

PEMBUATAN ALAT PERAGA MEKANISMA ENSKOL PELUNCUR DI POLITEKNIK NEGERI SAMBAS

Pande Putu Agus Santoso^{1*}, Diah Mahmuda², Ika Sanubary³, Fatli⁴

^{1, 2, 3, 4} Program Studi Teknik Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas,
Jl. Raya Sejangkung, Sambas, Kalimantan Barat, Indonesia

*Alamat e-mail pande.santoso@gmail.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat peraga mekanisma engkol peluncur sebagai media pembelajaran di Politeknik Negeri Sambas. Metode penelitian adalah research and development, yang diawali dengan analisis kebutuhan. Penelitian ini terdiri atas dua tahap, yakni pembuatan alat peraga dan uji coba terbatas. Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa, ketika jari-jari crank adalah 6 cm, perubahan posisi slider adalah 12,5 cm, dengan nilai kesalahan relatif 4,17%. Pada saat jari-jari crank adalah 9 cm, perubahan posisi slider adalah 17,5 cm, dengan nilai kesalahan relatif 2,78%. Pada saat jari-jari crank adalah 12 cm, perubahan posisi slider adalah 22,5 cm, dengan nilai kesalahan relatif 4,56%. Hasil uji coba terbatas penggunaan alat peraga ini, dengan 50 orang responden, menunjukkan bahwa, 36% menyatakan sangat mudah untuk digunakan, 46% menyatakan mudah, 14% menyatakan cukup mudah, dan hanya 4% menyatakan alat peraga ini tidak mudah untuk digunakan. Berdasarkan hasil uji fungsional yang menunjukkan nilai kesalahan relatif dibawah 10%, dan uji coba penggunaan terbatas dimana 82% menyatakan mudah, maka alat peraga mekanisma engkol peluncur yang dibuat ini layak dijadikan sebagai media pembelajaran.

Kata Kunci: pembuatan, alat peraga, mekanisma engkol peluncur.

Abstract

The purpose of this research was to made slider-crank mechanizing props as learning tool at Sambas State Polytechnic. The research method was research and development, which begins with a needs analysis. This research consists of two stages, namely the manufacture of props and limited trials. Functional test results showed that, when the crank radius was 6 cm, the slider's position change was 12.5 cm, with a relative error value of 4.17%. When the crank radius was 9 cm, the slider position change was 17.5 cm, with a relative error value of 2.78%. When the crank radius was 12 cm, the slider position change was 22.5 cm, with a relative error value of 4.56%. The results of a limited trial of the use of these props, with 50 respondents, showed that, 36% stated it was very easy to use, 46% stated it was easy, 14% stated it was quite easy, and only 4% stated these props were not easy to use. Based on functional tests result that show a relative error value below 10%, and limited use trials where 82% say easy, then the slider-crank mechanizing props was made, it deserves used as a learning tool.

Keywords: manufacture, props, slider-crank mechanizing.

PENDAHULUAN

Mekanisme engkol peluncur adalah mekanisme kinematika yang merupakan rangkaian batang penghubung empat batang yang memiliki gerakan kombinasi translasi dan rotasi (Naharudin, 2012). Batang penghubung satu merupakan pusat rotasi dari mekanisme ini. Batang penghubung dua merupakan lengan yang bergerak rotasi terhadap batang penghubung satu (engkol). Batang penghubung tiga merupakan bagian yang mentransformasikan gerakan rotasi yang dihasilkan oleh engkol, menjadi gerak translasi pada batang penghubung empat (peluncur). Peluncur adalah sebuah torak yang bergerak linier (maju dan mundur) di dalam lintasannya. Mekanisme engkol peluncur merupakan

suatu sistem rangkaian penghubung empat batang yang dimodifikasi (Mustafa, 2008). Bagian yang dimodifikasi adalah batang penghubung ke empat, menjadi sebuah peluncur yang bergerak linier. Mekanisme engkol peluncur merupakan sistem rangkaian batang penghubung yang paling dasar dan sederhana (Gasni, 2007). Jadi mekanisme engkol peluncur merupakan mekanisma dasar yang merupakan modifikasi dari sistem penghubung empat batang, dimana batang penghubung empat berupa peluncur yang bergerak linier (maju mundur), yang diakibatkan oleh gerakan rotasi dari engkol, atau sebaliknya

