



## Analisis Eksperimen Gaya Gesek Benda Pada Bidang Miring Berbasis Logger Pro

Monica Merry Febriyana\*, Andry Fitrian, Dandan Luhur Saraswati  
Universitas Indraprasta PGRI

\* E-mail: merryfebriyana10@gmail.com

### Abstrak

**Kata kunci:**  
gaya gesek, bidang miring, *software*  
Logger Pro, eksperimen fisika

Salah satu cara untuk memahami dan membuktikan teori gaya gesek secara nyata yaitu dengan melakukan eksperimen meluncurkan balok pada bidang miring. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai gaya gesek kinetis balok A dan balok B saat meluncur pada bidang miring dengan analisis yang dilakukan dari data yang diperoleh secara manual dan menggunakan *software* Logger Pro serta untuk mengetahui perbandingan presentase ralat yang diperoleh dari kedua metode pengambilan data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen. Data yang diambil secara manual yaitu data waktu tempuh saat balok meluncur pada bidang miring. Sedangkan pengambilan data dengan menggunakan *software* Logger Pro dilakukan dengan mengambil rata-rata dari data percepatan yang tertampil pada *software*. Hasil percobaan yang telah dilakukan didapatkan nilai gaya gesek kinetis pada bidang miring dengan data yang diperoleh secara manual pada balok A sebesar  $F_{k_A} = (0,3750 \pm 0,05613)$  N dan pada balok B sebesar  $F_{k_B} = (0,2221 \pm 0,08258)$  N, sedangkan nilai gaya gesek kinetis dengan data yang diperoleh menggunakan *software* Logger Pro pada balok A sebesar  $F_{k_A} = (0,3826 \pm 0,1596)$  N dan pada balok B sebesar  $F_{k_B} = (0,2348 \pm 0,1482)$  N. Untuk nilai perbandingan presentase ralat kedua metode pada balok A sebesar  $SF_{k_{A manual}} : SF_{k_{A Loggerpro}} = 5,613\% : 15,96\%$  sedangkan pada balok B sebesar  $SF_{k_{B manual}} : SF_{k_{B Loggerpro}} = 8,258\% : 14,82\%$ .

### PENDAHULUAN

Fisika merupakan ilmu yang tidak hanya teori dan konsep saja. Dalam fisika untuk membuktikan kebenaran suatu teori dibutuhkan eksperimen (Humairo, 2018:92). Eksperimen fisika memiliki peranan sangat penting bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan adanya kegiatan eksperimen akan menambah pengalaman langsung untuk menemukan suatu konsep, sehingga diharapkan peneliti dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika. Eksperimen merupakan percobaan untuk mengamati suatu objek, menganalisis data, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri tentang suatu objek serta membuktikan suatu hipotesis tertentu (Astutik, 2012:148). Kegiatan eksperimen fisika dapat dilakukan secara langsung di laboratorium menggunakan alat-alat fisika yang tersedia, namun dalam pelaksanaan eksperimen tidak semudah yang dibayangkan. Pelaksanaan eksperimen dapat terjadi beberapa kesalahan seperti ketidakakuratan hasil pengukuran akibat alat dan hal-hal yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran dari luar seperti *noise*, *paralaks*, fluktuasi tegangan listrik, dan lain-lain (Putri, 2019:2). Sebagai contoh saat melakukan eksperimen untuk menghitung nilai gaya gesek benda pada bidang miring. Kita sulit mengamati pergerakan benda saat meluncur pada bidang miring secara tepat hanya dengan menggunakan mata telanjang. Pengamatan manual terhadap waktu tempuh benda sepanjang bidang miring juga membutuhkan pengamatan yang cermat, sehingga dalam pengambilan data eksperimen menjadi kurang akurat.

