



## **PENGEMBANGAN *WORKBOARD* FISIKA SEDERHANA SEBAGAI KONTEKSTUALISASI TEORI MOMEN GAYA**

M. Ibnu Saputra<sup>1</sup>, Rida SN Mahmudah<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Jl. Colombo No. 1 Yogyakarta

\*Email korespondensi: rida@uny.ac.id

### **Abstract**

In learning physics, it is necessary to contextualize a physical theory by placing it in teaching aids that can prove its truth so that it can be accepted and stored by memory. This study aims to produce a set of teaching aids in the form of a work board, which is expected to be able to support the contextualization function of the moment force theory. The components that make up the *workboard* use simple tools that anyone can imitate. This *workboard* is then tested empirically to determine its accuracy by varying the force arm and load to be used. The test results show that the value of the moment of force will be greater if the value of the force arm and load is greater. This proof is obtained by the existence of a positive difference in the value of the moment of force between the force arm 0.09 m and the force arm 0.075 m, the object with a mass of 25 grams is 0.00344 Nm, an object with a mass of 105 grams is 0.0107 Nm, and a mass of 210 grams is 0.0334 Nm. In general, the developed simple *workboard* is able to prove the theory of the moment of force, which is proportional to the magnitude of the force, with a relative error rate of 5.45%.

**Keywords:** contextualization, the moment of force, physics learning, *workboard*

### **Abstrak**

Dalam pembelajaran fisika, diperlukan kontekstualisasi suatu teori fisika dengan menempatkannya pada alat peraga yang dapat membuktikan kebenarannya sehingga dapat diterima dan disimpan oleh memori. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan seperangkat alat peraga berupa papan kerja, yang diharapkan mampu mendukung fungsi kontekstualisasi teori momen gaya. Komponen yang membentuk papan kerja menggunakan alat sederhana agar dapat ditiru oleh siapa saja. Papan kerja ini kemudian diuji secara empiris untuk mengetahui keakuratannya dengan memvariasikan lengan gaya dan beban yang akan digunakan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai momen gaya akan semakin besar jika nilai lengan gaya dan beban semakin besar. Bukti ini diperoleh dengan adanya selisih positif nilai momen gaya antara lengan gaya 0,09 m dan lengan gaya 0,075 m, pada benda bermassa 25 gram sebesar 0,00344 Nm, benda bermassa 105 gram sebesar 0,0107 Nm, dan bermassa 210 gram sebesar 0,0334 Nm. Secara umum, papan kerja sederhana yang dikembangkan mampu membuktikan teori momen gaya yang sebanding dengan besarnya gaya, dengan tingkat kesalahan relatif sebesar 5,45%.

**Kata kunci:** kontekstualisasi, momen gaya, pembelajaran fisika, *workboard*

**Cara Menulis Sitasi:** Saputra, M. I., Mahmudah. R. S.N (2022). Pengembangan *workboard* Fisika Sederhana sebagai Kontekstualisasi Teori Momen Gaya. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 9 (2), halaman 131-142

## **PENDAHULUAN**

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang paling mendasar, karena berhubungan dengan perilaku dan struktur benda atau objek (Giancoli, 1998). Pelajaran Fisika bersifat kompleks karena membahas tentang hal-hal bersifat abstrak, gejala atau fenomena yang terjadi. Kompleksitasnya dapat dilihat dari

hubungan antara konsep-konsep atau teori-teori yang ada dalam materi fisika tersebut (Sudarmin & Hadiwijaya, 2015). Hakikatnya pembelajaran fisika juga memiliki tiga komponen utama yaitu sikap ilmiah, proses ilmiah, dan produk ilmiah. Sifat tersebut mengarahkan peserta didik untuk menemukan dan membuktikan fakta, prinsip, teori, atau menguasai konsep materi fisika tersebut. Konseptualisasi merupakan syarat mutlak dalam mencapai keberhasilan pembelajaran fisika (Sahara, Fayanto, Nafarudin, & Tairjanovna, 2018). Harapan tersebut kontras dengan hasil kajian studi literatur dengan menunjukkan setidaknya 63% peserta didik masih kesulitan dalam menguasai konsep materi, 70% peserta didik merasa pembelajaran fisika cenderung dengan penghafalan persamaan saja, 72% peserta didik menyatakan guru tidak menggunakan alat peraga ketika proses pembelajaran, dan 84% peserta didik membutuhkan alat peraga pembelajaran untuk memvisualisasi konsep materi pelajaran fisika (Dul, Bernadino, & Nur, 2017). Penelitian tersebut didukung juga oleh Azizah (2015), bahwa pada pembelajara fisika, kesulitan memahami konsep materi menempati urutan pertama, sedangkan urutan kedua yaitu kesulitan memahami persamaan-persamaan.