Mekanisme engkol peluncur banyak diaplikasikan dalam dunia keteknikan. Contoh yang umum dari penggunaannya ditemukan dalam mesin motor bakar seperti mesin bensin dan/atau disel (Mustafa, 2008). Aplikasi lain dari mekanisme engkol peluncur juga terdapat pada alat teknologi tepat guna, seperti alat perajang keripik (Putro, 2006), alat pengiris buah-buahan dan umbi-umbian (Marzuki, 2010), dan mesin pengayak (Yanto, 2013). Berdasarkan hal tersebut maka dapat dikatakan bahwa mekanisma engkol peluncur merupakan konsep yang sangat fundamental dan bermanfaat dalam dunia teknik mesin.

Berdasarkan hasil kuisioner analisis kebutuhan yang peneliti sebar terhadap 24 responden yang telah mengambil mata kuliah kinematika dinamika pada materi mekanisma engkol peluncur. Dari 24 responden terungkap bahwa: (1) materi mekanisma engkol peluncur relatif kompleks sehingga sulit untuk dipahami (87,5%), (2) penyebab sulitnya materi engkol peluncur untuk dipahami adalah responden mengalami kesulitan untuk membayangkan bagaimana pergerakan mekanisma tersebut secara riil (58,3%), kesulitan analisis matematis (16,7%), serta belum ditemukannya hubungan antara perhitungan matematis dengan contoh nyata dilapangan (25%), (3) seluruh responden menyatakan perlu dibuatnya alat peraga mekanisma engkol peluncur.

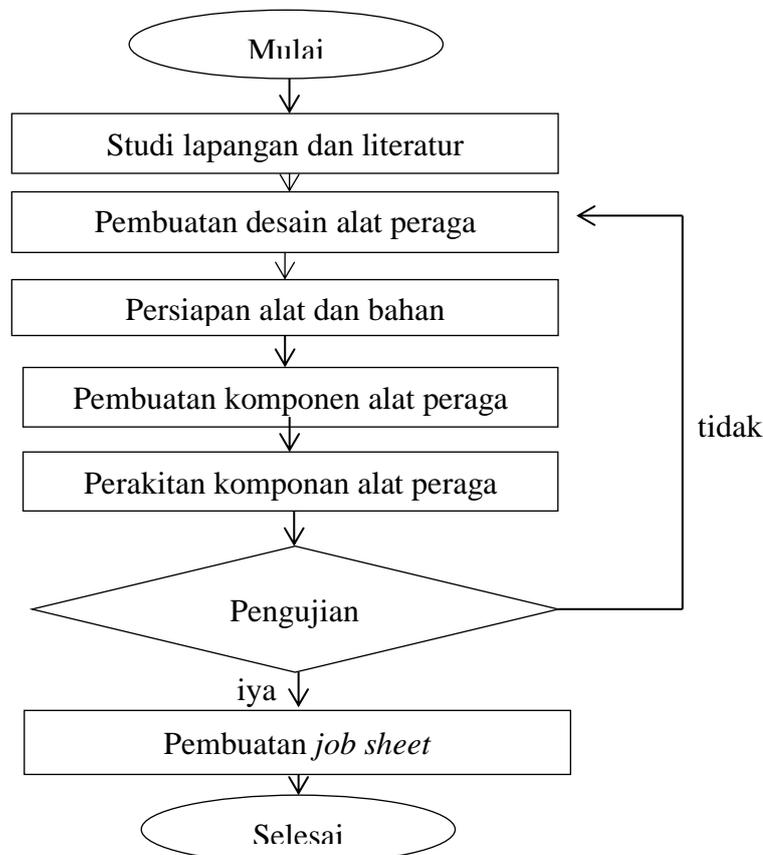
Berdasarkan hal tersebut, maka dipandang perlu untuk mengembangkan alat peraga mekanisma engkol peluncur sebagai salah satu media pembelajaran di Politeknik Negeri Sambas. Diyakini ini bahwa, dengan adanya alat peraga ini, pebelajar dapat belajar dengan lebih kontekstual. Belajar dengan melakukan aktivitas (*learning by doing*), lebih mendukung terwujudnya pemahaman konsep yang mendalam pada pebelajar, dibandingkan jika pebelajar hanya mendengar dan melihat saja. Simulasi dari alat peraga ini akan mampu mendeskripsikan pengaruh perubahan variasi panjang batang penghubung terhadap panjang lintasan torak. Selain itu alat peraga ini juga dapat memvisualisasikan secara nyata, bagaimanakah proses perubahan gerak rotasi menjadi translasi terjadi pada mekanisma engkol peluncur, atau sebaliknya.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat alat peraga mekanisma engkol peluncur sebagai media pembelajaran di Politeknik Negeri Sambas. Mustafa (2008) telah berhasil melakukan

