Implementasi Pendekatan *Scaffolding* Berbantuan Web 2.0 Pada Pembelajaran Konsep Momen Gaya

Lia Laela Sarah
SMA Laboratorium UPI, Kota Bandung, Jawa Barat
email: lialaesa@smalabupi.sch.id

(Diterima: 24 September 2022, Disetujui: 14 Juni 2023, Publikasi: 15 Juni 2023)

ABSTRAK

Dalam penelitian ini telah diimplementasikan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 dalam pembelajaran fisika pada konsep momen gaya. Tahapan pendekatan *scaffolding* dalam penelitian ini terdiri dari *sense making, process management, articulation and reflection*. Tahapan ini dijabarkan dalam bahan ajar berbasis Web 2.0 berupa simulasi aplikasi *Scratch* dan *articulate storyline* yang terintegrasi dalam google site pada konsep momen gaya. Untuk mengetahui peningkatan hasil belajar, digunakan mètode kuasi eksperimen *one group pretèst posttest* dengan anàlisis signifikansi uji t skor tes awal (*pretèst*) dan tes akhir (*posttest*) serta anàlisis efektivitas pembelajaran berdasarkan gain skor ternormalisasi. Sedangkan untuk mengetahui aktivitas peserta didik selama pembelajaran digunakan mètode observasi dan penilaian portofolio. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas peserta didik selama pembelajaran sangat baik dan seluruh peserta didik berhasil menyelesaikan pembelajaran momen gaya meskipun waktu penyelesaian berbeda-beda. Adapun hasil analisis signifikansi uji t antara skor *pretèst* dan *posttest* menunjukan hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan yang signifikan dengan t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel}. Sedangkan efektivitas pembelajarannya pada kategori tinggi dengan gain skor ternormalisasi sebesar 0,70. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 dapat menjadi alternatif dalam pembelajaran fisika pada konsep momen gaya yang mampu meningkatkan hasil belajar dan aktivitas peserta didik.

Kata Kunci: aktivitas; efektivitas pembelajaran; *scaffolding*; Web 2.0.

The Implementation Of Web 2.0 Based Scaffolding Approach At Moment Of Force Concept Learning

ABSTRACT

A scaffolding approach enhanced by Web 2.0 has been implemented in physics learning at the moment of force concept. The scaffolding approach in this research consists of three steps namely sense making, process management, articulation and reflection. Every step was implemented in teaching materials using Web 2.0 including simulation using Scratch application and Articulate Storyline integrated in the google site. To determine the learning outcome of students, a quasi-experimental one group pretest posttest method was used with t-test significance analysis of pretest-posttest score and the learning effectiveness was analyzed by normalized gain score. Meanwhile, to find out the activities of students learning, this study used observation and portfolio assessment methods. The results showed that the activities of students learning were in the very good category and all of the students were able to complete learning even though in different duration of learning process. The learning outcome of students at moment of force concept understanding using scaffolding approach enhanced by Web 2.0 was significantly increased with t_{value} is higher than t_{table} and the learning effectiveness in high criteria with normalized gain score is 0,70. This shows that the scaffolding approach enhanced by Web 2.0 is a considerably alternative teaching strategy in physics learning at the moment of force concept.

Keywords*: activity, learning effectiveness, scaffolding; Web 2.0.*

PENDAHULUAN

Pembelajaran pasca pandemi Covid19 kembali dilaksanakan secara tatap muka di sekolah. Namun bukan berarti pembelajaran ini tidak memerlukan teknologi seperti saat pembelajaran daring. Asumsi bahwa pembelajaran tatap muka di sekolah merupakan pembelajaran yang hanya memperhatikan guru mengajar perlu dihilangkan. Sejatinya pembelajaran tatap muka di sekolah tetap harus berfokus pada konstruksi pengetahuan baru yang berpusat pada aktivitas peserta didik baik melalui pengamatan di laboratorium maupun pengamatan virtual. Pengamatan virtual berbasis *website* menggunakan *smartphone* atau laptop menjadi salah satu alternatif yang membantu peserta didik belajar karena kemudahannya untuk diakses dan digunakan. Banyak peserta didik yang sudah memiliki *smartphone* dan dapat mengakses internet untuk mengakses *website* sumber belajar. Namun dari *website* yang tersedia sebagai sumber belajar masih belum banyak yang mengintegrasikan pengamatan virtual ke dalam konten materi. Penyajian konten materi kurang memperhatikan pedagogi pemahaman bermakna, tidak memperhatikan proses inkuiri serta tidak disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi peserta didik. Penyajian konten sumber belajar berbasis *website* juga belum menyajikan aktivitas-aktivitas ilmiah dan berinkuiri seperti mengamati, menanya, mengumpulkan data, mengolah data dan menyimpulkan. Padahal hakikat dari pembelajaran sains sebagai proses dan produk memerlukan metode pembelajaran yang dapat melatih peserta didik dengan aktivitas-aktivitas ilmiah (Yusuf & Wulan, 2016). Selain itu pembelajaran yang berpihak pada peserta didik juga perlu melaksanakan pembelajaran yang berdiferensiasi. Peserta didik perlu mendapatkan pembimbingan yang sesuai dengan kemampuan dan kecepatannya dalam belajar. Namun untuk memberikan pelayanan ini, seorang guru akan kesulitan jika tidak menggunakan pendekatan khusus untuk memfasilitasinya.