Dikarenakan konsep materi yang relatif abstrak, maka penjelasan secara teoritik saja tidak cukup—dibutuhkan pembuktian secara eksperimen. Bagi peserta didik, kegiatan eksperimen ini akan membutuhkan kemampuan pengamatan, pengukuran dan analisa dari sebuah gejala fisis. Bagi guru, diperlukan kemampuan mengembangkan produk alat pembelajaran yang akan digunakan dalam kegiatan eksperimen tersebut (Suyoso, Subroto, & Istiyono, 2017).

Kebutuhan peserta didik mengarahkan pada kemampuan guru menciptakan produk ilmiah untuk mendukung kemampuan peserta didik dalam mengkonseptualisasikan materi pelajaran seperti yang dimaksudkan sebelumnya. Produk ilmiah ini umumnya berjenis media pembelajaran inovatif. Salah satu produk ilmiah yaitu dalam bentuk set alat peraga untuk membuktikan atau mengkontekstualisasikan teori materi fisika tertentu. Prasetyarini (2013) menyatakan bahwa set alat peraga mampu memperjelas materi pengajaran yang diberikan guru kepada peserta didik dan juga membantu guru dalam penyampaian konsep materi tersebut. Keberadaan set alat peraga ini membuat peserta didik mudah memahami materi dan menyelesaikan soal yang disajikan. Set alat peraga juga mampu menarik perhatian dan minat peserta didik dalam mengikuti proses pembelajaran yang telah direncanakan oleh guru. Selain itu, keberadaan alat peraga mampu menunjang aktivitas peserta didik dalam proses pembelajaran untuk memperkuat penguasaan konsep materi terutama pada pelajaran fisika. Alat peraga berfungsi membantu dan memeragakan konsep materi dalam proses pembelajaran karena berperan sebagai media pembelajaran juga (Suprayanti, Ayub, dan Rahayu, 2016).

Media pembelajaran berperan penting sebagai sarana visual atau interaktif yang memberikan pengalaman langsung pada peserta didik. Ia juga berperan sebagai pendorong semangat belajar, motivasi belajar, penjelas konsep materi pelajaran dan materi yang abstrak, serta dapat mempermudah kemampuan menyerap dan mengingat materi pelajaran bagi peserta didik (Wulantri & Syamsuri, 2018). Alat peraga juga diperlukan dalam memahami konsep-konsep yang bersifat abstrak agar pelajaran lebih bernilai atau bermakna (Maharani, Wati, dan Hartini, 2017), dengan membuat peserta didik terlibat

secara aktif. Aktivitas peserta didik yang menunjukkan kebermaknaan pembelajaran bisa berupa mengamati, memahami, menerapkan, maupun memanfaatkan gejala-gejala alam di lingkungan sekitar. Kompleksitas kegiatan tersebut akan melatih kemampuan observasi dan eksperimen peserta didik yang berdampak pada meningkatnya kemampuan berpikir kritis atau inovatif dan sikap ilmiah (Didik, 2019).

Penerapan set alat peraga pada proses pembelajaran juga mampu meningkatkan kemampuan penguasaan konsep karena peserta didik dapat melihat secara langsung proses yang terjadi pada set alat tersebut dalam membuktikan teori. Efeknya, selain hasil belajar peserta didik yang meningkat, peserta didik juga memiliki keterampilan proses pembelajaran sebagai pengalaman yang akan terekam kuat dalam memorinya (Oktafiani, 2017).

Beberapa pandangan di atas menunjukkan perlunya penerapan set alat peraga dalam pembelajaran. Sayangnya, alat peraga dan praktikum yang terdapat di laboratorium sekolah masih terbatas. Sekolah juga mengalami kendala dalam pengadaan kelengkapan dan perawatan alat, serta penggantian alat yang rusak yang harganya mahal (Hasbi, Kosim, & Gunawan, 2015). Hal ini akan mempengaruhi proses pembelajaran fisika yang akan berdampak pada kemampuan penguasaan konsep dan hasil belajar peserta didik (Desy, Desnita, & Raihanati, 2015). Keterbatasan maupun tidak tersedianya alat laboratorium dalam mendukung pembelajaran fisika di sekolah akan dapat diatasi dengan pengembangan alat peraga sederhana. Alat peraga atau praktik fisika sederhana disebut juga sebagai alat fisika buatan sendiri dengan memanfaatkan komponen alat atau bahan dari lingkungan sekitar. Pengembangan alat peraga sederhana ini juga dapat dilakukan dalam waktu relatif singkat, serta tidak memerlukan keahlian khusus dalam mengembangkan maupun menerapkannya. Walaupun demikian, alat peraga ini harus mampu membuktikan teori atau konsep materi yang sedang dipelajari (Hartini, Dewantara, & Mahtari, 2018).

