**E-ISSN-2580-7129**

**Print- ISSN-1978-6107**

**TECHNO: JURNAL PENELITIAN**

**Journal homepage**: [**http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno**](http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno)

**Issue 09 Number 02 October 2020** DOI: http://dx.doi.org/10.33387/tjp.v9i2



**Analisis Gerak Menggelinding untuk Mendapatkan Momen Inersia pada Benda Bersusun (*Compound*) dengan *Video Based Laboratory* (VBL)**

**Febri Rismaningsih1, Fita Widiyatun2, Ria Asep Sumarni3**

*1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh Yusuf, Indonesia. Email:frismaningsih@unis.ac.id*

*2 Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Indonesia. Email:fita.wdy@gmail.com*

*3 Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, Indonesia. Email:riaasepsumarni@gmail.com*

*Received:*

*Accepted:*

*Available online:*

**ABSTRACT**

This study aims to get the moment of inertia in compound objects by comparing the calculation results with the help of Video Based Laboratory, namely Tracker software. The variable used is the difference in the number of balls to fill the cavity on the cylinder that is a hollow cylinder containing 1 solid ball, a hollow cylinder containing 2 solid balls then a hollow cylinder containing 3 solid balls. The balls have the same radius. . Based on the results of the comparison of the moment of inertia between the value obtained with the help of the tracker and the value of the integral calculation result obtained results on a hollow cylinder containing one ball, there is a difference in value comparison of about ±0,070 x10-3 kg m2, on hollow cylinders containing two balls about ± 0,041 x10-3 kg m2, and on hollow cylinders containing three balls there is a difference of ± 0,002 x10-3 kg m2. The biggest difference from the three data is when the hollow cylinder is filled with only one ball, but when it is filled with three balls, the value of the moment of inertia is almost the same or the difference is getting smaller. So in this study it can be concluded that the more balls in a hollow cylinder, the closer the value of the moment of inertia. In addition, the greater the mass of objects, the greater the moment of inertia produced.

**Keywords**: compound, moment of inertia, rolling, tracker

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan momen inersia pada benda bersusun (*compound*) dengan membandingkan hasil perhitungan dengan bantuan Video Based Laboratory yaitu software Tracker. Variabel yang digunakan adalah perbedaan jumlah bola untuk mengisi rongga pada silinder yaitu silinder berongga yang berisi 1 bola pejal, silinder berongga yang berisi 2 bola pejal kemudian silinder berongga berisi 3 bola pejal. Bola-bola tersebut mempunyai jari-jari yang sama. Berdasarkan hasil perbandingan momen inersia antara nilai yang diperoleh dengan bantuan tracker dan nilai dari hasil perhitungan integral didapatkan hasil pada silinder berongga berisi satu bola, terdapat selisih perbandingan nilai sekitar ±0,070 x10-3 kg m2, pada silinder berongga berisi dua bola sekitar ± 0,041 x10-3 kg m2, dan pada silinder berongga berisi tiga bola terdapat selisih ± 0,002 x10-3 kg m2. Selisih terbesar dari ketiga data tersebut adalah saat silinder berongga hanya diisi oleh satu bola, tetapi saat diisi tiga bola, nilai dari momen inersia hampir mendekati sama atau selisihnya semakin mengecil. Sehingga dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin banyak bola dalam silinder berongga, maka nilai momen inersia semakin mendekati sama. Selain itu, semakin besar massa benda maka, semakin besar juga momen inersia yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** compound, menggelinding, momen inersia, tracker

**PENDAHULUAN**

Penggunaan multimedia untuk menganalisis gejala–gejala fisika telah banyak dilakukan dalam proses belajar mengajar. Dengan menggunakan multimedia dapat memberikan pengalaman baru dan menyenangkan. Penggunaan multimedia juga dianggap efektif untuk memperoleh data pada gejala fisika yang sukar diamati dan dieksperimenkan. Penyampaian materi pembelajaran dengan menggunakan multimedia akan memberikan dampak yang baik dan daya tarik pemaparan materi dengan multimedia dapat memotivasi dan memberikan kepuasan kepada siswa(Wahyuni, 2012). Selain itu, dengan menggunakan multimedia yang interaktif, dapat meningkatkan prestasi belajar fisika (Rahmawati & Dewi, 2019). Analisis video kejadian fisika, berguna untuk membuktikan konsep yang terdapat pada kejadian fisika dikehidupan nyata terhadap teori yang ada, sehingga fisika dapat lebih dipahami secara kontekstual (Fadholi et al., 2018)

