

Graphic User Interface (GUI) untuk Materi Dinamika Gerak Sistem Katrol Berbasis Matlab

Alpi Mahisha Nugraha^{1*}

¹ Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI

* E-mail: alpimahisha.nugraha@unindra.ac.id

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Oktober 2019
Disetujui November 2019
Dipublikasikan Desember 2019

Keywords:
Dynamic, Pulley system, GUI, Matlab

Abstract

Learning physics will be less optimal if the teacher teaches based on the text book. Other alternative media are needed to increase the student interesting in learning and make the student can studies easier. Especially fundamental chapter such as the dynamics of motion, like pulley sytems. Because in that problems, involves both of the dynamics in translation and rotational motion. Using of Matlab-based on Graphic User Interface (GUI) is expected to increase student's interesting and understanding of the problems in pulley system. Because students just only enter the required input datas and adjust the desired system conditions to calculate the quantities asked for that problem. Furthermore, the designed GUI can present a brief and concise explanation with easily language to understand by students about the phenomenon and students can also see the formula used in the pulley system problem.

How to Cite: Nugraha, A.M. (2019). *Graphic User Interface (GUI) untuk Materi Dinamika Gerak Sistem Katrol Berbasis Matlab*, *Navigation Physics*, 1(2): 51-58.

PENDAHULUAN

Dinamika gerak merupakan bagian rumpun ilmu fisika yang berfokus pada gerak sustu benda dengan memperdulikan penyebab gerakanya. Penyebab gerak benda adalah gaya, dan besaran gaya ini terangkum dalam suatu konsep yang memenuhi Hukum Newton. Gaya yang memiliki simbol F , diambil dari kata Force yang berarti paksaan atau tarikan, sedangkan satuan gaya adalah Newton diambil dari penemunya yakni Isaac Newton. Hukum Newton terdiri dari tiga buah hukum fundamental. Ketiga hukum ini sampai saat ini yang dapat menjelaskan fenomena pada sistem gerak benda non relativistik. Persoalan dinamika dan kinematika gerak umumnya merupakan gerbang awal dari persoalan fisika yang dipelajari di sekolah. Beberapa penelitian dilakukan untuk menciptakan alternatif media pembelajaran agar siswa lebih tertarik dan lebih mudah untuk memahami konsep dinamika gerak.

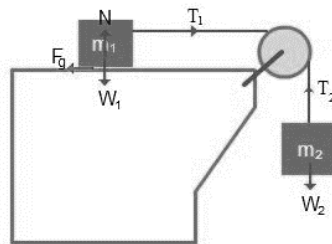
Salah satunya adalah penerapan dengan pengembangan perangkat pembelajaran dengan menggunakan model plomp yang diterapkan di kelas X (Kusnaeni, 2017) agar minat belajar siswa dan penyampaian materi fisika maksimal. Bahkan, alternatif pendekatan lain juga dapat digunakan untuk mendukung konsep Hukum Newton seperti penurunan persamaan gerak benda menggunakan Euler-Lagrange yang diterapkan pada pesawat atwood (Ariska, 2019). Tujuannya adalah agar siswa memahami seberapa fundamentalnya Hukum Newton dalam menganalisa fenomena gerak benda. Materi dinamika gerak pun umunya terbagi menjadi gerak lurus, gerak rotasi, dan kombinasi antara gerak lurus dan gerak rotasi tergantung pada kasus soal yang dihadapi siswa.

Pada dinamika gerak lurus bermacam-macam pengembangan sudah dilakukan seperti pengembangan alat peraga berbasis lingkungan untuk meninjau dinamika gerak sebuah partikel (Isnanto, 2014) yang diharapkan akan berpengaruh pada kemampuan psikomotor siswa. Cara-cara inilah yang akan menjadi nilai tambah dalam penyampaian materi sehingga siswa dapat maksimal memahami konsep dari Hukum Newton itu sendiri. Selain itu untuk dinamika gerak rotasi juga terdapat banyak

pengembangan terutama dalam materi kesetimbangan benda tegar yang bertanggung jawab terhadap keadaan kesetimbangan benda atau inersia benda (Zulirfan, 2011). Tidak hanya itu, terdapat juga pengembangan interaktif berupa interaktif *e-megazine* dalam memahami materi dinamika rotasi (Nurjanah, 2014). Pengembangan-pengembangan ini dilakukan untuk meningkatkan minat dan pemahaman siswa terhadap persoalan dinamika gerak benda.