Salah satu pendekatan belajar yang memberikan pembimbingan sesuai dengan kebutuhan, kemampuan dan kecepatan peserta didik dalam belajar adalah pendekatan *scaffolding*. Salah satu penelitian menyimpulkan pembelajaran berbasis website dengan pendekatan *scaffolding* merupakan pembelajaran yang efektif dalam kelas fisika daring (Sarah, 2022). Pendekatan *scaffolding* berbasis *website* merupakan strategi yang efektif untuk pembelajaran mandiri di kelas fisika pada konsep titik berat, meningkatkan pemahaman konsep serta aktivitas belajar peserta didik. Dalam penelitian tentang pendekatan s*caffolding* pada konsep momen inersia, juga disimpulkan *e-SEL (e Scaffolding Enhance Learning)* menggunakan simulasi berbasis website meningkatkan aktivitas peserta didik dan hasil belajar

pada konsep momen inersia (Laela Sarah et al., 2022). Pembelajaran menggunakan website juga meningkatkan interaksi peserta didik dengan media pembelajaran sehingga menjadi alternatif yang dapat meningkatkan aktivitas belajar peserta didik (Sarah, 2021).

Berdasarkan permasalahan di atas, maka dalam penelitian ini diimplementasikan pembelajaran menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 pada konsep momen gaya. Penelitian dilakukan untuk mengetahui bagaimana aktivitas peserta didik selama pembelajaran dan bagaimana hasil belajar serta efektivitas pembelajarannya pada konsep momen gaya. Konsep momen gaya diuraikan menjadi sub konsep dan diilustrasikan menjadi sebuah simulasi menggunakan Scratch, kemudian tahap aplikasi konsep dibuat menggunakan *articulate storyline*. Tahapan konstruksi pengetahuan disusun berdasarkan pendekatan *scaffolding* mulai dari sub-sub konsep sampai pada tahap aplikasi. Namun peserta didik dapat menentukan sub konsep mana yang ingin dia coba terlebih dulu atau sesuai dengan kemampuannya. Melalui pendekatan ini, peserta didik dapat menggunakan proses bimbingan jika merasa memerlukan atau dapat langsung mencoba aplikasi konsep ketika dia sudah menguasai konsep tersebut. Namun penyajian materi tetap diberikan bertahap mulai dari yang paling dasar sampai dengan tahap aplikasi konsep secara berurutan.

KAJIAN PUSTAKA

Secara sederhana *scaffolding* dapat diartikan sebagai dukungan atau bantuan adaptif sementara dengan tujuan akhir adalah kemandirian peserta didik (Smit et al., 2018). Guru mengembangkan struktur bantuan sementara kepada peserta didik untuk mencapai pemahaman baru yang tidak dapat mereka capai secara mandiri (Linder & Chang, 2006). Meskipun pada awalnya peserta didik diberikan bimbingan atau bantuan, namun secara bertahap bantuan tersebut dikurangi untuk mencapai tujuan kemandirian mereka. Wood, Bruner, dan Ross berpendapat bahwa *scaffolding* memungkinkan seorang anak untuk memecahkan masalah, melaksanakan tugas atau mencapai tujuan tertentu (Dasilva et al., 2019). *Scaffolding* memiliki tiga level. Level pertama yaitu penyediaan lingkungan (Dasilva et al., 2019). Pada level ini, guru menyediakan lingkungan belajar berupa sumber belajar, media, memberikan motivasi dan semangat. Level kedua yaitu menjelaskan, meninjau dan merestrukturisasi. Pada level kedua, guru berinteraksi langsung dengan peserta didik. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk melihat, menyentuh, menjelaskan konsep dalam bahasanya sendiri, kemudian guru mengungkapkan pemikiran peserta didik dalam bahasa yang lebih baik tanpa mengurangi maknanya. Pada tahap ini guru membantu peserta

didik memecahkan masalah dengan memberikan contoh yang mirip dengan soal yang diberikan (Dasilva et al., 2019). Terakhir yaitu level ketiga, mengembangkan pemikiran konseptual. Pada level 3, guru memberikan tugas yang lebih abstrak kepada peserta didik sehingga siswa dapat mengembangkan pemikiran konseptual. Peserta didik juga dapat mengembangkan alat representasi yang sesuai dengan konsep yang dipelajari (Dasilva et al., 2019).

Secara tradisional, konsep *scaffolding* melibatkan guru sebagai agen yang mengembangkan bagaimana *scaffolding* diimplementasikan. Namun saat ini konsep *scaffolding* telah diperluas ke perangkat lunak dengan konsep perangkat lunak sebagai agen implementasi pendekatan *scaffolding* yang membantu peserta didik dalam belajar, salah satunya dikembangkan oleh Quintana & Fishman (2006). Guzdial (1994) memperkenalkan *software-realized scaffolding* dengan menggambarkan bagaimana aspek konseptual *scaffolding* dapat diimplementasikan dalam perangkat lunak (Sarah, 2022).

Dalam pembelajaran sains berbasis inkuiri, *scaffolded software* telah dikembangkan dengan mengacu pada *Scaffolding Design Framework* oleh Quintana dan Fishman (2006) dalam Sarah (2022). Framework ini berisi seperangkat pedoman dan strategi *scaffolding* yang dapat digunakan dalam perangkat lunak sehingga mendukung siswa dalam pembelajaran inkuiri sesuai dengan kompleksitasnya (Sarah, 2022). Komponen *Scaffolding Design Framework* ini terdiri dari *Scaffolding Sense Making, Process Management* dan *Articulation and Reflection*.