Momen inersia merupakan salah satu pokok bahasan dalam mata kuliah fisika. Momen inersia merupakan kecenderungan suatu benda untuk mempertahankan kecepatan sudutnya, identik dengan massa pada gerak translasi (Rustan & Handayani, 2020). Pembelajaran gerak melingkar pada subab momen kelembaman kebanyakan pembelajaran teori dalam bentuk teori, kurangnya domain psikomotor dari teori ke praktek sehingga mahasiswa kurang memahami konsep pada materi momen kelembaman (Anisah et al., 2021). Kesetimbangan benda tegar dan momen inersia juga merupakan salah satu materi yang esensial pada pembelajaran IPA Fisika di SMA karena topik ini masih sulit dipelajari siswa dan sulit pula diajarkan oleh guru Fisika SMA (Zulirfan et al., 2011). Pada suatu benda yang bergerak rotasi, momen inersia dapat menunjukkan tingkat kelembaman benda tersebut (Astro et al., 2018; Wahid & Rahmadhani, 2019). Besar nilai momen inersia, dipengaruhi oleh jari-jari dari silinder tersebut (Nurfadilah et al., 2020). Selain itu, beberapa hal yang berpengaruh terhadap momen inersia adalah bentuk benda, pusat rotasi dan massa benda.

Telah banyak penelitian untuk menghitung atau menganalisis tentang momen inersia. Penelitian tersebut diantaranya untuk mengkaji momen inersia dengan menggunakan Software Tracker dan dianalisis dengan Logger Pro dengan sampel silinder pejal dan silinder berongga (Yusuf, 2015). Selain itu, penentuan momen inersia dengan membandingkan hasil pengolahan data Tracker dan teknik integral silinder pejal dengan memvariasi jari-jari (Chusni et al., 2018). Pada penentuan koefisien momen inersia bentuk tertentu seperti bola silinder pejal, plat segi empat, atau bentuk yang lain adalah contoh benda yang paling umum dikaji. Tetapi bagaimana bila benda–benda tersebut digabungkan untuk dianalisis misalnya silinder berongga digabungkan dengan silinder pejal didalamnya, silinder berongga yang digabungkan dengan bola yang nantinya dapat kita variasi jumlah bola yang terdapat di dalam silinder berongga tersebut. Secara teori, momen inersia dapat dihitung dengan rumus, namun akan lebih praktis lagi apabila kita menganalisis dengan menggunakan bantuan *Video Based Laboratory* (VBL).

*Video Based Laboratory* (VBL) adalah penganalisisan gejala-gejala fisika terhadap video, yang merupakan dokumentasi nyata. Analisis ini terdiri dari variabel-variabel fisisnya dan direpresentasikan dalam bentuk persamaan, data grafik dan data kuantitatif dengan cara simultan dan interaktif. Dalam menganalisis video menggunakan komputer sebagai alat bantunya (Setiono et al., 2012). VBL merupakan media pembelajaran berbasis analisa objek yang terdapat pada sebuah video(Agustina et al., 2018).