analisis posisi dan kecepatan mekanisme engkol peluncur dengan menggunakan program komputer. Naharudin (2012) telah berhasil melakukan penelitian tentang penentuan kecepatan dan percepatan mekanisme engkol peluncur pada komponen mesin. Pusvyta (2016) telah berhasil melakukan penelitian tentang analisa kecepatan pada alat peraga mekanisme engkol peluncur. Perbedaan antara alat peraga yang akan dibuat dengan penelitian terdahulu adalah dari segi disain, material (bahan), dimensi alat, dan variabel yang diamati. Disamping itu, apabila pada penelitian sebelumnya membandingkan variasi panjang engkol terhadap kecepatan peluncur, maka pada penelitian ini akan membandingkan variasi panjang engkol terhadap perubahan panjang lintasan peluncur. Selain itu secara kualitatif alat peraga yang dibuat juga akan menunjukkan proses perubahan gerak rotasi menjadi translasi atau sebaliknya, pada mekanisme engkol peluncur.

METODE

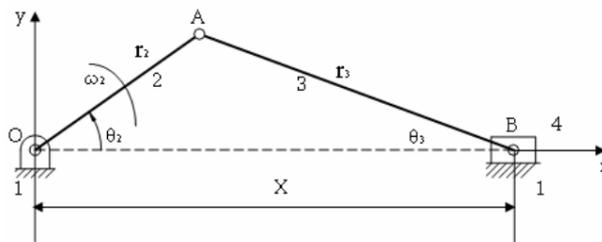
Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan, sehingga terdiri atas tahap pembuatan alat dan pengujian. Secara umum, diagram alir proses penelitian tersaji pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Berdasarkan gambar 1, kegiatan penelitian diawali dengan melakukan studi lapangan (analisis kebutuhan) dan studi literatur (membaca jurnal terkait). Kegiatan selanjutnya adalah pembuatan disaen alat menggunakan aplikasi *auto cad*. Berdasarkan disaen alat maka dirumuskanlah alat dan bahan yang dibutuhkan untuk membuat alat peraga mekanisme engkol peluncur ini. Setelah alat dan bahan tersedia, maka dilanjutkan dengan pembuatan komponen alat peraga. Pasa komponen alat peraga selesai dikerjakan, maka peneliti merangkai komponen tersebut, hingga terbentuklah sebuah alat peraga mekanisme engkol peluncur. Guna memvalidasi alat peraga yang telah dibuat, maka dilakukan pengujian fungsioanl dan uji penggunaan alat.

Uji fungsional dilakukan dengan membandingkan hasil analisis data secara teoritis dengan hasil pengamatan secara eksperimen. Analisis data secara teori dilakukan dengan menggunakan gambar 2 dan persamaan (1).