Persoalan dinamika gerak merupakan persoalan yang dianggap cukup sulit untuk kebanyakan siswa, bahkan kendala ini juga ditemukan pada kalangan mahasiswa sehingga diperlukan modul pembelajaran yang menarik dan efektif (Santoso, 2014: 39-45). Berdasarkan hal tersebut diperlukan aplikasi yang efisien dan efektif yang dapat digunakan siswa dalam memahami persoalan dinamika gerak baik gerak lurus ataupun gerak rotasi. Salah satu aplikasi tersebut dapat diterapkan berupa *Graphic User Interface* (GUI) berbasis Matlab, penggunaan matlab mempermudah peneliti untuk merancang media alternatif berupa GUI yang *friendly* sehingga siswa tidak perlu lagi bulak-balik membaca buku panduan untuk mengerjakan soal, siswa cukup memasukkan input yang dibutuhkan dan menyesuaikannya dengan kasus yang diinginkan (Nugraha, 2019 : 6-11).

GUI yang *friendly* pun menjadi nilai tambah karena penggunaannya yang mudah sehingga siswa tidak akan kesulitan saat menggunakan aplikasi. Karena cakupan dinamika gerak sangatlah luas untuk membatasinya aplikasi akan dirancang untuk menyelesaikan persoalan berupa sistem gerak pada katrol seperti pada Gambar 1. Persoalan gerak sistem katrol merupakan gabungan antara dinamika gerak lurus dan rotasi. Jika massa katrol diabaikan maka katrol dianggap tidak berputar sehingga hanya dinamika gerak lurus sajalah yang berlaku, berbeda jika massa katrol tidak diabaikan yang berarti katrol berputar sehingga selain dinamika gerak lurus yang bertanggung jawab, terdapat juga dinamika gerak rotasi dalam menjelaskan fenomena tersebut. Persoalan seperti inilah yang sering membuat siswa menjadi



Gambar 1. Persoalan Dinamika Gerak Sistem katrol

kebingungan, oleh karena itu penggunaan GUI dapat membuat siswa lebih memahami persoalan tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan terbagi menjadi studi pustaka, penurunan persamaan gerak secara numerik untuk nilai percepatan dan tegangan tali, pembuatan GUI, dan analisis sistem fisis.

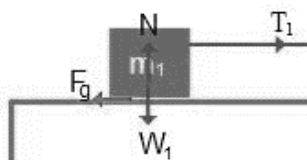
A. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk memahami konsep dinamika gerak pada sistem katrol agar mempermudah perancangan GUI yang sesuai dan *friendly*. Studi pustaka juga membuat peneliti dapat mengembangkan metode yang sudah ada atau membandingkan dengan metode lain dengan permasalahan yang sama yakni dinamika gerak pada sistem katrol agar mendapat banyak sudut pandang dalam menyelesaikan permasalahan.

B. Penurunan persamaan gerak

Penurunan rumus untuk mencari nilai percepatan (a), tegangan tali pada benda m_1 (T_1), dan tegangan tali pada benda m_2 (T_2) dimulai dengan menggunakan Hukum Newton (Giancolli, 1997) dan membagi sudut pandang menjadi tinjau benda m_1 , tinjau benda m_2 dan tinjau katrol dengan massa m_k .