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan set alat peraga tersebut dalam bentuk *workboard* (papan kerja), yaitu set alat peraga pada materi pembelajaran momen gaya. Penggunaan set alat peraga ini diharapkan dapat menunjang kinerja guru dalam menyampaikan materi pelajaran. Penggunaan *workboard* ini juga diharapkan mampu mengkonseptualisasikan dan membuktikan teori momen gaya (torsi) pada peserta didik. Desain set alat merupakan adopsi dari pengembangan Dwi Iswara (2016), yang mampu membuktikan teori momen gaya dengan penggunaan komponen penyusun yang sederhana. Variasi pengukuran dilakukan pada penggantian beban (benda) sebanyak 4 benda. Percobaan alat peraga ini berhasil dalam membuktikan teori momen gaya (torsi), namun hasil pengukuran masih menunjukkan tingkat kesalahan relatif yang cukup tinggi. Dibandingkan penelitian tersebut, keunggulan penelitian ini adalah mampu memvariasikan ukuran panjang lengan gaya sampai 20 cm. Selain itu, alat dibuat *portable* sehingga dapat digunakan peserta didik baik di manapun juga.

Pada penelitian ini, dibuat beberapa modifikasi dengan tujuan untuk meningkatkan efektivitas alat peraga tersebut. Dasi segi komponen penyusun, penelitian ini tidak menggunakan katrol tetapi wadah lem pipa sebagai jalur tali penghubung antara neraca pegas dan lengan gaya. Selain untuk mengurangi gaya gesek, lem pipa juga lebih mudah ditemui dibanding dengan katrol mini. Penelitian ini juga

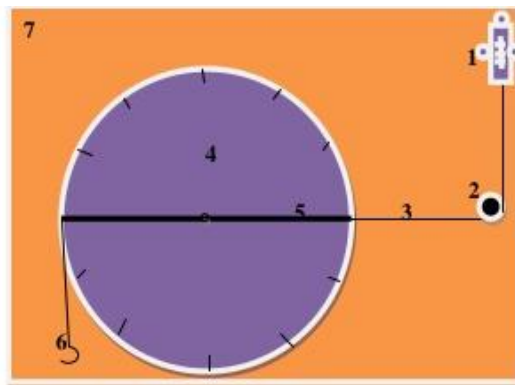
menggunakan 2 penggaris busur 90 derajat yang akan membentuk satu putaran penuh (360 derajat), sehingga pengukuran sudut saat percobaan dapat lebih presisi. Selain itu, dilakukan variasi ukuran lengan gaya dan beban (benda) agar dapat membuktikan pengaruh lengan gaya dan massa terhadap torsi. Hasil akhir produk yang dihasilkan yaitu *workboard* yang termasuk media tiga dimensi (3D).

Alat peraga 3D pada umumnya akan membantu proses pembelajaran pada kegiatan eksperimen dan atau demonstrasi. Kegiatan tersebut bertujuan untuk menjelaskan dan membuktikan sebuah konsep, teori, atau hukum dan prinsip materi fisika yang umumnya berisi gejala sains (Muswahidah & Subiki, 2015). Hadirnya alat peraga 3D ini juga akan mampu menjadi media pembelajaran yang dekat dan dapat dijangkau oleh peserta didik. Akibatnya peserta didik termotivasi untuk berpikir kreatif sehingga menghasilkan ide-ide untuk menghasilkan produk alat peraga pembelajaran baru, yang mencerminkan telah terbangunnya karakter saintifik peserta didik (Nugroho, 2018).

## **METODE**

### ***Pembuatan Workboard***

Penelitian ini dilakukan dengan metode true experiment terhadap set alat peraga berupa *workboard* momen gaya. Komponen penyusun set alat yang dimaksud merupakan komponen sederhana yang dirangkai dalam satu papan. Tujuan akhir dari pembentukan set alat ini yaitu mampu membuktikan teori momen gaya (torsi) tersebut, dengan memvariasikan panjang lengan gaya dan massa benda. Adapun desain alatnya seperti pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Desain alat (1. neraca pegas, 2. Wadah lem sebagai katrol, 3. benang, 4. busur derajat, 5. lengan gaya, 6. pengait beban, 7. papan kayu)

Desain yang ditampilkan pada Gambar 1 di atas mengadopsi konsep awal desain dari peneliti sebelumnya (Iswara, 2016). Perbedaannya dengan yang dibuat peneliti adalah pada komponen penyusunnya—lebih murah dan mudah dicari, prosedur penggunaan serta variasi pengukuran yang akan dilakukan.