Gambar 2. Mekanisme engkol peluncur pada koordinat kertesius (Gasni, 2007: 2)

Berdasarkan gambar 2, r_2 adalah panjang batang hubung dua (engkol), r_3 adalah panjang batang hubung tiga, θ_2 adalah sudut antara engkol terhadap sumbu horisontal, dan θ_3 adalah sudut antara batang hubung tiga terhadap sumbu horisontal. Dengan menggunakan persamaan *cosinus* maka posisi batang hubung empat (peluncur) dapat dianalisis dengan persamaan (1) berikut.

$$x = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3 \quad (\text{Gasni, 2007: 3})$$

Adapun teknik analisis data secara teori dan eksperimen tersaji pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Teknik analisis data

Besaran	Analisis Teoritis	Analisis eksperimen
Posisi awal peluncur ($\theta_2 = \theta_3 = 0^\circ$)	$x_0 = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_0 = r_2 + r_3$	Pengamatan posisi awal peluncur
Posisi akhir peluncur ($\theta_2 = 180^\circ$ dan $\theta_3 = 0^\circ$)	$x_1 = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_1 = -r_2 + r_3$	Pengamatan posisi akhir peluncur

Besaran	Analisis Teoritis	Analisis eksperimen
Perubahan posisi peluncur (Δx)	$\Delta x_T = (x_o - x_1)_T$	$\Delta x_E = (x_o - x_1)_E$
Kesalahan relatif	$KR = \left \frac{\Delta x_T - \Delta x_E}{\Delta x_T} \right \times 100\%$	

Berdasarkan tabel 1, variabel terikat dalam uji fungsional ini adalah variasi panjang engkol (r_2), yakni 6 cm, 9 cm dan 12 cm. Variabel bebas adalah perubahan posisi peluncur (Δx). Apabila nilai kesalahan relatif antara hasil perhitungan teoritis dan eksperimen dibawah 10%, maka alat peraga yang dikembangkan dapat dikatakan baik. Namun apabila nilai kesalahan relatif diatas 10%, maka perlu dilakukan pendisaenan ulang terhadap alat peraga yang dibuat.

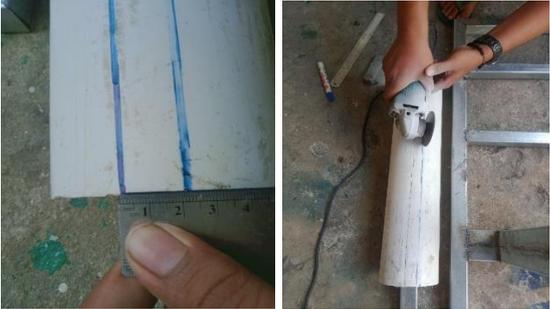
Uji coba penggunaan alat dilakukan dengan kuisioner. Jumlah responden adalah 50 orang. Mereka diberikan kesempatan untuk menggunakan alat peraga sesuai dengan *job sheet* yang telah dibuat. Setelah menggunakan alat peraga, responden diberikan kesempatan untuk mengisi kuisioner. Hasil kuisioner kemudian ditabulasi sehingga diperoleh informasi tentang hasil uji coba penggunaan alat peraga mekanisme engkol peluncur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan pembuatan alat peraga di Bengkel Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sambas dari bulan Mei hingga Agustus 2021. Proses pembuatan alat tersaji pada tabel 2 berikut.

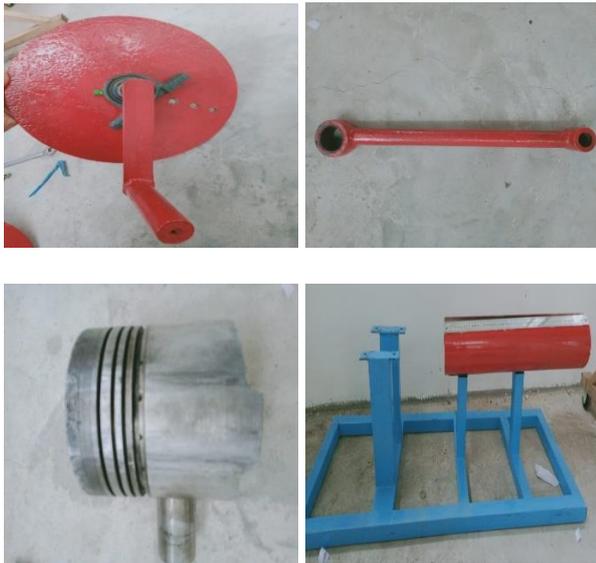
Tabel 2. Proses pembuatan alat peraga mekanisma engkol peluncur