Fenomena fisika yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari adalah fenomena gesekan. Gaya gesekan adalah gaya yang ditimbulkan oleh dua benda yang bergesekan dengan arah gaya sejajar permukaan benda dan berlawanan dengan arah gerak benda (Hernawati, 2013:56). Gaya

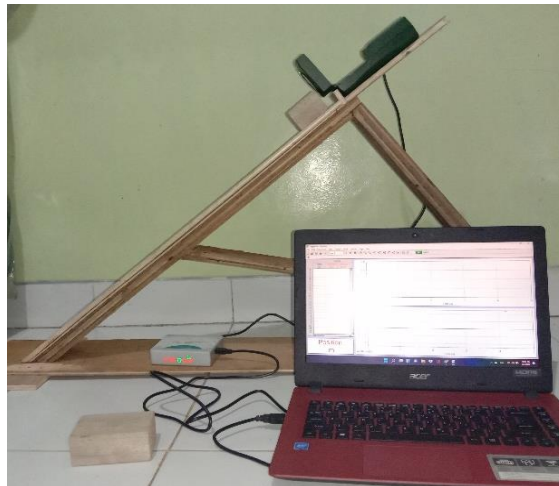
gesek secara otomatis melawan gerak, sekalipun tidak ada gerakan relatifnya atau dalam keadaan diam kemungkinan ada gaya gesek antar permukaan. Gaya gesek timbul akibat gerakan relatif antar dua permukaan yang bersinggungan sehingga gerakan yang satu terhadap gerakan yang lain menjadi tidak leluasa dan mengalami hambatan (Andriani, 2021:75). Semakin besar gaya geseknya maka semakin kuat persinggungan antara benda (Setyarini, 2016:18). Gaya gesek juga dipengaruhi oleh tingkat kekasaran permukaan kedua benda yang bersentuhan dan juga gaya kontak antara dua benda (gaya normal) (Fuadi, 2016:54). Gaya gesek dapat terjadi pada benda yang memiliki permukaan halus maupun kasar (Hardiansyah, 2021:68). Lintasan yang memiliki permukaan yang kasar menimbulkan kecepatan benda yang melaju lebih lambat dibandingkan dengan jenis lintasan yang licin (Lestari, 2019:92). Tingkat kekasaran pada permukaan benda dinyatakan dengan koefisien gesekan ( $\mu$ ). Menurut Ade Ulwan Prastyo (2021:2), mengatakan bahwa jika permukaan sangat kasar, maka  $\mu = 1$  dan jika permukaan sangat halus maka  $\mu = 0$ . Selain itu, koefisien gesekan selalu bernilai antara nol sampai sama dengan satu ( $0 \leq \mu \leq 1$ ). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya gaya gesek dapat disebabkan oleh halus atau kasarnya permukaan benda.

Terdapat dua jenis gaya gesek yang terjadi yaitu gaya gesek statis dan gaya gesek kinetis. Gaya gesek statis adalah gesekan antara dua benda permukaan yang tidak bergerak relatif satu sama lainnya. Sedangkan, gaya gesekan kinetik adalah gaya gesekan yang bekerja di antara dua permukaan yang saling bergerak relatif (Setyarini, 2016:18). Salah satu cara untuk mempelajari dan memahami gaya gesek adalah dengan melakukan eksperimen yaitu meluncurkan sebuah benda pada bidang miring. Bidang miring adalah suatu permukaan datar yang memiliki suatu sudut, yang bukan sudut tegak lurus terhadap permukaan horizontal (Mahrizza, 2020:2). Sebuah benda yang diletakkan pada bidang miring akan meluncur selama komponen gaya besar pada arah sejajar bidang miring lebih besar dari gaya gesek statis maksimum (Andriani, 2021:75). Eksperimen penentuan gaya gesek tergolong kompleks dikarenakan banyaknya data yang perlu dikumpulkan dan dianalisis. Eksperimen mengenai gaya gesek yang biasanya dilakukan masih secara manual, sehingga membutuhkan ketelitian dan waktu yang relatif lama.