- Tinjau benda m_1



$$\begin{aligned} \Sigma F &= m_1 a \\ T_1 - F_g &= m_1 a \\ T_1 - \text{miu} \cdot m_1 \cdot g &= m_1 a \\ T_1 &= m_1 a + \text{miu} \cdot m_1 \cdot g \end{aligned} \quad (1)$$

dengan μ adalah koefisien gesek antara permukaan benda m_2 dengan lantai.



- Tinjau benda m_2

$$\begin{aligned}\Sigma F &= m_2 a \\ W_2 - T_2 &= m_2 a \\ m_2 \cdot g - T_2 &= m_2 a \\ T_2 &= m_2 \cdot g - m_2 \cdot a\end{aligned}\quad (2)$$

Setelah diperoleh persamaan T_1 dan T_2 , selanjutnya tinjau katrol. Anggapan awal katrol dengan jari-jari R akan berputar yang disebabkan karena adanya perbedaan antara T_1 dan T_2 (Tipler, 2004). Sehingga persamaan yang digunakan dimulai dengan persamaan, $\Sigma \tau = I \alpha$ dengan τ adalah torsi, I adalah inersia dan α adalah percepatan sudut dalam satuan internasional. Umumnya I pada katrol bernilai $1/2 m_k R^2$, karena katrol dianggap sebuah cakram sedangkan $\alpha = a/R$, dengan a adalah percepatan sistem. Oleh karena itu diperoleh persamaan:

$$\begin{aligned}\Sigma \tau &= I \alpha \\ \Sigma \tau &= 0.5 m_k R^2 \frac{a}{R} \\ (T_2 - T_1)R &= 0.5 m_k R^2 \frac{a}{R} \\ (T_2 - T_1) &= 0.5 m_k a\end{aligned}\quad (3)$$

Substitusikan persamaan (1) dan (2) ke dalam persamaan (3) sehingga diperoleh persamaan

$$a = \frac{m_2 \cdot g - \mu \cdot m_1 \cdot g}{m_1 + m_2 + 0.5 m_k}\quad (4)$$

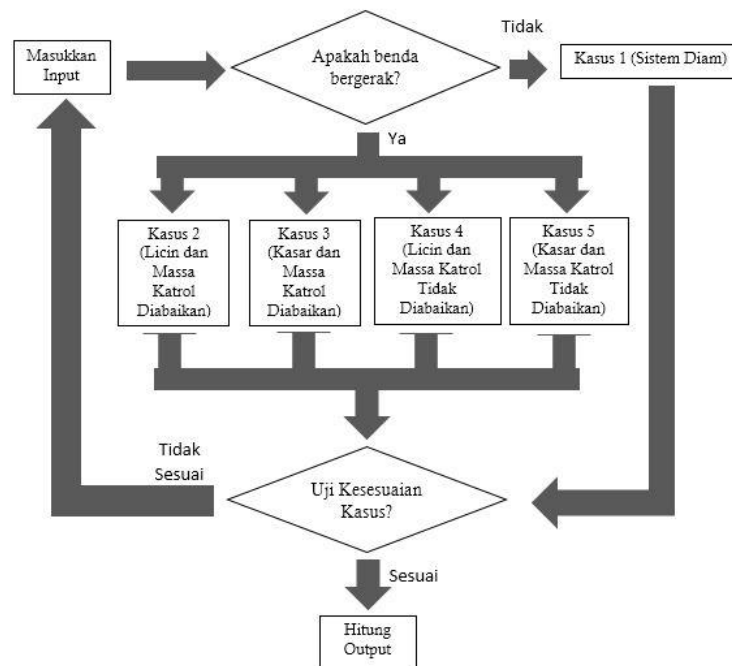
Persamaan (4) inilah yang menjadi faktor utama dalam menentukan pergerakan sistem. Oleh karena itu diperlukan pengecekan sistem bergerak atau tidak. Benda akan bergerak jika $m_2 \cdot g > \mu \cdot m_1 \cdot g$, dan jika benda bergerak untuk menghitung T_1 dan T_2 digunakan persamaan (1) dan persamaan (2). Namun nilai μ dan m_k tergantung pada kasus yang terjadi. Jika lantai licin maka μ bernilai nol dan bernilai $0 < \mu < 1$ untuk lantai kasar. Sedangkan m_k bernilai nol jika massa katrol diabaikan dan jika massa katrol tidak diabaikan maka $m_k \neq 0$.