Rangkaian alat peraga disusun di atas papan kayu berukuran 40 cm x 30 cm. Busur derajat 360° berdiameter 10 cm diletakkan di tengah papan dan diberi lubang sebagai poros trail (ruji) sepeda motor yang berfungsi sebagai lengan gaya. Penelitian ini menggunakan dua variasi panjang lengan gaya, yaitu 7,5 cm dan 9 cm, dengan diameter 0,4 cm. Lengan gaya ini dihubungkan ke pengait beban di satu sisi dan neraca pegas di sisi lain melalui wadah lem pipa dengan tali sepanjang 26 cm. Alat dan bahan untuk membuat *workboard* ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komponen Alat/Bahan

Seperti terlihat pada Gambar 2, komponen penyusun terdiri atas papan kayu, tali (benang wol), lem, stik es krim, neraca pegas, jeruji roda sepeda motor (terali), busur derajat, dan 2 laher (penyangga). Tali (benang wol) digunakan untuk menghubungkan ujung neraca pegas dengan ujung lengan gaya. Sehingga, lengan gaya dapat menunjukkan besarnya massa benda/objek yang digunakan. Lem digunakan untuk membentuk kedudukan dari neraca pegas agar lebih tinggi dari permukaan papan kayu dengan menggunakan stik es krim. Dua laher (penyangga) yang berupa wadah pengerat sambungan keran air (pipa) digunakan untuk menyangga tali agar dapat bergerak tanpa gesekan (diabaikan). Laher satu lainnya digunakan untuk penyangga lengan gaya agar stabil dan diposisikan di pusat koordinat busur derajat. Busur derajat sendiri digunakan untuk menunjukkan nilai sudut yang terbentuk akibat adanya benda/objek yang bekerja pada lengan gaya.

Langkah pembuatannya dimulai dengan membuat dudukan neraca pegas di sisi atas kanan *workboard* dengan stik es krim. Hal ini dilakukan agar posisi neraca pegas selalu tetap. Selanjutnya, menempatkan wadah lem pipa di bawah neraca pegas dan busur derajat di sebelah kiri bawah papan sesuai dengan desain pada Gambar 1. Dengan mengaitkan beban pada pengait, tali beban akan bergerak ke bawah, hingga memutar lengan gaya sebesar sudut tertentu. Pada saat yang bersamaan, tali yang terhubung ke neraca juga akan tertarik ke bawah sesuai dengan besarnya gaya yang bekerja.

***Pengujian workboard***

*Workboard* ini dibuat untuk membuktikan teori momen gaya, yaitu besarnya gaya yang bekerja pada benda berotasi akan semakin besar jika dikerjakan mendekati sumbu putarnya. Dalam hal ini, penghubung sumbu putar yang dimaksud yaitu lengan gayanya (m) yang ketika diberikan gaya (beban) akan membentuk sudut ( $\theta$ ) dari gerakan rotasi lengan gaya tersebut (Indarti, Prasetyo, & Hilmiyana, 2016). Untuk menguji kemampuan alat peraga ini, dilakukan serangkaian percobaan dengan variasi massa dan panjang lengan gaya seperti yang sudah disampaikan sebelumnya. Untuk selanjutnya, massa yang digunakan akan dilabeli dengan angka seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Massa benda pada percobaan *workboard*

Nama	Massa
Benda 1	25 gram
Benda 2	105 gram
Benda 3	210 gram

Langkah percobaan dimulai dengan mengaitkan benda pada tali pengait hingga lengan gaya berputar dan neraca pegas tertarik ke bawah. Data yang diambil adalah sudut yang dibentuk oleh lengan gaya, dan nilai gaya yang terukur pada neraca pegas. Untuk memastikan keakuratan data yang diambil, dilakukan 10 kali percobaan berulang untuk setiap variasi massa dan lengan gaya.

***Langkah Analisis Data***

Untuk membuktikan teori momen gaya, diambil data berupa massa benda, panjang lengan gaya dan sudut yang terbentuk. Data percobaan yang diperoleh dianalisis untuk membuktikan pengaruh panjang lengan gaya dan massa terhadap torsi. Karena dilakukan percobaan berulang, perlu dilakukan perhitungan simpangan pengukuran dan nilai kesalahan relatif (KR) yang diberikan oleh Persamaan (1) dan (2) berikut ini.

$$\Delta x = \frac{1}{n} \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n - 1}} \tag{1}$$

$$KR (\%) = \frac{\Delta x}{\bar{x}} \times 100\% \tag{2}$$

dimana  $\Delta x$  adalah simpangan pengukuran besaran tertentu,  $x$  adalah data yang sedang dianalisis,  $n$  adalah banyaknya data, dan  $\bar{x}$  adalah nilai rata-rata data. Pada penelitian ini, dilakukan analisis data gaya dan sudut simpangan yang diperoleh dari percobaan hingga dihasilkan nilai gaya rata-rata  $\bar{F}$  dan sudut rata-rata  $\bar{\theta}$ . Dengan demikian, momen gaya  $\tau$  dapat dihitung dengan persamaan:

$$\tau = r \bar{F} \sin \bar{\theta} \tag{3}$$

dimana  $r$  adalah panjang lengan gaya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