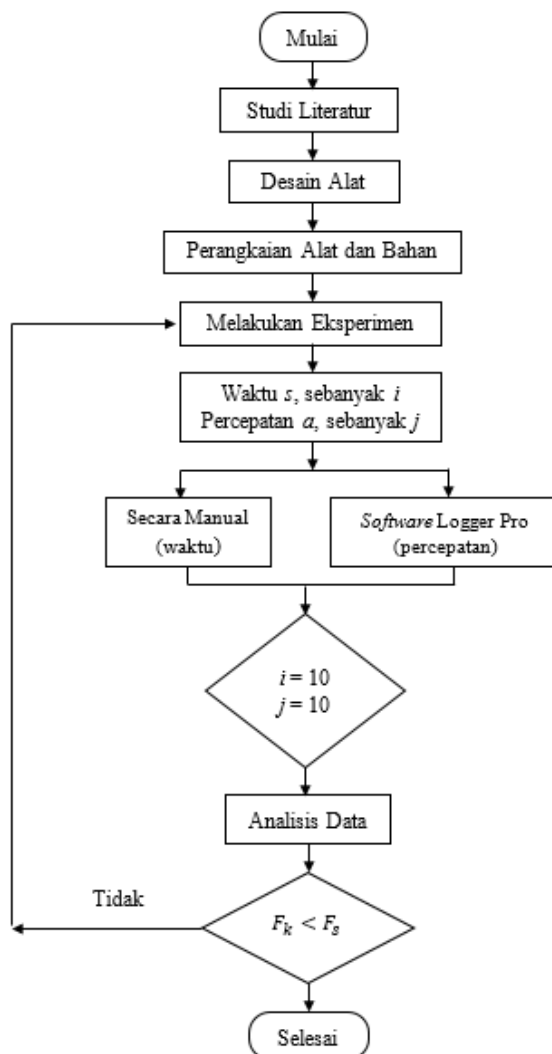
Perkembangan teknologi semakin hari semakin maju, berbagai alat dan metode memanfaatkan teknologi untuk membantu kegiatan eksperimen dalam mendapatkan hasil data yang lebih akurat yaitu salah satunya dengan menggunakan *software* Logger Pro. Logger pro merupakan salah satu *software* yang mempunyai kemampuan untuk menyajikan gejala fisika berupa data kuantitatif dan grafik memberikan representasi abstrak pada pengamatan langsung (Rahmawati, 2020:51). *Software* Logger Pro dan sensor yang digunakan mampu menentukan percepatan pada gerak benda saat meluncur secara otomatis, sehingga hasil data yang didapat cukup valid dan efektif. Oleh karena itu, peneliti melakukan eksperimen penentuan nilai gaya gesek kinetis benda pada bidang miring dengan memanfaatkan teknologi yaitu menggunakan *software* Logger Pro untuk mempermudah mendapatkan hasil data yang lebih akurat. Logger Pro mampu menampilkan gejala fisika dan representasinya secara interaktif berupa grafik, persamaan serta data kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai gaya gesek kinetis balok A dan balok B saat meluncur pada bidang miring dengan analisis yang dilakukan dari data yang diperoleh secara manual dan menggunakan *software* Logger Pro serta untuk mengetahui perbandingan presentase ralat yang diperoleh dari kedua metode pengambilan data.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika Universitas Indraprasta PGRI. Jl. Nangka No. 58C, Tanjung Barat, Jagakarsa, Jakarta Selatan. Jenis bahan balok yang digunakan adalah kayu dengan memiliki massa yang berbeda-beda. Permukaan bidang miring yang digunakan terbuat dari bahan yang sejenis dengan balok yaitu kayu. Alat yang digunakan yaitu balok, lintasan bidang miring, motion detector, labquest mini, *software* Logger Pro, laptop, *stopwatch*, pita ukur, timbangan digital, dan busur derajat. Data yang diambil secara manual yaitu data waktu tempuh saat balok meluncur pada bidang miring. Sedangkan pengambilan data dengan menggunakan *software* Logger Pro dilakukan dengan mengambil rata-rata dari data percepatan yang tertampil pada *software*.



Gambar 1. Rancangan Alat Eksperimen dengan *Software Logger Pro*



Gambar 2. *Flowchart* Alur Penelitian

Adapun tahapan penelitian nilai gaya gesek kinetis balok pada bidang miring, sesuai dengan Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. Tahap pertama, yaitu studi literatur untuk merancang desain alat eksperimen dan teori yang menunjang eksperimen sehingga penelitian yang dilakukan sesuai dengan teori yang ada.
2. Tahap kedua, yaitu membuat desain alat yang akan digunakan untuk eksperimen seperti pada Gambar 1.