Gambar	Penjelasan
	Pembuatan batang hubung dua (engkol): <ol style="list-style-type: none"> Membuat gambar lingkaran dengan diameter 300 mm pada besi palt 6 mm. Memotong besi plat 6 mm yang telah Digambar tadi menggunakan <i>blender</i>. Menghaluskan sisi plat yang telah dipotong dengan <i>bleder</i> menggunakan mesin bubut. Menentukan titik tengah dan membuat garis jari-jari. Pada garis jari-jari ini nantinya akan dibuat lubang untuk variasi panjang batang hubung dua (engkol). Membuat lubang variasi panjang engkol, dengan jarak 6 cm, 9 cm dan 12 cm dari titik pusat. Mengelas poros pada titik pusat engkol. Poros ini berfungsi sebagai penghubung

Gambar	Penjelasan
	<p>antara engkol dan bering, sehingga dapat diputar. Adapun diameter besi poros yang digunakan adalah 20 mm.</p>
	<p>Pembuatan batang hubung tiga :</p> <ol style="list-style-type: none">Memotong besi <i>shaf</i> ($d = 25 \text{ mm}$) dengan panjang 34 cm.Membuat rumah baut (pengait antara engkol dan batang hubung tiga). Rumah baut ini memiliki dimensi (panjang = 50 mm, diameter luar 20 mm dan diameter dalam 10 mm).Mengelas bagian ujung atas batang hubung tiga dengan rumah baut yang telah diabut pada langkah (b).Mengelas bagian ujung bawah batang hubung tiga dengan ujung piston (peluncur).
	<p>Pembuatan lintasan batang hubung empat (peluncur) :</p> <ol style="list-style-type: none">Lintasan peluncur dibuat dengan pipa PVC berdiameter 4 inci.Membuat dua buah garis lurus pada pipa PVC, dengan jarak 2,5 cm.Membelah pipa PVC sepanjang garis yang telah dibuat pada langkah (b)
	<p>Pembuatan dudukan alat peraga :</p> <ol style="list-style-type: none">Mengukur dan memotong besi <i>hollow</i> (40 x 40) mm dengan panjang 10 cm sebanyak 2 buah, 36 cm sebanyak 5 buah, 25 cm sebanyak 2 buah, dan 20 cm sebanyak 2 buah.Merangkai semua potongan dari langkah (a) menggunakan las, sehingga alas dasar alat peraga terbentuk.Mengelas kaki-kaki (verikal) sebagai tiang penyangga engkol dan lintasan peluncur.

Gambar

Penjelasan



Komponen alat peraga:

- Batang penghubung dua (engkol) dengan tiga lubang variasi (6 cm, 9 cm dan 12 cm)
- Batang hubung 3 (panjang 22 cm).
- Batang hubung empat (peluncur) yang terbuat dari piston.
- Dudukan alat peraga dan lintasan peluncur (terbuat dari pipa PVC dengan panjang



Bentuk akhir alat peraga mekanisme engkol peluncur dengan rincian komponen sebagai berikut:

- Batang hubung satu adalah titik pusat putaran engkol. Engkol diputar secara manual dengan besi *shaf* ($p = 200$ mm dan $d = 25$ mm).
- Batang hubung dua (engkol) berbentuk sebuah plat lingkaran (diameter 30 cm) dan sebuah besi plat ($p = 200$ mm dan $l = 4$ mm), yang keduanya diberikan tiga buah lubang (sebagai variasi panjang engkol) masing-masing 6 cm, 9 cm dan 12 cm dari pusat putaran engkol.
- Batang hubung tiga, besi *shaf* ($p = 34$ cm dan $d = 3,6$ cm)
- Batang hubung empat (peluncur) berupa sebuah piston ($p = 11,7$ cm dan $d = 11,3$ cm)