Menurut Quintana (2004), komponen *sense making* berkaitan dengan keterampilan dasar saintifik seperti mengembangkan hipotesis, membandingkan, mengamati, mengumpulkan dan menganalisis data serta mengkonstruksi interpretasi (Sarah, 2022). Secara rinci *Scaffolding Design Framework* dalam pembelajaran sains dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Panduan *Scaffolding* dalam Pembelajaran Sains dikembangkan Quintana

No	Komponen Inkuiri	Panduan *Scaffolding*
1	*Sense Making*	• Menggunakan berbagai representasi sebagai jembatan antara pengetahuan awal dan pengetahuan baru yang akan dipelajari peserta didik • Menggunakan *tools* (alat bantu) yang dapat menjelaskan makna dari konsep sains dan simbol simbol yang digunakan • Menggunakan representasi yang dapat diperiksa peserta didik dengan cara berbeda untuk mengungkapkan makna dari data yang mendasarinya

2	*Process management*	• Menyediakan struktur tugas dan fungsionalitas dari yang sederhana menuju ke tugas yang kompleks • Mengintegrasikan panduan pelaksanaan keterampilan saintifik • Menangani tugas tugas rutin secara otomatis
3	*Articulation and Reflection*	• Memfasilitasi proses penguatan dan refleksi selama penyelidikan

Sumber : Sarah, 2022

Beberapa hasil penelitian mengenai implementasi *Scaffolding* diantaranya yaitu (Dasilva et al., 2019) yang menyimpulkan bahwa *subject specific pedagogy* (SSP) dengan bantuan pendekatan *scaffolding* dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik dan SSP dengan pendekatan *scaffolding* berbantuan simulasi PHET memiliki pengaruh yang baik terhadap keterampilan proses sains dengan kategori sangat tinggi. Penelitian berikutnya yang menguatkan dilaksanakan oleh Ardiyati (2019) yang menyimpulkan bahwa pendekatan *scaffolding* berbantuan simulasi PHET berpengaruh sangat baik terhadap keterampilan sains peserta didik dalam pembelajaran fisika (Ardiyati et al., 2019). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Sarah (2022) yang menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan pendekatan *scaffolding* berbasis simulasi *website* (*E Scaffolding Enhance Learning* / e-SEL) pada konsep titik berat memiliki efektivitas pada kategori tinggi.

Website yang dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyajikan konsep secara *scaffolding* yaitu Web 2.0. Web 2.0 merupakan generasi kedua dari World Wide Web (www) yang memiliki karakteristik komunikasi dua arah dan partisipasi pengguna (Aced & Toledano, 2013). Web 2.0 memiliki efek positif pada beberapa tantangan pendidikan seperti keterlibatan siswa, pembelajaran otentik, dan otonomi dalam pembelajaran (Theodosiadou, 2013). Beberapa keuntungan dari Web 2.0 sebagai media pembelajaran adalah memungkinkan setiap orang untuk berkolaborasi membentuk jaring-jaring pengetahuan baru. Penggunaan Web 2.0 (wiki, blog, RSS feed, jejaring sosial, podcast, dll.) dapat mendukung metode pembelajaran yang inovatif, kreatif, memfasilitasi *peer-to-peer learning*, *personal learning*, dan pendidikan non-formal (Bartolomé, 2017). Web 2.0 dapat digunakan untuk mengembangkan strategi Pembelajaran 2.0 yang dapat meningkatkan motivasi siswa, meningkatkan partisipasi, memfasilitasi pembelajaran dan keterampilan sosial, merangsang keterampilan kognitif tingkat tinggi, dan meningkatkan pembelajaran mandiri (Tyagi, 2012).

Beberapa keuntungan menggunakan Web 2.0 yaitu penggunaan Internet sebagai platform berarti aplikasi tersebut dijalankan langsung selama terkoneksi Internet dan tidak

memerlukan aplikasi apa pun untuk diinstal. Keuntungan lainnya yaitu dapat diakses oleh perangkat laptop, tablet maupun telepon seluler dengan tampilan responsif, fleksibel, dapat diakses oleh sistem operasi tipe apa pun karena bersifat *Web based*. Bagi yang menggunakan sistem operasi tipe lama juga tetap dapat diakses. Keuntungan lainnya yaitu selalu *update*, para pengembang selalu melakukan pembaruan terhadap aplikasinya untuk mengoptimalkan aplikasi atau menambah fiturnya. Dengan Web 2.0 kita tidak perlu pembaruan manual karena sistem sudah otomatis, memungkinkan integrasi berbagai jenis aplikasi berupa *game*, teks, video dan virtual eksperimen. sehingga dapat bersifat interaktif, komunikasi serta partisipasi dua arah. Virtual eksperimen merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan dalam proses konstruksi pengetahuan ketika eksperimen di laboratorium tidak dapat dilakukan. Salah satu penelitian menyimpulkan bahwa *virtual laboratory* dapat meningkatkan hasil belajar dan kemandirian siswa sebesar 85,65% sehingga virtual laboratory dapat dijadikan alternatif untuk melakukan eksperimen (Wati, 2021). Demikian juga hasil penelitian yang dilakukan L.L. Sarah (2012) menyimpulkan bahwa pembelajaran konsep materi batuan dengan metode *discovery learning* menggunakan Virtual Museum dapat meningkatkan hasil belajar dan aktivitas peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan mètode quasi eksperimen *one group pretest posttest*. Pada awal pembelajaran, peserta didik diberikan *pretest* kemudian melaksanakan pembelajaran secara tatap muka menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 (*e-Scaffolding Enhance Learning* atau e-SEL) yang telah dikembangkan dan setelah pembelajaran diberikan *pretest* serta kuesioner. Implementasi dalam pembelajaran fisika, e-SEL konsep momen gaya diintegrasikan ke dalam *Google Classroom*. Peserta didik kelas XI Tahun pelajaran 2021/2022 dari SMA Labschool UPI sebanyak 20 orang menggunakan *website* e-SEL momen gaya yang disusun berdasarkan pendekatan *scaffolding*. Pembelajaran dilaksanakan secara tatap muka dengan langkah pembelajaran terdiri dari pendahuluan, inti dan penutup. Dalam pembelajaran inti, Peserta didik dibagi menjadi beberapa kelompok, masing-masing terdiri dari 4 orang. Setiap kelompok mencoba belajar secara mandiri menggunakan *website* dengan tautan dari Google Classroom. Untuk memastikan peserta didik menggunakan *website* dengan baik, peserta didik diberikan Lembar Kerja (LK) yang harus diisi berdasarkan hasil belajarnya. Setelah mempelajari konsep dengan bantuan *website* e-SEL momen gaya, peserta didik