*Video Based Laboratory* perlu menggunakan software analisis untuk membantu dalam menganalisis fenomena fisis dari video tersebut (Aisya & Ishafit, 2019). Dalam penggunaannya VBL mampu menggabungkan aspek teoritis dan eksperimental dalam pembelajaran fisika (Ariefka & Pramudya, 2018). Beberapa software yang dapat digunakan untuk *Video Based Laboratory* (VBL) yaitu *Video Point Physics Fundamental*, Logger Pro dan Tracker. Sejauh ini Software Logger Pro telah banyak dipakai sebagai media VBL. Logger Pro adalah salah satu program yang tepat untuk membangun analitik dan keterampilan memecahkan masalah, mampu menampilkan gejala fisika dan representasinya secara interaktif berupa grafik, persamaan, data kuantitatif secara simultan (Firdaus et al., 2017) (Erawati & Ishafit, 2021) (Subhan et al., 2020). Namun, pada penelitian ini, peneliti menggunakan Software Tracker untuk menganalisis gerak menggelinding. Tracker merupakan perangkat lunak yang memiliki kemampuan menganalisa suatu objek yang terekam pada sebuah video dan mendapatkan data yang lebih akurat, yang kemudian dapat merepresentasikan data kuantitatif maupun grafik secara simultan, dan memberikan beberapa kemudahan serta keuntungan dalam pembelajaran Fisika (Habibbulloh & Madlazim, 2014) (Marliani et al., 2015) (Utari & Prima, 2019)(Asrizal et al., 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji besar momen inersia pada benda yang bersusun (*compound)* dalam bidang miring. Benda tersebut merupakan silinder berongga yang diisi dengan bola. Variabel yang digunakan adalah perbedaan jumlah bola untuk mengisi rongga pada silinder tersebut. Bola-bola tersebut mempunyai jari-jari yang sama. Dalam menghitung dan menganalisis momen inersia, juga akan dibandingkan hasil perhitungan melalui alat bantu Tracker serta perhitungan dengan cara integral.

**METODE PENELITIAN**

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen di laboratorium. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Benda

Benda yang dimaksud yaitu silinder berongga dengan panjang 10 cm, jari-jari luar 3,9 cm dan jari-jari dalam 1,5 cm dan memiliki massa 384,59 gram. untuk isian dari silinder berongga yaitu bola pejal yang akan divariasi jumlahnya untuk isian pada silinder berongga. Bola 1 memiliki diameter luar 2,55 cm, massa 11,98 gram; bola 2 memiliki diameter luar 2,55 cm, massa 12,36 gram, bola 3 memiliki diameter luar 2,55 cm, massa 11,96 gram. semua benda yang digunakan terbuat dari bahan yang sama yaitu kayu jati.

1. Papan kayu (bidang miring)

Papan kayu yang digunakan sebagai lintasan berasal dari kayu sengon laut. kemudian salah satu ujung papan ini divariasi ketinggiannya, sehingga papan membentuk suatu bidang miring. Papan yang digunakan dipilih yang mempunyai kekasaran tertentu.

1. Mistar, digunakan untuk mengukur.
2. Laptop, digunakan untuk menganalisis data.
3. Kamera Digital

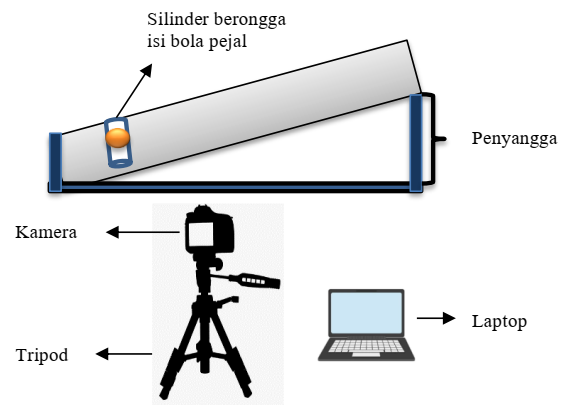
Kamera digital berfungsi sebagai perekam (*recorder*) untuk menghasilkan video. Kamera yang dipakai adalah jenis *handycam* Sony model DCR-HC52E dengan resolusi video 720x576 pixel, 25 frame persecond, zooming 40 x.

1. Software Tracker

Software yang digunakan adalah *Tracker.* Selain dapat menampilkan gambar yang telah direkam, *Tracker* juga menampilkan data eksperimen berupa posisi sebagai fungsi waktu (t). Analisis video dimulai dengan memasukkan data video ke dalam software Tracker. Panjang antara dua piksel dalam video kemudian dikalibrasi menggunakan fitur stik kalibrasi (Prima et al., 2016).