C. Pembuatan GUI

Perhitungan analisis numerik pada persamaan a , T_1 , dan T_2 akan dijadikan sebagai persamaan matematis yang disajikan menggunakan bahasa pemrograman MATLAB sesuai dengan persamaan (1), persamaan (2) dan persamaan (4). Besaran input yang diperlukan adalah massa benda m_1 , massa benda m_2 , μ atau koefisien gesek, dan massa katrol m_k . GUI yang dibuat akan mempunyai lima perhitungan sesuai dengan lima kasus yang mungkin terjadi untuk persoalan dinamika katrol ini. Adapun kasus-kasus tersebut adalah:

1. Kasus 1, kasus dimana $m_2 \cdot g < \mu \cdot m_1 \cdot g$ yang akan berakibat sistem tidak akan bergerak karena berat benda m_2 tidak cukup besar melawan gaya gesek yang dialami benda m_1 .
2. Kasus 2, kasus dengan kondisi lantai licin dan massa katrol diabaikan, yang akan berakibat μ dan m_k bernilai nol dan $T_1 = T_2$.
3. Kasus 3, kasus dengan kondisi lantai kasar dan massa katrol diabaikan, ketika lantai kasar maka nilai μ menjadi input yang akan diisi oleh pengguna GUI. Namun karena katrol tetap diabaikan maka $T_1 = T_2$.
4. Kasus 4, kasus dengan kondisi lantai licin namun massa katrol tidak diabaikan sehingga besar m_k akan menjadi input yang diisi oleh pengguna GUI. Karena lantai licin maka μ bernilai nol, sedangkan $T_1 \neq T_2$ karena saat massa katrol tidak diabaikan maka katrol berputar akibat perbedaan T_1 dan T_2 .
5. Kasus 5, kasus dengan lantai kasar dan massa katrol tidak diabaikan, maka nilai μ dan m_k akan menjadi input, dan sama halnya dengan kasus 4 maka $T_1 \neq T_2$.

Adapun algoritma atau diagram alir dari GUI yang akan dibuat sesuai dengan Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir atau algoritma GUI dinamika sistem gerak katrol
(Sumber: Peneliti)

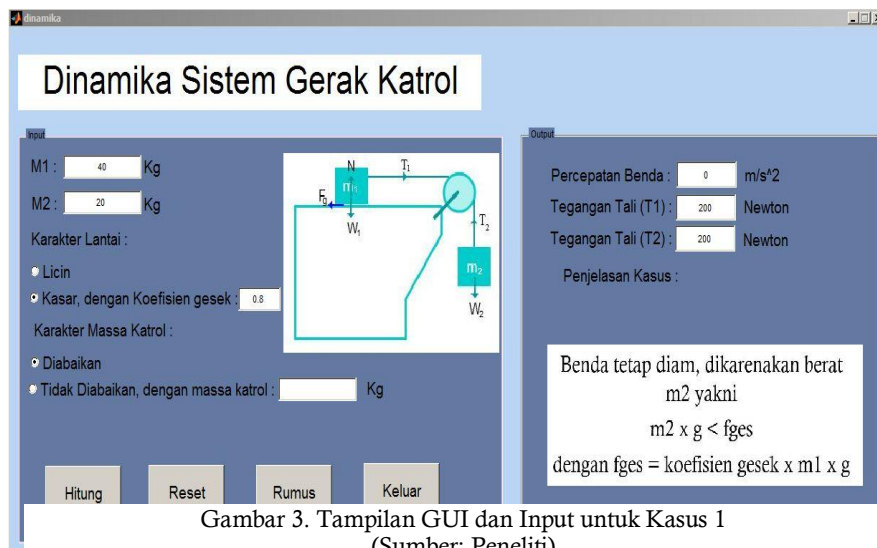
GUI akan dirancang untuk dapat menyelesaikan lima macam kasus yang terjadi. Agar siswa atau mahasiswa lebih mudah menggunakan perhitungan tersebut, input dan output dalam perhitungan akan ditampilkan dalam bentuk GUI yang *friendly*.