mempresentasikan hasil pembelajarannya dalam diskusi kelas kemudian melakukan verifikasi, penguatan dan refleksi. Secara garis besar desain penelitian terlihat seperti Gambar 1.



Gambar 1. Desain penelitian

Sebelum pembelajaran, peserta didik diberi tes awal (*pretest*), kemudian dilakukan pembelajaran dengan menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 dan setelahnya peserta didik diberi tes akhir (*posttest*) menggunakan soal yang sama dengan soal tes awal. Kemudian dilakukan uji signifikansi *pretest posttest* untuk menentukan apakah terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik secara signifikan. Berdasarkan nilai gain skor *pretest posttest* juga dilihat efektivitas pembelajarannya. Perhitungan *normalized gain score* didasarkan pada persamaan:

$$< g >= \frac{T_1^1 - T_1}{T_{max} - T_1}$$

(Hake dalam Sarah, 2022)

Sedangkan kriteria efektivitas pembelajarannya sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Efektivitas Pembelajaran

Gain skor ternormalisasi <g>	Kriteria
$0{,}7 \leq < g > \leq 1{,}0$	Tinggi
$0{,}3 \leq < g > < 0{,}7$	Sedang
$0{,}0 \leq < g > < 0{,}3$	Rendah
$< g > = 0$	Tidak efektif
$-1{,}0 \leq < g > < 0{,}0$	Menurun

Sumber : Sarah, 2021

Adapun untuk melihat aktivitas pembelajaran, dilakukan penilaian menggunakan observasi serta penilaian portofolio terhadap hasil Lembar Kerja peserta didik yang dikerjakan selama pembelajaran. Aktivitas belajar terdiri dari aktivitas visual, lisan, mendengarkan, gerak dan menulis (Firdaus, 2016). Namun dalam pembelajaran ini beberapa aktivitas lain juga diamati seperti melakukan simulasi, mengubah variabel, membaca maupun mencoba contoh aplikasinya. Aktivitas ini diamati menggunakan format observasi berupa daftar ceklis yang

akan memberi poin pada peserta didik saat melakukan aktivitas menggunakan *website* e-SEL momen gaya. Selama 90 menit, setiap 15 menit peserta didik diberi satu poin ceklis ketika berinteraksi dengan *website* e-SEL momen gaya baik Setelah diperoleh daftar ceklis yang menunjukkan aktivitas pembelajaran, selanjutnya dibuat prosentase jumlah peserta didik yang aktif selama pembelajaran. Peserta didik dengan jumlah ceklis lebih dari 5 dikategorikan sebagai peserta yang aktif dalam pembelajaran. Berdasarkan jumlah peserta didik yang aktif, selanjutnya dibuat prosentase aktivitas selama pembelajaran. Kriteria aktivitas rata-rata peserta didik dalam pembelajaran didasarkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Aktivitas Peserta Didik

Prosentase Aktivitas	Kriteria
$75 \leq \ persen\ aktivitas\ \leq 100$	Sangat Baik
$65 \leq \ persen\ aktivitas\ \leq 75$	Baik
$50 \leq \ persen\ aktivitas\ \leq 65$	Cukup
$0 \leq \ prosen\ aktivitas\ \leq 50$	Rendah

Selain itu peserta didik juga diberikan kuesioner untuk melihat responnya dalam pembelajaran menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan aplikasi Web 2.0 pada konsep momen gaya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