Metode pengambilan data yang digunakan adalah metode observasi atau pengamatan yaitu dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Berbagai peristiwa yang ada dalam desain penelitian direkam dengan menggunakan kamera digital (*handycam*).
2. Rekaman peristiwa tersebut ditransfer ke dalam komputer dalam bentuk file video.
3. Masing-masing file video dianalisis menggunakan Tracker, Untuk mendapatkan data posisi benda dalam setiap selang waktu.
4. Data dari Tracker diambil untuk dianalisis lebih lanjut.



Gambar 1. Pengambilan data gerak menggelinding pada benda bersusun (*compound*)

Data yang diperoleh dari hasil analisis dengan menggunakan Software Tracker adalah jarak rata-rata (*dr*), waktu pada setiap pergerakan (*dt*), kecepatan pada setiap pergerakan. Besarnya momen inersia pada silinder berongga dapat ditentukan dengan persamaan:

(1)

dimana adalah momen inersia (kgm2), m adalah massa benda (kg) dan adalah jari-jari dalam (m) serta adalah jari-jari luar (m). Hasil ini nantinya akan dibandingkan dengan besarnya momen inersia yang di cari dengan menggunakan perhitungan integral yaitu:

(2)

dimana adalah volume yang ditempati oleh objek (m3), adalah fungsi kerapatan spasial objek (kg/m3) serta adalah vektor tegak lurus terhadap sumbu rotasi antara sumbu rotasi dan titik di benda tersebut.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data yang telah diperoleh dari Tracker, secara otomatis menampilkan grafik antara t (waktu) dengan x (posisi benda pada sumbu horizontal) dan y (posisi benda pada sumbu vertikal). Pada penelitian ini dilakukan percobaan sebanyak 5 kali pada setiap masing-masing silinder berongga yang berisikan 1 bola pejal, 2 bola pejal dan 3 bola pejal. Benda tersebut digelindingkan dengan variasi ketinggian 0,1 m, 0,15 m, 0,2 m, 0,25 m dan 0,3 m. Setelah didapatkan data dari tracker maka hasilnya akan dibandingkan secara langsung melalui perhitungan momen inersia dari data Tracker serta perhitungan menggunakan integral. Gambar 2 adalah tampilan pada Tracker setelah dilakukan pengambilan data silinder berongga yang berisi bola pejal.



Gambar 2. Tampilan pada Tracker pada saat analisis data

Dari pengambilan data tersebut, diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Data hasil Tracker

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| No. | Benda | Jari-jari (m) | | | dr (m) | dt (s) | v (m/s) |
| Silinder berongga | | Bola |
| Luar | Dalam |
| 1 | Silinder berongga isi 1 bola | 0,039 | 0,015 | 0,013 | 1,4 x 10-2 | 0,66 | 0,021 |
| 2 | Silinder berongga isi 2 bola | 0,039 | 0,015 | 0,013 | 1,6 x 10-2 | 0,66 | 0,024 |
| 3 | Silinder berongga isi 3 bola | 0,039 | 0,015 | 0,013 | 1,9 x 10-2 | 1,9 | 0,01 |