Pengujian fungsional alat peraga dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan secara teoritis (persamaan 1) dan secara eksperimen (pengamatan langsung pada alat), tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Ringkasan hasil uji fungsional

No	Eng-kol (cm)	x_o (cm)	Teori	x_1 (cm)	Δx_T	Eksperimen		
						x_o (cm)	x_1 (cm)	Δx_E
1	6	$x_o = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_o = 6 \cdot \cos(0^\circ) + 34 \cos(0^\circ)$ $x_o = 6 + 34$	$x_1 = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_1 = 6 \cdot \cos(180^\circ) + 34 \cos(0^\circ)$ $x_1 = -6 + 34$	12	19,5	7	12,5	

No	Engkol (cm)	x_o (cm)	Teori	x_I (cm)	Δx_T	Eksperimen		Δx_E
						x_o (cm)	x_I (cm)	
		$x_o = 40$ cm		$x_I = 28$ cm				
2	9	$x_o = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_o = 9 \cdot \cos(0^\circ) + 34 \cos(0^\circ)$ $x_o = 9 + 34$ $x_o = 43$ cm		$x_I = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_I = 9 \cdot \cos(180^\circ) + 34 \cos(0^\circ)$ $x_I = -9 + 34$ $x_I = 25$ cm	18	22,5	8	17,5
3	12	$x_o = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_o = 12 \cdot \cos(0^\circ) + 34 \cos(0^\circ)$ $x_o = 12 + 34$ $x_o = 46$ cm		$x_I = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$ $x_I = 12 \cdot \cos(180^\circ) + 34 \cos(0^\circ)$ $x_I = -12 + 34$ $x_I = 22$ cm	24	25,4	2,5	22,9

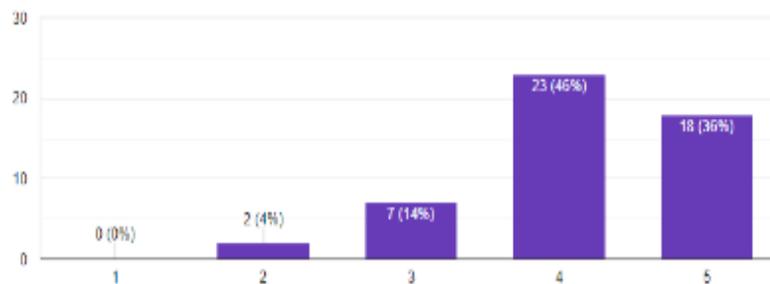
Berdasarkan tabel 3, diperoleh hasil bahwa semakin panjang batang penghubung dua (engkol), maka perubahan posisi (panjang lintasan) batang penghubung empat (peluncur) juga semakin besar. Pada saat panjang engkol 6 cm, perubahan posisi peluncur 12,5 cm. Pada saat panjang engkol 9 cm, perubahan posisi peluncur 17,5 cm. Pada saat panjang engkol 12 cm, perubahan posisi peluncur 22,5 cm. Hal ini sesuai dengan hasil perhitungan secara teoritis dengan nilai kesalahan relatif di bawah 10%, baik untuk variasi panjang engkol 6 cm (KR = 4,17%), 9 cm (KR = 2,78%), dan/atau 12 cm (4,56%). Secara teoritis juga diketahui bahwa, posisi peluncur dinyatakan dengan persamaan (1) yaitu: $x = r_2 \cos \theta_2 + r_3 \cos \theta_3$. Persamaan tersebut memiliki makna bahwa, posisi peluncur (x) dipengaruhi oleh panjang batang hubung tiga (r_3), sudut engkol (θ_2) dan sudut batang hubung tiga (θ_3). Karena dalam pembuatan alat peraga ini panjang batang hubung tiga, sudut engkol, dan sudut batang hubung tiga, dibuat tetap (sama), maka perubahan posisi peluncur, sepenuhnya dipengaruhi oleh perlakuan (variasi panjang engkol).