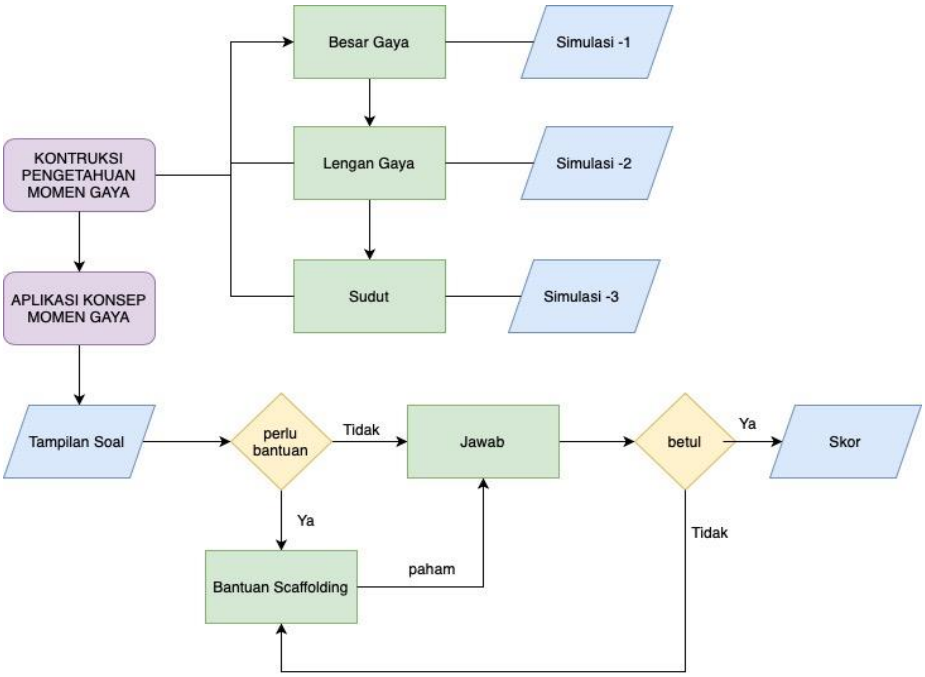
Jika diibaratkan pengetahuan bermakna sebagai sebuah rumah atau bidang yang akan dibangun oleh peserta didik, maka s*caffolding* merupakan pijakan untuk membantunya membangun bidang pengetahuan tersebut. Desain *scaffolding* berbantuan Web 2.0 yang selanjutnya disebut e-SEL dan struktur pengetahuan yang dikembangkan secara rinci terlihat pada Tabel 4 dan secara garis besar ditunjukkan oleh Gambar 2.

Tabel 4. Desain e-SEL Momen Gaya

Sub Konsep	Framework	Tampilan
⊺ ∞ F	*Sense Making* - Mengamati pengaruh massa terhadap gerak rotasi - Menginterpretasi hasil simulasi gerak batang yang bergerak sesuai gaya yang lebih besar	- Terdapat jungkat jungkit dengan lengan gaya yang sama (pusat rotasi di tengah batang) - Tampilan 2 slider untuk merubah massa beban kiri dan beban kanan - Simulasi gerak batang mengikuti besar gaya yang lebih besar
Semakin besar gaya maka	*Process Management* - Melakukan simulasi virtual	

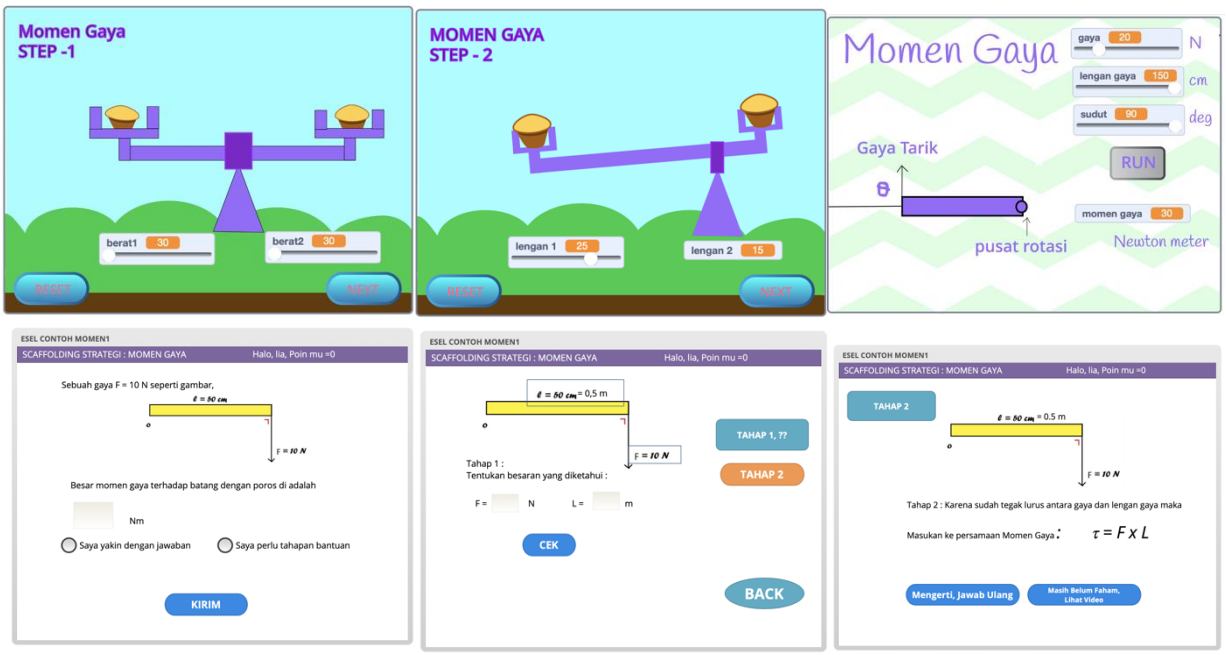
momen gaya semakin besar	Mengumpulkan data, Menjawab pertanyaan dan menarik kesimpulan **τ ∞ F**	
	Articulation and Reflection - Mengkomunikasikan hasil analisis data dan kesimpulan melalui berbagai representasi - Memperhatikan penguatan dan refleksi	Terdapat verifikasi momen gaya dipengaruhi oleh besar gaya jika jarak titik tangkap gaya ke sumbu rotasi sama besar berupa animasi teks di akhir simulasi.
τ ∞ L	*Sense Making* - Mengamati pengaruh lengan gaya terhadap gerak rotasi - Menginterpretasi hasil simulasi gerak batang yang bergerak sesuai lengan gaya yang lebih besar	- Terdapat jungkat jungkit dengan lengan gaya yang berbeda - Tampilan 2 slider untuk merubah panjang lengan gaya kiri dan lengan kanan - Animasi gerak batang mengikuti panjang lengan gaya yang lebih besar
Semakin besar lengan gaya maka momen gaya semakin besar	*Process Management* - Melakukan simulasi virtual Mengumpulkan data, Menjawab pertanyaan dan menarik kesimpulan **τ ∞ L**	
	Articulation and Reflection - Mengkomunikasikan hasil analisis data dan kesimpulan melalui berbagai representasi - Memperhatikan penguatan dan refleksi	Terdapat verifikasi momen gaya dipengaruhi oleh besar lengan gaya jika besar gaya yang bekerja sama besar
Momen gaya dipengaruhi sudut antara gaya dan lengan gaya Besar Momen gaya : **τ = F. L Sin Θ**	*Sense Making* - Mengamati pengaruh sudut antara lengan gaya dan gaya yang bekerja terhadap gerak rotasi - Menginterpretasi hasil simulasi gerak batang yang bergerak sesuai dengan perbedaan sudut antara gaya dan lengan gaya	- Terdapat batang yang dapat berotasi saat diberi momen gaya - Terdapat slider untuk merubah besar gaya, besar lengan gaya dan besar sudut antara gaya dan lengan gaya. - Terdapat tombol RUN - Animasi batang berotasi saat diklik tombol RUN mengikuti arah gaya nya.
	Process Management - Melakukan simulasi virtual Mengumpulkan data, Menjawab pertanyaan dan menarik kesimpulan "Momen gaya dipengaruhi sudut antara gaya dan lengan gaya"	
	Articulation and Reflection - Mengkomunikasikan hasil analisis data dan kesimpulan melalui berbagai representasi - Memperhatikan penguatan dan refleksi	Tampilan verifikasi konsep momen gaya dengan persamaannya. **τ = F. L Sin Θ**