D. Analisis Sistem Fisis

Tahap terakhir dari metode penelitian adalah menganalisis sistem fisis dari hasil perhitungan pada GUI. Hal ini dilakukan untuk mengurangi kesalahan konsep dan kesesuaian hasil perhitungan dengan fenomena yang terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan GUI sebagai media pembelajaran materi dinamika gerak diharapkan menjadi alternatif yang efektif untuk meningkatkan pemahaman siswa, perancangan yang *friendly* membuat siswa hanya perlu memasukkan besaran-besaran input yang dibutuhkan yakni massa benda m_1 , massa benda m_2 , koefisien gesek (μ) jika pilihan lantai kasar dan massa katrol m_k jika pilihan massa katrol tidak diabaikan. Adapun tampilan GUI yang dirancang terlihat pada Gambar 3. Siswa hanya perlu



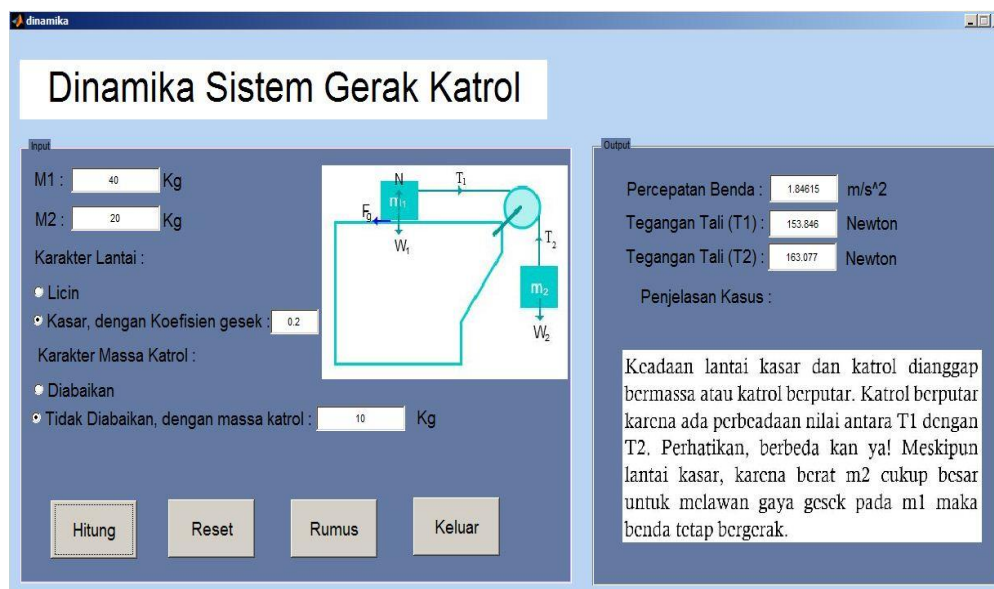
Gambar 3. Tampilan GUI dan Input untuk Kasus 1
(Sumber: Peneliti)

memasukkan input di bagian panel input dan menyesuaikan keadaan sistem yang diinginkan dengan mengatur radiobutton yang disediakan.