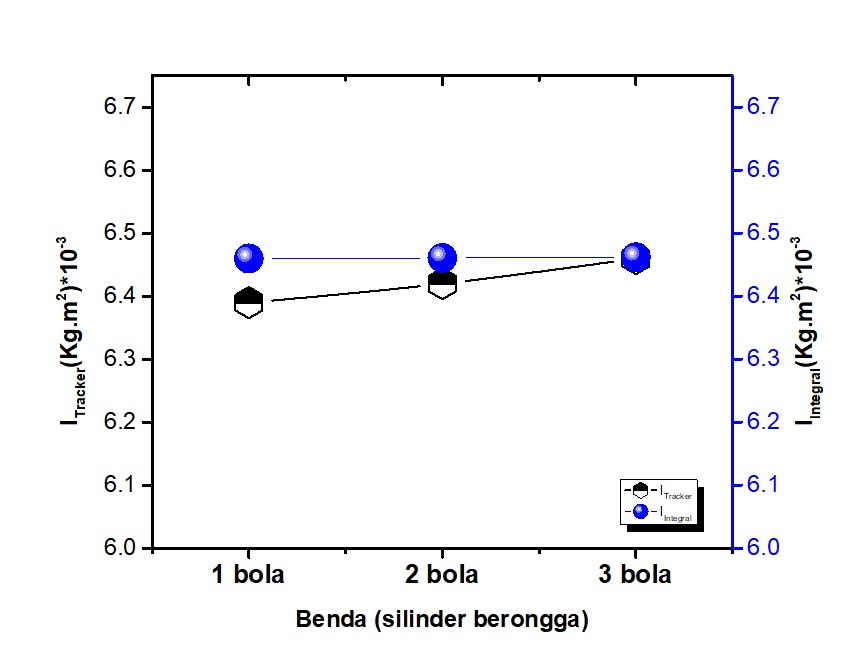
Data pada Tabel 1, merupakan data hasil Tracker. *dr* merupakan jarak rata-rata yang dihasilkan tiap klik pergerakan pada masing-masing jalur dan masing-masing klik jalur menghasilkan waktu yang berbeda yaitu dt (Nurfadilah et al., 2020). Pada tabel di atas, bertambahnya isi bola, mengakibatkan nilai dari *dr* semakin membesar. Pada silinder berongga yang berisikan satu bola mempunyai nilai 1,4 x, 10-2 m, silinder berongga berisikan dua bola 1,6 x 10-2 m, dan silinder berongga berisikan tiga bola sebesar 1,9 x 10-2 m.

Tabel 2. Data Perhitungan Momen Inersia

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Benda** | **Volume (m)** | **Massa Jenis (kg/m3)** | **I Berbantuan Tracker (kg.m2)** | **I dengan integral (kg.m2)** |
| 1 | Silinder berongga isi 1 bola | 4070 x 10-5 | 9,743 | 6,39 x 10-3 | 6,460 x 10-3 |
| 2 | Silinder berongga isi 2 bola | 4071 x 10-5 | 10,036 | 6,42 x 10-3 | 6,461 x 10-3 |
| 3 | Silinder berongga isi 3 bola | 4072 x 10-5 | 10,328 | 6,46 x 10-3 | 6,462 x 10-3 |

Tabel 2 menunjukkan hasil dari perhitungan momen inersia. Hasil yang ditunjukkan merupakan perhitungan dari Tracker dan hasil dari pengintegralan. Apabila data perbandingan nilai momen inersia tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik, dapat terlihat seperti ditunjukkan pada gambar 2. Pada gambar tersebut, nilai 1 adalah silinder berongga berisi satu bola, nilai 2 adalah silinder berongga berisi dua bola, dan nilai 3 adalah silinder berongga tiga bola. Pada silinder berongga berisi satu bola, terdapat selisih perbandingan nilai sekitar 0,070 x10-3 kg m2, pada silinder berongga berisi dua bola sekitar 0,041 x10-3 kg m2, dan pada silinder berongga berisi tiga bola terdapat selisih 0,002 x10-3 kg m2.

Selisih terbesar dari ketiga data tersebut adalah saat silinder berongga hanya diisi oleh satu bola, tetapi saat diisi tiga bola, nilai dari momen inersia hampir mendekati sama atau selisihnya semakin mengecil. Hal ini sesuai teori bahwa perbedaan nilai antara massa dan momen inersia adalah besar massa suatu benda hanya bergantung pada kandungan zat dalam benda tersebut, tetapi besar momen inersia tidak hanya tergantung pada jumlah zat tetapi juga dipengaruhi oleh bagaimana zat tersebut terdistribusi pada benda tersebut (Banjarnahor, 2012).