3. Tahap ketiga, yaitu merangkaian alat dan bahan menjadi sebuah bidang miring dengan ketinggian yang sudah ditentukan. Memasang sensor motion detector pada puncak papan lintasan bidang miring dan LabQuest mini dihubungkan ke laptop yang sudah ter-instal *software* Logger Pro.
4. Tahap keempat, yaitu melakukan eksperimen gaya gesek balok pada bidang miring dengan menggunakan *software* Logger Pro.
5. Tahap kelima, menentukan data yang diukur. Secara manual data yang diambil berupa waktu sebanyak  $i$  sedangkan dengan *software* Logger Pro diambil data berupa percepatan sebanyak  $j$ .
6. Tahap keenam, yaitu proses analisis data yang diperoleh secara manual dan data yang diperoleh melalui *software* Logger Pro.
7. Tahap ketujuh, yaitu jika nilai gaya gesek kinetis lebih besar daripada gaya gesek statis maksimum maka penelitian berhasil atau selesai, jika tidak kembali tahap keempat.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Data yang diambil secara manual yaitu data waktu tempuh saat balok meluncur pada bidang miring. Sedangkan pengambilan data dengan menggunakan *software* Logger Pro dilakukan dengan mengambil rata-rata dari data percepatan yang tertampil pada *software*. Jika nilai gaya gesek kinetis telah diperoleh, maka selanjutnya adalah membandingkan besar persentase ralat dari data secara manual dan *software* Logger Pro. Adapun persamaan nilai ralat dari gaya gesek kinetis sebagai berikut:

$$SF_k = \sqrt{\left(\frac{\partial F_s}{\partial m} \times Sm\right)^2 + \left(\frac{\partial F_k}{\partial a} \times Sa\right)^2} \quad (1)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada eksperimen ini, peneliti akan menentukan nilai gaya gesek kinetis dengan menggunakan objek sebuah balok berbahan kayu dengan massa yang berbeda-beda yaitu balok A sebesar 75,5 gram dan balok B sebesar 48,5 gram. Permukaan bidang miring yang digunakan terbuat dari bahan yang sejenis dengan balok yaitu kayu dengan panjang lintasan sebesar 66,8 cm dan ketinggian 41,2 cm. Pada percobaan pertama menggunakan balok A diletakkan pada puncak bidang miring dengan ketinggian yang sudah ditentukan. Balok A dilepaskan maka akan otomatis meluncur mengikuti arah bidang miring. Pada saat balok A mulai dilepaskan dan mulai bergerak, bersamaan dengan meng-klik *play* pada *stopwatch* untuk mengambil data waktu tempuh balok dilakukan secara berulang 10 kali. Pada percobaan kedua menentukan data percepatan balok dengan menggunakan *software* Logger Pro. Saat balok A mulai dilepaskan dan mulai bergerak, bersamaan dengan meng-klik *Start Collection* pada *software* Logger Pro. Balok A yang telah dilepaskan akan bergerak meluncur ke bawah dasar bidang miring, bersamaan dengan meng-klik *Stop* pada *software* Logger Pro. Pada tampilan *software* Logger Pro akan muncul nilai percepatan pada tabel serta grafik. Selanjutnya, hal yang sama dilakukan percobaan dengan balok B.

Untuk menentukan nilai koefisien gesek kinetis diperlukan data percepatan dalam perhitungan. Data yang diambil secara manual yaitu data waktu tempuh saat balok meluncur pada bidang miring untuk mencari nilai percepatannya. Sedangkan pengambilan data dengan menggunakan *software* Logger Pro dilakukan dengan mengambil rata-rata dari data percepatan yang tertampil pada *software*. Berikut hasil data percobaan yang diperoleh dari data secara manual dan dari data dengan menggunakan *software* Logger Pro:

**Tabel 1.** Data yang Diperoleh secara Manual (Balok A)

No	$t_{A_i}$ (s)
1	0,80
2	0,89
3	0,80
4	0,80
5	0,80
6	0,88
7	0,80
8	0,80
9	0,88

10	0,80
----	------

**Tabel 2.** Data yang Diperoleh dengan *Software* Logger Pro (Balok A)

No	$a_{A_i}$ ( $m/s^2$ )
1	1,310
2	2,205
3	1,983
4	1,350
5	2,475
6	1,350
7	1,921
8	2,283
9	1,107
10	2,632

**Tabel 3.** Data yang Diperoleh secara Manual (Balok B)

No	$t_{B_i}$ (s)
1	0,72
2	0,72
3	0,72
4	0,72
5	0,81
6	0,81
7	0,80
8	0,80
9	0,72
10	0,72