Setelah alat lolos uji fungsional, maka dilanjutkan dengan uji penggunaan dalam skala terbatas. Responden yang berjumlah 50 orang mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Sambas, diinstruksikan untuk menggunakan alat, sesuai dengan *job sheet* yang telah dibuat, seperti yang tersaji pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Uji coba penggunaan alat dalam skala terbatas

Setelah melakukan uji coba alat, responden diberikan kuisioner terkait tingkat kemudahan penggunaan alat peraga tersebut. Adapun hasil tabulasi kuisioner tersaji pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Hasil uji coba penggunaan alat secara terbatas

Berdasarkan grafik di atas maka dapat dianalisis bahwa, 36% (18 orang) menyatakan bahwa alat peraga yang telah dikembangkan sangat mudah untuk digunakan. 46% (23 orang) menyatakan bahwa alat ini mudah untuk digunakan. 14% (7 orang) menyatakan bahwa alat peraga ini cukup mudah untuk digunakan. Hanya 4% (2 orang) saja yang menyatakan bahwa alat ini tidak mudah untuk digunakan. Dapat disimpulkan bahwa alat peraga mekanisma engkol peluncur yang telah dikembangkan ini berada pada kategori mudah untuk digunakan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan (1) telah berhasil dibuat alat peraga mekanisma engkol peluncur dengan variasi panjang engkol masing-masing 6 cm, 9 cm dan 12 cm dari pusat putar. (2) Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa, ketika jari-jari crank adalah 6 cm, perubahan posisi slider adalah 12,5 cm, dengan nilai kesalahan relatif 4,17%. Pada saat jari-jari crank adalah 9 cm, perubahan posisi slider adalah 17,5 cm, dengan nilai kesalahan relatif 2,78%. Pada saat jari-jari crank adalah 12 cm, perubahan posisi slider adalah 22,5 cm, dengan nilai

kesalahan relatif 4,56%. (3) Hasil uji coba terbatas penggunaan alat peraga ini, dengan 50 orang responden, menunjukkan bahwa, 36% menyatakan sangat mudah untuk digunakan, 46% menyatakan mudah, 14% menyatakan cukup mudah, dan hanya 4% menyatakan alat peraga ini tidak mudah untuk digunakan. Berdasarkan hasil uji fungsional yang menunjukkan nilai kesalahan relatif dibawah 10%, dan uji coba penggunaan terbatas dimana 82% menyatakan mudah, maka alat peraga mekanisma engkol peluncur yang dibuat ini layak dijadikan sebagai media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Gasni, D., 2007. Karakteristik Mesin Pemotong Ubi Talas Dengan Mekanisme Engkol Peluncur. *Jurnal teknika*. 2(27): 62 – 68.
- Marzuki. 2010. Modifikasi Optimasi Mesin Pengiris Buah-Buahan Dan Umbi-Umbian Mekanisme Batang Peluncur Dengan Penambahan Double Slinder. *Jurnal Polimesin*. 8(1): 729 – 736.
- Mustafa.2008. Analisis Posisi Dan Kecepatan Mekanisme Engkol Peluncur Dengan Program Komputer. *Jurnal Sinergi*. 1(6): 55 - 63.
- Naharuddin. 2012. Penentuan Kecepatan Dan Percepatan Mekanisme Engkol Peluncur Pada Komponen Mesin. *Jurnal mekanikal*. 3(2): 268 – 278.
- Pusvyta, Y., 2016 Analisa Kecepatan Pada Alat Peraga Mekanisme Engkol Peluncur. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*. 2(1): 43 – 54.
- Putro, S. 2006. Perancang Mekanik Kripik. *Media Mesin*. 7(2): 55 – 62.
- Yanto, A., 2013 Analisa Untuk kerja Pengayak Getar Sebagai Sistem Getaran Dua Derajat Kebebasan Terhadap Pengayakan Abu Sekam Padi, *Jurnal Momentum*. 15(2): 18 – 29.