Gambar 3. Data nilai perbandingan perhitungan berbantuan Tracker dengan perhitungan integral

Besar nilai momen inersia, dipengaruhi oleh jari-jari dari silinder tersebut. Semakin besar jari-jarinya maka semakin besar pula nilai dari momen inersia (Nurfadilah et al., 2020). Akan tetapi pada Penelitian ini, besar jari-jari silinder berongga yang digunakan semuanya sama, yaitu jari-jari luar 0,039 m dan jari-jari dalamnya adalah 0,015 m. Sedangkan jari-jari bola yang digunakan untuk mengisi silinder berongga adalah 0,013 m sehingga tidak berpengaruh secara signifikan

Pada penelitian menghitung momen inersia pesawat atwood dengan menggunakan katrol, dihasilkan nilai bahwa semakin besar beban tambahan yang diberikan, maka nilai momen inersia juga akan semakin besar (Wahid & Rahmadhani, 2019). Hal ini sesuai dengan nilai dari momen inersia yang diperoleh dari percobaan, baik perhitungan dengan Tracker maupun secara integral. Analisis menggunakan aplikasi Tracker, diperoleh data dengan eror lebih rendah (Utari & Prima, 2019). Silinder berongga yang diisi dengan bola mempunyai massa penjumlahan dari massa silinder berongga dan bola pejal, sehingga semakin banyak bola, massa juga semakin besar. Mengakibatkan nilai dari momen inersia yang semakin besar (Tabel 2).

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil perbandingan momen inersia antara nilai yang diperoleh dengan bantuan Tracker dan nilai dari hasil perhitungan integral diperoleh nilai yang mendekati sama, yaitu semakin banyak bola dalam silinder berongga, maka nilai momen inersia semakin mendekati sama. Selain itu, semakin besar massa benda maka, semakin besar juga momen inersia yang dihasilkan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agustina, I., Astuti, D., Sumarni, R. A., & Bhakti, Y. B. (2018). Penggunaan Video Based Laboratory (VBL) dalam Menentukan Nilai Modulus Elastisitas Penggaris Aluminium. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, *7*(1), 91–96. https://doi.org/10.15294/upej.v7i1.22473

Aisya, S. M., & Ishafit, I. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Eksperimen Fisika Berbasis Video Based Laboratory Menggunakan Wahana Permainan Taman Kanak-kanak Pada Materi Mekanika. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, *6*(1), 35–43. https://doi.org/10.12928/jrkpf.v6i1.13394

Anisah, F. N., Fatmaryanti, S. D., & Pratiwi, U. (2021). Perancangan Alat Peraga Momen Kelembaman Bola Pejal Berbasis Multirepresentasi dengan Sensor Garis. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains ( JIPS )*, *2*(1), 1–8. Alat peraga, Momen kelembaman, Arduino, Multirepresentasi, Sensor garis%0AAbstract

Asrizal, A., Yohandri, Y., & Kamus, Z. (2018). Studi Hasil Pelatihan Analisis Video dan Tool Pemodelan Tracker pada Guru MGMP Fisika Kabupaten Agam. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, *2*(1), 41. https://doi.org/10.24036/jep/vol2-iss1/84

Astro, R. B., Ratnaningsih, F., Asmarani, R., Aimon, A. H., & Kurniasih, N. (2018). Penentuan Momen Inersia Katrol pada Pesawat Atwood dengan Metode Video Tracking. *Seminar Nasional Inovasi Pembelajaran Sains (SNIPS)*, 32–39.

Banjarnahor, H. (2012). *Sistem Pengukuran Momen Inersia Benda Pejal Dengan Metode Osilasi Harmonik Berbasis Mikrokontroler.* Depok: Universitas Indonesia.

Chusni, M. M., Rizaldi, M. F., Nurlaela, S., Nursetia, S., & Susilawati, W. (2018). Penentuan Momen Inersia Benda Silinder Pejal Dengan Integral dan Tracker. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, *4*(1), 42–47. https://doi.org/10.25273/jpfk.v4i1.2068

Erawati, W., & Ishafit. (2021). Penggunaan Aplikasi Physics Tool dan Software Logger Pro sebagai Alat Pendukung Praktikum Fisika di Sekolah Menengah : Penentuan Konstanta Pegas. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, *6*(januari), 95–101. https://doi.org/10.36709/jipfi.v6i1.16227