*Workboard* yang dibuat pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3. Peneliti membuat *workboard* ini sesederhana mungkin agar dapat ditiru oleh siapapun juga. Secara visual, *workboard* ini dapat dikembangkan menjadi lebih menarik dengan mencat papannya, menyematkan tulisan yang lebih rapi, dan lain-lain. Selain itu, sebelum menempatkan alat-alat pada *workboard*, sebaiknya posisi alat “digambar” dulu pada papan sehingga minim peluang kesalahan. Pada penelitian ini, penempatan lem pipi (warna biru) yang berfungsi sebagai katrol dilakukan berulang-ulang hingga tepat pada posisi yang diinginkan, sehingga bekas lemnya terlihat jelas pada papan.



Gambar 3. *Workboard*

Terlepas dari tampilannya yang sederhana, *workboard* ini telah digunakan untuk percobaan dalam rangka membuktikan konsep momen gaya. Data hasil percobaan dengan variasi benda dan lengan gaya, serta hasil analisisnya dengan Persamaan (1) dan (3) ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan nilai kesalahan relatifnya (Pers. (2)) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran

beban	Lengan gaya $r$ (m)	Hasil Percobaan		
		$F(N)$	$\theta(^{\circ})$	$\bar{\tau}(Nm)$
Benda 1	0,075	$0,229 \pm 0,00604$	$13 \pm 0,596$	$0,00386 \pm 0,0023$
Benda 2		$1,06 \pm 0,01095$	$27,9 \pm 0,604$	$0,0372 \pm 0,0224$
Benda 3		$2,028 \pm 0,01959$	$42,5 \pm 0,383$	$0,1027 \pm 0,0393$
Benda 1	0,09	$0,267 \pm 0,00603$	$17,1 \pm 0,622$	$0,0073 \pm 0,0044$
Benda 2		$1,103 \pm 0,010959$	$30,1 \pm 0,458$	$0,0479 \pm 0,0228$
Benda 3		$2,068 \pm 0,0183$	$47 \pm 0,614$	$0,1361 \pm 0,0835$

Tabel 2. Data Kesalahan Relatif Pengukuran

beban	Lengan gaya $r$ (m)	Hasil Penelitian		
		$F$ (N)	$\theta$ (°)	$\bar{\tau}$ (Nm)
Benda 1	0,075	2,6%	4,58%	5,95%
Benda 2		1,03%	2,16%	6,02%
Benda 3		0,96%	0,90%	3,83%
Benda 1	0,09	2,18%	3,63%	6,02%
Benda 2		0,99%	1,52%	4,75%
Benda 3		0,88%	1,3%	6,13%

Berdasarkan Tabel 1, terdapat selisih nilai besaran yang dihasilkan antara kedua ukuran panjang lengan gaya, meskipun dengan massa benda yang sama. Selisih nilai yang dimaksud misalnya pada benda 1 dengan nilai gaya 0,229 N, nilai sudut lengan gaya  $13^\circ$ , dan nilai momen gaya 0,00386 Nm. Selisih terkecil yaitu pada nilai gaya, diduga karena faktor penambahan berat lengan yang tidak besar dan dapat diabaikan. Sebaliknya, untuk massa benda yang sama, nilai sudut lengan gaya akan semakin besar jika ukuran panjang lengan gaya semakin besar pula. Pembuktian hal tersebut yaitu dari nilai selisih yang cukup besar. Hal ini akan berdampak pada nilai momen gaya yang semakin besar pula, terbukti pada nilai selisih yang cukup besar pula. Beberapa pembuktian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar nilai lengan gaya maka nilai momen gaya akan semakin besar pula.

Besarnya nilai sudut akan bertambah jika benda semakin berat atau nilai gaya meningkat. Antara benda 1 dan benda 2 memiliki selisih nilai gaya 0,831 N, dan selisih nilai sudut  $14,9^\circ$ . Sedangkan benda 1 dan benda 3 memiliki selisih nilai gaya 1,799 N, dan selisih nilai sudut  $29,5^\circ$ . Selisih nilai tersebut menunjukkan bahwa semakin besar gaya maka sudut yang akan terbentuk semakin besar pula. Selisih nilai ini kemudian berdampak pada semakin besarnya nilai momen gaya. Terbukti dengan terdapat selisih yang besar antara benda 1 dan benda 2 dengan benda 1 dan benda 3 yaitu 0,132 Nm. Pembuktian tersebut menunjukkan bahwa semakin besar gaya dan sudut lengan gaya maka momen gaya yang berkerja akan semakin besar.