	Mengaplikasikan konsep dengan strategi *scaffolding* (Aplikasi Konsep)	Tahapan tahapan penyelesaian contoh soal momen gaya



Gambar 2. Desain *Scaffolding* berbantuan Web 2.0 (e-SEL) Pada Konsep Momen Gaya

Beberapa tampilan e-SEL terlihat seperti Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan *Scaffolding* Berbantuan Aplikasi Web 2.0 (e-SEL) Pada Konsep Momen Gaya

Secara umum tahap uji coba implementasi berjalan dengan baik. Semua peserta didik dapat melakukan pembelajaran secara mandiri baik menggunakan *smartphone* maupun laptop. Sebelum pelaksanaan, peserta diberikan penjelasan mengenai pembelajaran mandiri yang harus dilakukan termasuk mempresentasikan hasil belajar mandirinya. Peserta didik menggunakan perangkat masing-masing untuk mengakses sumber ajar berupa *website* dengan penyajian konsep momen gaya yang sudah dirancang dengan menggunakan pendekatan *scaffolding* seperti pada tampilan Gambar 3 di atas dan penjabaran sesuai Tabel 4. Untuk memastikan e-SEL digunakan dengan benar, peserta didik diberikan panduan berupa Lembar Kerja (LK) yang harus diisi berdasarkan penyelidikan pengamatannya. Setelah selesai belajar mandiri, selanjutnya peserta didik berdiskusi untuk menentukan materi yang akan mereka presentasikan berdasarkan hasil belajar yang diperoleh dari pembelajaran mandiri menggunakan e-SEL. Pada saat sesi presentasi dan diskusi kelas, semua kelompok mengemukakan konsep yang sesuai sehingga guru hanya perlu memberikan penguatan. Beberapa kelompok menyajikan hasil belajar menggunakan lembar kerja namun beberapa kelompok melakukan presentasi dengan menyajikan hasil belajarnya berupa media presentasi online. Hasil belajar ini menunjukkan kreativitas yang ditunjukkan peserta didik dengan kecepatan belajar yang lebih tinggi.

Adapun hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *Pretest Posttest*

Nilai	*Pretest*	*Posttest*
Tertinggi	60	100
Terendah	0	40
Rata-rata	33,95	78,85
Standar Deviasi	13,65	17,03

Dari data *pretest posttest* kemudian dilakukan uji signifikansi. Hasil menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* dengan uji t_{hitung} sebesar 13,26 lebih besar dari t_{tabel} sebesar 2,06. Demikian juga dengan aktivitas belajarnya, aktivitas belajar peserta didik berada pada kategori sangat baik dengan 80% peserta didik atau empat kelompok menunjukkan aktivitas menggunakan e-SEL selama pembelajaran dan menyelesaikan LK tepat waktu. Peserta didik mampu mempresentasikan konsep yang diperolehnya dari belajar mandiri menggunakan *website* e-SEL dengan materi yang disajikan sesuai pendekatan *scaffolding*. Sedangkan 20% lainnya atau satu kelompok menyelesaikan LK dengan waktu

lebih lama dari yang ditentukan, meskipun berdasarkan hasil LK yang dikumpulkan tetap mampu menyelesaikan pembelajaran sampai tahap aplikasi konsep momen gaya. Satu kelompok ini merasa kesulitan menyelesaikan pembelajaran disebabkan kecepatan belajarnya yang lebih lama dibandingkan dengan peserta didik lainnya.