Pada Gambar 3 menunjukkan kasus 1 dimana sistem katrol tidak akan bergerak atau diam jika input berupa $m_1 = 40$ kg, $m_2 = 20$ kg dan lantai kasar dengan koefisien gesek bernilai 0.8. Hal ini dijelaskan juga pada sudut kanan bawah GUI mengapa sistem katrol diam. Umumnya siswa mengalami kesalahan konsep untuk kasus ini, karena siswa jika langsung menggunakan persamaan (4) maka nilai percepatan a yang dihasilkan akan bernilai negatif, dan dengan hasil seperti ini siswa biasanya menganggap bahwa benda m_1 bergerak ke sebelah kiri dan benda m_2 bergerak ke atas tertarik oleh gaya gesek yang dialami benda m_1 . Pemahaman seperti inilah yang menjadi kesalahan dalam memahami konsep dinamika, jadi tidak semua sistem ketika diberi gaya akan bergerak, benda bergerak bergantung pada besar gaya berat m_2 yang dapat melawan gaya gesek maksimal m_1 atau tidak. Lain ceritanya jika kondisi lantai licin.

Pada kondisi lantai licin, meskipun massa benda m_2 sangat kecil dibandingkan dengan massa benda m_1 , maka sistem akan tetap bergerak ke bawah. Karena tidak ada yang menghambat berat m_2 untuk menggerakkan sistem. Penjelasan seperti ini juga akan ditemui siswa pada tampilan GUI jika input yang dimasukkan sesuai dengan kemungkinan kasus yang terjadi. Andaiapun siswa mengalami kesalahan dalam memasukkan input akan terdapat *warning dialog* untuk mengingatkan siswa untuk mengisi besaran yang diperlukan.

Berbeda dengan kasus 5 yakni ketika lantai kasar dan massa katrol tidak diabaikan. Hal ini berarti bahwa yang berlaku pada sistem tidak hanya dinamika gerak lurus saja melainkan berlaku juga dinamika gerak rotasi yang dapat dilihat pada Gambar 4 dengan input $m_1 = 40$ kg, $m_2 = 20$ kg, kondisi lantai kasar dengan koefisien gesek $\mu = 0.2$ dan massa katrol tidak diabaikan dengan massa katrol $m_k = 10$ kg. Penjelasan pada GUI pun akan berbeda tiap kasusnya, dengan penjelasan tambahan ini diharapkan siswa akan lebih memahami konsep dinamika gerak sistem katrol.



Gambar 4. Tampilan GUI dan Input Kasus 5
(Sumber: Peneliti)

Perbandingan hasil perhitungan untuk masing-masing kasus dapat dilihat pada Tabel 1. Output yang dihitung adalah percepatan a sesuai dengan persamaan (4), besar tegangan tali pada m_1 sesuai persamaan (1) dan besar tegangan tali pada m_2 sesuai persamaan (2). Pada kasus satu digunakan input $m_1 = 40$ kg, $m_2 = 20$ kg dan $\mu = 0.8$ hal ini dilakukan karena agar benda diam maka berat m_2 harus lebih kecil dari gaya gesek yang dialami benda. Pada kasus ini, besar percepatan yang dihasilkan otomatis bernilai nol karena sistem diam. Pada saat benda diam maka besar T_1 dan T_2 adalah sama sehingga katrol tidak berputar sesuai dengan data yang dihasilkan pada Tabel 1.

Pada kasus 2 sampai dengan kasus 5 dipergunakan input $m_1=40$ kg, $m_2=20$ kg, $\mu=0.8$, dan $m_k=10$ kg dan penyesuaian pada radiobutton. Pada kasus massa katrol diabaikan seperti pada kasus 2 dan kasus 3 maka nilai T_1 dan T_2 sama. Namun menariknya pada kasus 3 dengan lantai kasar ternyata besar tegangan talinya lebih besar. Informasi ini menunjukkan bahwa tali akan lebih tegang saat pada m_1 terdapat penghambat gaya yaitu gaya gesek yang dialami benda m_1 . Namun besar tegangan tali akan lebih mengecil lagi jika massa katrol tidak diabaikan yang terlihat pada kasus 4 dan kasus 5, karena katrol mengalami perputaran akibat perbedaan antara T_1 dan T_2 , maka katrol juga berkontribusi terhadap penjumlahan usaha dan energi pada sistem sehingga besar tegangan tali yang dirasakan benda m_1 ataupun benda m_2 lebih kecil dibandingkan saat massa katrol diabaikan atau katrol dianggap tidak berputar.