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kesalahan relatif pengukuran setiap benda mengalami penurunan ketika digunakan lengan gaya dengan ukuran panjang lebih besar. Sedangkan selisih rata-rata kesalahan relatif nilai momen gaya untuk kedua lengan gaya yaitu 0,363%. Selisih ini dapat diasumsikan bahwa keakuratan pengukuran dengan masing-masing lengan gaya adalah sama, serta membutuhkan tingkat ketelitian pengukuran yang sama pula.

Hasil-hasil di atas menunjukkan bahwa *workboard* yang dibuat sebagai media pembelajaran mampu mewakili informasi materi pelajaran yang ingin disampaikan guru pada peserta didik. Selaras dengan pandangan Bambang (2018), bahwa media pembelajaran merupakan wadah dari pesan atau informasi yang ingin disampaikan oleh guru kepada peserta didik. Media pembelajaran juga hadir sebagai usaha pencapaian tujuan pembelajaran yang telah ditentukan.



Adanya *workboard* ini juga menjawab bentuk kekhawatiran guru dalam tuntutan penyampaian materi pembelajaran. Media pembelajaran akan membantu guru dalam melaksanakan penyampaian materi pelajaran dengan sederhana dan sesuai konsepnya. Septia dan Elfi (2019), mengungkapkan bahwa masalah yang muncul sebagai bentuk kekhawatiran guru yaitu terlalu menfokuskan untuk menuangkan pengetahuan yang dimilikinya sebanyak mungkin kepada peserta didik. Guru juga lebih mengejar materi tersampaikan semua dan takut ada materi yang tidak selesai/semptat diberikan. Kekhawatiran tersebut muncul sebagai akibat dari kurangnya pemahaman konsep materi yang dimiliki guru tersebut, sehingga tidak mampu menciptakan alat bantu pembelajaran ataupun media pembelajaran.

Solusi dari permasalahan tersebut dapat dimulai dari mahasiswa calon guru. Perlu pembiasaan bagi mahasiswa calon guru fisika untuk dapat mengembangkan teknik mengajar salah satunya dengan penggunaan media pembelajaran yang tepat. Perlu juga diadakan pelatihan pembuatan media pembelajaran sederhana (memanfaatkan barang sederhana/bekas) kepada mahasiswa maupun guru. Manfaat kegiatan pelatihan ini mampu menciptakan media pembelajaran sederhana seperti dalam bentuk alat peraga maupun media tiga dimensi lainnya. Kemampuan menciptakan media pembelajaran ini akan berimbang pada kemampuan guru dalam mentransfer pengetahuan yang efektif dan efisien kepada peserta didiknya (Martala, Sari, & Raudhah, 2018). Dampak lainnya dari penggunaan alat peraga sebagai alat bantu pembelajaran oleh guru yaitu pada kualitas pendidikan yang semakin membaik. Sejalan dengan pernyataan Kalvaitis (2015), bahwa kemampuan guru dalam memilih cara maupun bentuk kegiatan pedagogisnya seperti membuat atau menggunakan alat bantu pengajaran dengan tepat akan menjadi aspek penting dari perkembangan kualitas pengajaran.

Walaupun *workboard* ini mampu membuktikan teori momen gaya, masih terdapat bentuk penyimpangan dalam pengukuran dengan alat peraga ini. Nilai penyimpangan yang ditunjukkan pada tabel di atas terbaca tidak stabil untuk kedua ukuran lengan gaya pada setiap besaran yang diperoleh. Terkadang menunjukkan semakin kecil apabila nilai lengan semakin besar. Kadang pula menunjukkan semakin besar apabila nilai lengan semakin besar. Penyebab hal ini diduga pada proses pengukuran yang kurang akurat pada alat ukur, sehingga pembacaan neraca pegas dan busur derajat kurang tepat. Kekurangan ini akibat dari komponen alat neraca pegas yang tidak menggunakan skala terkecil, dan lengan gaya dengan diameter (rongga trali) yang tebal, sehingga pembacaan nilai gaya dan sudut masih kurang akurat sehingga tingkat ketelitian alat ukur dalam alat peraga ini masih perlu dibenahi lagi. Sesuai pandangan Tipler (2001), bahwa ketelitian dari alat ukur akan sangat mempengaruhi perolehan hasil pengukuran, semakin teliti alat ukur tersebut maka perolehan hasil pengukuran akan mendekati nilai yang sebenarnya.