Adapun berdasarkan nilai *normalized gain score*, efektivitas pembelajaran termasuk kategori tinggi dengan *normalized gain score* sebesar 0,70. Sedangkan berdasarkan hasil kuesioner, 80% peserta didik menyatakan bahwa tampilan konsep momen gaya dengan simulasi berbantuan Web 2.0 ini lebih menarik dibandingkan buku pelajaran dan memotivasi mereka untuk mencobanya. Peserta didik berpendapat bahwa e-SEL pada konsep momen gaya mudah digunakan dan membantunya dalam memahami konsep. Meskipun 20% lainnya menyatakan bahwa penjelasan langsung dari guru tetap lebih mereka suka dibandingkan dengan mencoba belajar mandiri melalui *website*.

Pembahasan

Selama pembelajaran, seluruh peserta didik dapat menggunakan sumber ajar yang disajikan menggunakan perangkat masing-masing baik *smartphone* maupun laptop. Tampilan simulasi di *smartphone* dan laptop cukup *responsive* dan sesuai dengan ukuran layar. Meskipun demikian, kecepatan tampilan masih menjadi kendala untuk beberapa peserta didik berkaitan karena kendala kecepatan sistem operasi *smartphone* dan kecepatan internetnya. Beberapa peserta didik lebih lama menyelesaikan pembelajaran karena harus menunggu penampilan simulasi yang memerlukan waktu lebih lama. Kecepatan tampilan simulasi website dipengaruhi oleh kecepatan internet dan kecepatan sistem operasinya. Tampilan simulasi dengan menggunakan laptop lebih memudahkan interaksi dibandingkan dengan menggunakan *smartphone*. Namun meskipun durasi tampilan simulasi berbeda-beda, seluruh kelompok mampu menyelesaikan pembelajaran dengan indikator mampu menyelesaikan LK yang diberikan sebagai laporan dari hasil belajarnya.

Berdasarkan hasil observasi aktivitas pembelajaran diperoleh prosentase peserta didik aktif selama pembelajaran sangat baik. Hal ini menunjukkan penggunaan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 (e-SEL) dapat membuat peserta didik aktif selama pembelajaran secara mandiri. Dalam pembelajaran, peserta didik melakukan aktivitas baik membaca, melakukan interaksi untuk konstruksi pengetahuan seperti mengubah variabel dan mencoba aplikasinya. Saat mencoba proses konstruksi pengetahuan, ada peserta didik yang langsung mencoba tahap aplikasi dengan melewati tiga tahap *scaffolding* sebelumnya. Namun

ketika mencoba ternyata memerlukan jawaban, mereka kembali lagi ke tahap awal dan secara bertahap melalui proses konstruksi pengetahuan mulai dari tahap *sense making*, *process management* sampai tahap *verification*.

Selain itu, dengan menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 memungkinkan pembelajaran berdiferensiasi di dalam kelas tatap muka. Peserta didik melaksanakan proses pembelajaran sesuai dengan kemampuan dan kebutuhannya. Kemampuan belajar peserta didik menjadi salah satu faktor yang menentukan perbedaan waktu dalam menyelesaikan pembelajaran selain proses pemilihan tahap belajar dan kecepatan akses tampilan simulasi. Masing-masing kelompok melakukan percobaan dengan frekuensi mengubah variabel yang berbeda-beda. Pada satu tahap simulasi untuk konstruksi pengetahuan, ada kelompok yang melakukan pengambilan data berulang namun ada juga yang hanya satu kali pengambilan data. Namun untuk tahap aplikasi konsep, semua kelompok melakukan proses secara berulang dan dilakukan oleh sebagian besar anggota kelompok. Pembelajaran berdiferensiasi juga ditunjukkan dengan portofolio hasil belajarnya. Kelompok peserta didik dengan kreativitas tinggi menyajikan hasil belajarnya menggunakan media presentasi *online* seperti Canva namun kelompok lainnya hanya mempresentasikan dari jawaban Lembar Kerja. Meskipun semua peserta didik mampu menyelesaikan pembelajaran dan menjawab Lembar Kerja sebagai bentuk laporan hasil belajarnya meskipun terdapat variasi data pengamatan, cara penyajian data dan bentuk pemaparan yang disajikannya.

Berdasarkan hasil uji signifikansi *pretèst posttest* dan gain skor ternormalisasi, pendekatan *scaffolding* berbantuan aplikasi Web 2.0 (e-SEL) dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada konsep momen gaya dalam pembelajaran fisika dengan efektivitas pembelajaran pada kategori sangat baik. Hasil yang diperoleh ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan diantaranya Dasilva et al. (2019), Ardiyati et al. (2019) dan Sarah et al. (2022) yang menyatakan pendekatan *scaffolding* dapat meningkatkan pemahaman konsep dalam pembelajaran fisika. Sedangkan berdasarkan prosentase aktivitas jumlah peserta didik aktif selama pembelajaran, aktivitas peserta didik sangat baik dalam pembelajaran menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 berupa simulasi Scratch dan Articulate Storyline. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan Sarah (2022) mengenai pendekatan *scaffolding* berbasis simulasi *website* pada konsep momen inersia.