Tabel 1. Perbandingan hasil perhitungan untuk masing-masing kasus

Besaran Output	Kasus 1	Kasus 2	Kasus 3	Kasus 4	Kasus 5
Percepatan (ms^{-2})	0	3.33333	2	3.07692	1.84615
Tegangan tali m_1 (N)	200	133.333	160	123.077	153.846
Tegangan tali m_2 (N)	200	133.333	160	138.462	163.077

PENUTUP

Penggunaan GUI dapat menunjukkan bahwa nilai percepatan dan tegangan tali pada sistem katrol ditentukan oleh kondisi lantai dan karakter katrol itu sendiri. Selain besaran input yang diperlukan pemahaman akan kondisi persoalan diperlukan dalam menyelesaikan soal sistem katrol ini. GUI yang digunakan dapat menjadi alternatif pembelajaran agar siswa semakin memahami materi seperti adanya perbedaan tegangan tali yang dirasakan benda m_1 dan m_2 saat katrol berputar, pengaruhnya kekasaran lantai terhadap besar percepatan yang dialami sistem sampai fenomena unik jika keadaan lantai licin, dimana meskipun benda m_2 adalah kelereng yang bermassa sangat kecil dan m_1 adalah gajah yang bermassa besar, maka sistem tetap akan bergerak.

Penggunaan GUI pada persoalan dinamika gerak sistem katrol akan lebih efektif jika disertakan gambaran visual mengenai gerak sistem yang sesuai dengan input yang digunakan. Beragam jenis persoalan katrol memiliki persamaan yang berbeda untuk sistem yang lain meskipun menggunakan konsep yang sama, namun diperlukan koleksi persoalan sistem katrol yang lain sehingga siswa memiliki alternatif jenis soal untuk memahami konsep dinamika gerak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariska, Melly. (2019). *Penyelesaian Dinamika Pesawat Atwood dengan Menggunakan Persamaan Euler-Lagrange sebagai Alternatif Persamaan Newton pada Fisika SMA*. Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika. Vol 6, No 1.
- Giancoli, Douglas. (1997). *Fisika 1*. Prentice Hall. Terjemahan: Erlangga-jakarta.
- Isnanto, Agus Slamet. (2014). *Pengaruh Penggunaan Alat Peraga Berbasis Lingkungan (APBL) pada Materi Dinamika Partikel terhadap Kemampuan Psikomotor P1 Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 1 Kutowinangun*. Radiasi: Jurnal Berkala Pendidikan Fisika. Vol 4, No 1.
- Kusnaeni. (2017). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Kelas X dengan Model Plomp di SMA Negeri 5 Palu*. Mitra Sains. Vol 5, No 1.
- Nugraha, Alpi Mahisha, dkk. (2019). *Blast-off Simulation sebagai Alternatif Media Pembelajaran Siswa dalam Mempelajari Mekanika Gerak Roket Berbasis Matlab*. Navigation Physics: Journal of Physics Education. Vol 1, No 1, Hal: 6-11.
- Nurjanah, Jalilah Rahmastuti, dkk. (2014). *Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif E-Megazine pada Materi Pokok Dinamika Rotasi untuk SMA kelas XI*. Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF). Vol 4, No 1.
- Santoso, Emie, dkk. (2014). *Metode Evaluasi Praktikum Mahasiswa untuk Matakuliah Praktikum Fisika*. Jurnal Pendidikan Profesional. Vol 3, No 2, Hal: 39-45.

Tipler, Paul A. (2004). *Physics for scientist and engineer 5th edition*. W.H.Freeman and Company Newyork.

Zulirfan, dkk. (2011). *Pengembangan Perangkat Percobaan Momen Inersia dan Keseimbangan Benda Tegar sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA*. Jurnal Pendidikan: Journal of Education. Vol 2, No 2.

