortus, D., Krajcik, J., & Neumann, K. 2020. Supporting Students in Using Energy Ideas to Interpret Phenomena: The Role of an Energy Representation. International Journal of Science and Mathematics Education. 18(8): 1635–1654. <https://doi.org/10.1007/s10763-019-10035-y>.
- Kubsch, M., Opitz, S., Nordine, J., Neumann, K., Fortus, D., & Krajcik, J. 2021. Exploring a pathway towards energy conservation through emphasizing the connections between energy, systems, and fields. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. 3(1): 2. <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00030-7>.
- Opitz, S. 2015. Students' Energy Concepts at the Transition Between Primary and Secondary School. Research in Science Education. 45: 691–715. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9444-8>.
- Papadouris, N., & Constantinou, C. P. 2011. A Philosophically Informed Teaching Proposal on the Topic of Energy for Students Aged 11–14. Science & Education. 20(10): 961–979. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9305-4>.
- Park, M., & Liu, X. 2021. An Investigation of Item Difficulties in Energy Aspects Across Biology, Chemistry, Environmental Science, and Physics. Research in Science Education. 51(1): 43–60. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9819-y>.
- Toli, G., & Kallery, M. 2021. Enhancing Student Interest to Promote Learning in Science: The Case of the Concept of Energy. In Education Sciences. 11(5)111-119. <https://doi.org/10.3390/educsci11050220>