Meskipun demikian, berdasarkan masukan dari peserta didik, e-SEL konsep momen gaya masih memerlukan perbaikan terutama pada kecepatan tampilan simulasi dan

memerlukan tambahan suara saat menampilkan penjelasan terutama pada bagian aplikasi konsep.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pendekatan *scaffolding* berbantuan aplikasi Web 2.0 cukup mudah digunakan dalam pembelajaran yang memperhatikan diferensiasi kemampuan, kecepatan dan kebutuhan peserta didik. Dalam implementasi pembelajaran menggunakan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 (*E Scaffolding Enhance Learning* / e-SEL), seluruh peserta didik dapat menyelesaikan pembelajarannya meskipun dengan waktu pembelajaran yang berbeda-beda. Hasil skor *pretest* dan *posttest* menunjukkan pendekatan *scaffolding* berbantuan Web 2.0 dapat meningkatkan hasil belajar dan aktivitas pembelajaran peserta didik dengan efektivitas pembelajaran pada kategori tinggi. Namun demikian berdasarkan pengalaman peserta didik dalam menggunakan simulasi konsep berbantuan Web 2.0 memerlukan kecepatan perangkat dan akses internet yang cukup agar proses pembelajaran tidak terhambat waktu tunggu penampilan simulasi. Oleh karena itu simulasi konsep menggunakan Web 2.0 masih perlu dikembangkan agar waktu untuk tampilannya lebih singkat. Selain itu simulasi ini juga perlu diperkaya dengan audio pada setiap penjelasan aplikasi untuk memberikan bantuan pada peserta didik dengan tipe belajar auditori.

DAFTAR PUSTAKA

Aced, C., & Toledano, C. A. (2013). *How Companies are Seizing the Dialogic Opportunities Provided by Social Media to Communicate with their External Audiences View project Comunicación interna View project Web 2.0: the origin of the word that has changed the way we understand public relations*. https://www.researchgate.net/publication/266672416.

Ardiyati, T. K., Wilujeng, I., Kuswanto, H., & Jumadi. (2019). The Effect of Scaffolding Approach Assisted by PhET Simulation on the Achievement of Science Process Skills in Physics. *Journal of Physics: Conference Series*, *1233*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012035.

Bartolomé, A. (2017). Personal Learning Environments: A study among Higher Education students' designs. In *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology* (Vol. 13, Issue 2). http://ngrams.googlelabs.com/

Dasilva, B. E., Kuswanto, H., Wilujeng, I., & Jumadi. (2019). SSP Development with a Scaffolding Approach Assisted by PhET Simulation on Light Refraction to Improve Students' Critical Thinking Skills and Achievement of Science Process Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, *1233*(1). https://doi.org/10.1088/1742-

6596/1233/1/012044.

Firdaus, M. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Numbered Head Together (NHT) Ditinjau dari Aktivitas Belajar Siswa Kelas VIII SMP. In *Jurnal Formatif* (Vol. 6, Issue 2).

L. L. Sarah, A. S. Prihatmanto and P. H. Rusmin. (2012). The design and implementation discovery learning method on virtual museum of Indonesia:(A case study museum of geology for rock materials). *International Conference on System Engineering and Technology (ICSET), 2012, pp. 1-5* doi: https://doi.org/10.1109/ICSEngT.2012.6339312.

Laela Sarah, L., Ananto, Y., Octanary, D., & Nussifera, L. (2022). *The Design and Implementation e-Scaffolding Enhance Learning (e-SEL) Using Web-based Simulation on Moment of Inertia*. https://doi.org/10.33387/tjp.v11i1.4191.

Linder, S., & Chang, G. (2006). An Instructional Scaffolding Approach to Teaching Software Design. *Journal of Computing Sciences in Colleges, 21, 238-250.*

Sarah, L. L. (2021). The implementation of discovery learning using a personal site in physics online classroom. *Journal of Physics: Conference Series*, *1957*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1957/1/012042.

Sarah, L. L. (2022). The Implementation of Web Based E-Scaffolding Enhance Learning (e-SEL) on Centre of Mass Concept Understanding. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, *8*(1). https://doi.org/10.21831/jipi.v8i1.46476.

Smit, J., Gijsel, M., Hotze, A., & Bakker, A. (2018). Scaffolding primary teachers in designing and enacting language-oriented science lessons: Is handing over to independence a fata morgana? *Learning, Culture and Social Interaction*, *18*, 72–85. https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2018.03.006.

Theodosiadou, D. (2013). *Web 2.0 tools for supporting teaching*. https://www.researchgate.net/publication/288462343.

Tyagi, S. (2012). Adoption of Web 2.0 technology in higher education: A case study of universities in National Capital Region, India. In *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)* (Vol. 8, Issue 2).

Wati, A. (2021). Penggunaan Media Virtual Laboratory Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Materi dan Kemandirian Siswa Melakukan Praktikum. *Jurnal Guru Dikmen Dan Diksus*, *4*, 256–270. http://jgdd.kemdikbud.go.id/index.php/jgdd.

Yusuf, M., & Wulan, A. R. (2016). Penerapan Model Discovery Learning Tipe Shared Dan Webbed Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Kps Siswa. *Edusains*, *8*(1), 48–56. https://doi.org/10.15408/es.v8i1.1730.