Fadholi, L., Harijanto, A., & Lesmono, A. D. (2018). Analisis Video Kejadian Fisika Dengan Software Tracker Sebagai Rancangan Bahan Ajar Momentum Dan Impuls Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, *7*(3), 263–270. https://jurnal.unej.ac.id/index.php/JPF/article/view/8598/5856

Firdaus, T., Setiawan, W., & Hamidah, I. (2017). The Kinematic Learning Model using Video and Interfaces Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, *895*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012108

Habibbulloh, M., & Madlazim, M. (2014). Penerapan Metode Analisis Video Software Tracker Dalam Pembelajaran Fisika Konsep Gerak Jatuh Bebas Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa Kelas X Sman 1 Sooko Mojokerto. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, *4*(1), 15. https://doi.org/10.26740/jpfa.v4n1.p15-22

Marliani, F., Wulandari, S., Fauziyah, M., & Nugraha, M. G. (2015). Penerapan Analisis Video Tracker dalam Pembelajaran Fisika SMA Untuk Menentukan Nilai Koefisien Viskositas Fluida Total Solar Eclipse View project Socio-Assessment View project. *Prosiding Simposium Nasional Inovasi Dan Pembelajaran Sains 2015 (SNIPS 2015)*, *2015*(June 2015), 333–336. https://www.researchgate.net/publication/308163328

Nurfadilah, Sulisworo, D., & Maruto, G. (2020). Tracker Application to Determine the Moment of Inertia in a Video-Based Laboratory to Improve Students’ Learning Activity. *Proceedings of the International Conference Om Community Development (ICCD 2020)*, *477*, 538–541. https://doi.org/10.2991/assehr.k.201017.119

Prima, E. C., Mawaddah, M., Winarno, N., & Sriwulan, W. (2016). Kinematics investigations of cylinders rolling down a ramp using tracker. *AIP Conference Proceedings*, *1708*(Msceis 2015), 1–6. https://doi.org/10.1063/1.4941183

Rahmawati, A. S., & Dewi, R. P. (2019). Penggunaan Multimedia Interaktif (MMI) Sebagai Media Pembelajaran Dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, *5*(1), 50–58.

Rustan, R., & Handayani, L. (2020). Penentuan Koefisien Momen Inersia Benda Tegar Berbasis Arduino. *Saintifik*, *6*(2), 125–129. https://doi.org/10.31605/saintifik.v6i2.258

Setiono, F. E., Sarwanto, & Suparmi. (2012). Problem Based Learning dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Simulation Based Laboratory (SBL) dan Video Based Laboratory (VBL). *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, *2*, 25–36.

Subhan, M., Fatimah, & Almaidah, N. (2020). *Pemanfaatan Media Pembelajaran Logger Pro Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Pokok Bahasan Osilasi Sederhana.pdf*. *2*, 1–3.

Utari, S., & Prima, E. C. (2019). Analisis Hukum Kekekalan Momentum Model Tumbukan Kelereng dengan Gantungan Ganda menggunakan Analisis Video Tracker. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, *5*(2), 83. https://doi.org/10.25273/jpfk.v5i2.4145

Wahid, M. A., & Rahmadhani, F. (2019). Eksperimen Menghitung Momen Inersia dalam Pesawat Atwood Menggunakan Katrol dengan Penambahan Massa Beban. *Jurnal Phi; Jurnal Pendidikan Fisika Dan Terapan*, *2*, 1–7.

Wahyuni, E. (2012). Pengaruh Pemanfaatan Multimedia Dalam Pembelajaran Fisika Terhadap Pemerolehan Belajar. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, *7*(1), 694–710. https://doi.org/10.26418/jvip.v7i1.338

Yusuf, K. (2015). Penentuan Koefisien Momen Inersia dengan Video Analisis. *Prosiding Seminar Nasional Fisika Dan Pendidikan Fisika (SNFPF) Ke-6*, *6*(1), 174–178.

Zulirfan, Desmelinda, E., & Sudrajad, H. (2011). Pengembangan Perangkat Percobaan Momen Inersia Dan Keseimbangan Benda Tegar Sebagai Media Pembelajaran Fisika SMA. *Jurnal Pendidikan*, *2*(2), 8–15.