Kualitas *workboard* yang dikembangkan termasuk baik secara aspek keamanan, ketahanan, dan keterbaruan. *Workboard* tidak membahayakan saat digunakan oleh peserta didik karena tidak menggunakan alat dan bahan yang tajam. Kualitas bahan utama penyusun *workboard* juga dari material

kayu (papan) sebagai wadah yang mampu tahan lama dan ramah lingkungan. Komponen alat dan bahan penyusunnya juga mudah dijangkau, sehingga peluang untuk mengembangkan *workboard* ini lebih lanjut sangat tinggi. Pernyataan tersebut didukung oleh Dewi, Wati, dan Mastuang (2019), yang menyatakan bahwa alat peraga dinilai baik jika ketika digunakan tidak membahayakan peserta didik. Aspek kualitas alat peraga yang baik juga dinilai dari bahan dasar penyusunannya mampu ramah lingkungan dan mudah didapat. Inovasi dan desain alat peraga juga dapat dikembangkan lagi agar lebih menarik dan menciptakan inovasi baru yang belum pernah ada sebelumnya.

Inovasi ataupun desain alat peraga dalam bentuk baru maupun untuk konsep materi lainnya sangat diperlukan saat ini. Peciuliauskiene dan Dagys (2016), mengungkapkan pentingnya keberadaan alat peraga dalam pembelajaran. Penggunaan alat peraga saat pembelajaran berupa eksperimen akan mampu meningkatkan motivasi belajar fisika peserta didik. Peserta didik generasi sekarang (generasi Z) juga lebih tertarik pada set alat peraga tradisional sederhana. Peserta didik juga akan terbantu fokusnya dalam belajar dan mampu mempertahankan perhatiannya terhadap materi pelajaran.

## **KESIMPULAN**

Penelitian ini telah berhasil mengembangkan sebuah *workboard* 3D sebagai set alat peraga untuk kontekstualisasi teori momen gaya. *Workboard* ini dibuat dengan alat dan bahan yang sederhana, dan tahapan pembuatan dijelaskan secara rinci pada penelitian ini sehingga guru atau siswa dapat mereplikasikannya dengan mudah. Percobaan dengan menggunakan *workboard* yang telah dikembangkan berhasil membuktikan bahwa nilai momen gaya berbanding lurus terhadap gaya, sudut, dan lengan gaya. Artinya semakin besar gaya dan lengan gaya yang diberikan maka sudut lengan gaya akan semakin besar, sehingga nilai momen gaya akan semakin besar pula. Walaupun dibuat dari alat dan bahan yang sederhana, *workboard* ini mampu membuktikan teori momen gaya dengan tingkat kesalahan relatif pengukuran sebesar 5,45%, sehingga layak digunakan sebagai set alat kontekstualisasi momen gaya pada pembelajaran fisika SMA. Ke depannya, *workboard* ini dapat dikembangkan lagi, terutama pada komponen alat ukur di dalamnya agar ketelitian pengukurannya dapat ditingkatkan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bambang, S. 2018. Pelatihan Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif dengan Memanfaatkan Bahan Bekas untuk Guru Sekolah Dasar pada Anggota Gugus 2 Kecamatan Ringinrejo Kabupaten Kediri. *Jurnal Abdinus*, 1(2), 96-106. Retrieved from: <https://doi.org/10.29407/ja.v1i2.11738>
- Desy, D., Desnita, D., & Raihanati, R. 2015. Pengembangan Alat Peraga Fisika Materi Gerak Melingkar Untuk SMA. In *Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta* (pp. 39-44): Jakarta.
- Dewi, A. R., Wati, M., & Mastuang, M. 2019. Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Tekanan untuk Siswa SMP dalam Melatih Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(1), 43-52. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.20527/bipf.v7i1.5806>

- Didik, L. A. 2019. Workshop Pembuatan Media Pembelajaran Listrik Magnet dari Barang Bekas untuk Meningkatkan Kompetensi Mahasiswa Calon Guru Fisika. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, 3(2), 70-74. Retrieved from: <https://doi.org/10.21831/jpmmp.v3i2.25321>
- Dul, S. A., Bernadino, A., & Nur, M. H. 2017. Inkuiri Terbimbing dengan Pendekatan Saintifik untuk Meningkatkan Berpikir Kritis. *Jurnal Momentum: Physics education Journal*, 1(2), 140-147. Retrieved from: <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/momentum/index>
- Giancoli, D. C. 1998. *Fisika Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Hartani, S., Dewantara, D., & Mahtari, S. 2018. Pengembangan Alat Peraga Fisika Energi Melalui Perkuliahan Berbasis Project Based Learning. *Jurnal Vidya Karya*, 33(1), 42-50. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.20527/jvk.v33i1>
- Hasbi, M. A., Kosim, K., & Gunawan, G. 2015. Pengembangan Alat Peraga Listrik Dinamis (APLD) Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 1(1), 57-67. Retrieved from: <http://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/6>
- Indarti, I., Prasetyo A. N., & Hilmina, N. S. 2016. *Fisika: Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam SMA/MA Kelas XI*. Surakarta: CV. Mediatama.
- Kalvaitis, A. 2015. Teaching Aids in General Education Schools: Provision and Usage. *Jurnal Pedagogika*, 119(3), 73-81. Retrieved from: <https://doi.org/10.15823/p.2015.02>
- Maharani, M., Wati, M., & Hartini, S. 2017. Pengembangan Alat Peraga Pada Materi Usaha dan Energi untuk Melatihkan Proses Sains Melalui Model Inquiry Discovery Learning. *Jurnal Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 351-367. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.20527/bipf.v5i3.4043>
- Martala, S., Sari, U. L., & Raudhah, A. 2018. Peningkatan Keterampilan Mahasiswa dalam Pengelolaan Sampah Organik untuk Mewujudkan Green Kampus di Universitas Lancang Kuning. *Jurnal Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 193-196. Retrieved from: <https://doi.org/10.31849/dinamisia.v2i2.1392>
- Muswahidah, V. N., & Subiki, S. B. 2015. Penerapan Model Learning Cycle 7E Berbantu Alat Peraga Tiga Dimensi (3D) Terhadap Sikap Ilmiah dan Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Fisika Kelas X SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 4(3), 219-223. Retrieved from: <https://core.ac.uk/download/pdf/291838255.pdf>
- Nugroho, Y. E. 2018. Pembuatan Motor Listrik dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Meningkatkan Kompetensi Keajaiban Sains Lorentz-Faraday. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 104-112. Retrieved from: <https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.2995>
- Oktafiani, P. 2017. Pengembangan Alat Peraga Kit Optik Serbaguna (AP-KOS) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 189-200. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.21831/jipi.v3i2.14496>

- Peciuliauskiene, P., & Dagys, D. 2016. The Physics Experiment Activity of New (Z) Generasi Student: Motivation and Interpersonal Interaction. *Jurnal Pedagogika*, 122 (2), 110-123. Retrieved from: <https://doi.org/10.15823/p.2016.24>
- Prasetyarini, A. 2013. Pemanfaatan Alat Peraga IPA untuk Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Pada Siswa SMP Negeri I Buluspesantren Kebumen Tahun Pelajaran 2012/2013. *RADIASI: Jurnal Radiasi: Berkala Pendidikan Fisika*, 2(1), 7–10. Retrieved from: <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/radiasi/article/view/370>
- Rismatul, A., Yuliati, L., & Latifah, E. 2015. Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika pada Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 5(2), 44-50. Retrieved from: <https://doi.org/10.26740/jpfa.v5n2.p44-50>
- Sahara, L., Fayanto, S., Nafarudin, N., & Tairjanovna, B. A. 2020. Analysis of Improving Students' Physics Conceptual Understanding Through Discovery Learning Models Supported by Multi-Representation: Measurement Topic. *Journal Indonesian Review of Physics*, 3(2), 57-65. Retrieved from: <https://doi.org/10.12928/irip.v3i2.3064>
- Septia, W., & Elfi, R. 2019. Pelatihan Penggunaan Cabri 3 D Pada Mata Kuliah Geometri. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*. 3(1), 1-3. Retrieved from: <https://doi.org/10.21831/jpmmp.v3i1.21958>
- Sudarmini, Y., & Hadiwijaya, A. S. 2015. Pembelajaran Fisika Berbasis Inkuiri Terbimbing dengan Menggunakan LKS Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Ditinjau dari Sikap Ilmiah Siswa Madrasah Aliyah Qamarul Huda Bagu Lombok Tengah. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 1(1), 1-14. Retrieved from: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v1i1.4>
- Suprayanti, I., Ayub, S., & Rahayu, S. 2016. Penerapan Model Discovery Learning Berbantuan Alat Peraga Sederhana untuk Meningkatkan Aktivitas dan Hasil Belajar Siswa Kelas VII SMPN 5 Jonggat Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(1), 30-35. Retrieved from: <http://jurnal.fkip.unram.ac.id/index.php/JPFT/article/view/285>
- Suyoso, S., Subroto, S., & Istiyono, E. 2017. Pelatihan KIT Alat Fluida Bergerak untuk Guru SMA/MA Di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA dan Pendidikan MIPA*, 1(1), 12-16. Retrieved from: <https://doi.org/10.21831/jpmmp.v1i1.12968>
- Tipler, P. A. 2001. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Wulantri, W., & Syamsuri, A. 2018. Pengembangan Alat Peraga Fisika Materi Induksi Elektromagnetik di Kelas XII SMA. *Jurnal Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(3), 179-185. Retrieved from: <https://doi.org/10.24042/ijsme.v1i3.3592>