**Tabel 4.** Data yang Diperoleh dengan *Software* Logger Pro (Balok B)

No	$a_{B_i}$ ( $m/s^2$ )
1	2,202
2	1,236
3	2,604
4	1,655
5	2,234
6	2,485
7	2,756
8	2,318
9	1,690
10	1,697

Menurut Winingsih (2017:122) mengatakan bahwa pada saat balok tepat akan meluncur terjadi gaya tekan pada permukaan bidang lintasan yang mengakibatkan permukaan lintasan melakukan gaya reaksi atau gaya normal (N) yang besarnya sama dengan gaya tekan oleh balok tetapi arahnya berlawanan. Hal ini dapat dibuktikan dari hasil penelitian yang didapatkan bahwa nilai gaya gesek statis pada balok A sama dengan nilai gaya reaksi atau gaya normalnya sebesar 0,5232 N, sedangkan nilai gaya gesek statis pada balok B sama dengan gaya normalnya sebesar 0,3361 N. Balok A memiliki massa yang lebih besar daripada balok B, sehingga nilai gaya normal balok A yang dihasilkan lebih besar pula daripada nilai gaya normal balok B. Oleh karena itu, massa suatu benda yaitu balok dapat mempengaruhi nilai percepatan dan nilai gaya gesek.

Pada penelitian ini didapatkan hasil nilai gaya gesek kinetis balok A dengan data yang diperoleh secara manual yaitu sebesar  $F_{kA} = (0,3750 \pm 0,05613)$  N sedangkan nilai gaya gesek

kinetis balok A dengan data yang diperoleh menggunakan *software* Logger Pro yaitu  $F_{k_A} = (0,3826 \pm 0,1596)$  N. Berdasarkan hasil yang didapatkan yaitu nilai ralat yang diperoleh dari data secara manual lebih kecil daripada nilai ralat yang diperoleh dari data dengan menggunakan *software* Logger Pro. Sehingga dapat dikatakan bahwa pengambilan data yang diambil secara manual lebih akurat daripada pengambilan data yang diambil melalui *software* Logger Pro dengan perbandingan presentase ralat sebesar  $SF_{k_A manual} : SF_{k_A Loggerpro} = 5,613\% : 15,96\%$ .

Sedangkan hasil nilai gaya gesek kinetis pada balok B dengan data yang diperoleh secara manual yaitu sebesar  $F_{k_B} = (0,2221 \pm 0,08258)$  N sedangkan nilai gaya gesek kinetis dengan data yang diperoleh melalui *software* Logger Pro sebesar sebesar  $F_{k_B} = (0,2348 \pm 0,1482)$  N. Berdasarkan hasil yang didapatkan terlihat pula bahwa ralat dengan data yang diambil secara manual lebih kecil daripada ralat yang diambil dengan menggunakan *software* Logger Pro. Sehingga dapat dikatakan pula pengambilan data secara manual lebih akurat daripada pengambilan data yang diambil melalui *software* Logger Pro dengan perbandingan presentase ralat sebesar  $SF_{k_B manual} : SF_{k_B Loggerpro} = 8,258\% : 14,82\%$ .

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mendapatkan hasil nilai gaya gesek kinetis lebih kecil daripada gaya gesek statis. Besar nilai gaya gesek bergantung dengan nilai koefisien gaya gesek suatu benda. Hasil nilai koefisien gesekan yang didapatkan sesuai dengan teori bahwa nilai koefisien gesek statis lebih besar daripada nilai koefisien gesek kinetis dan koefisien gesek selalu bernilai antara 0 sampai dengan 1 ( $0 \geq \mu \geq 1$ ). Hal ini dapat dibuktikan dari hasil yang didapatkan bahwa nilai koefisien gesek statis balok B dengan data yang diperoleh secara manual sebesar  $\mu_{s_B} = 1$  dan nilai koefisien gaya gesek kinetis balok B sebesar  $\mu_{k_B} = 0,66$ . Koefisien gesek kinetis selalu lebih kecil daripada gaya gesek statis untuk material yang sama. Oleh karena itu, besarnya nilai gaya gesek kinetis akan selalu lebih kecil daripada gaya gesek statis maksimum ( $F_k < F_{s maks}$ ) dikarenakan nilai koefisien gesek statis selalu lebih besar daripada nilai koefisien gesek kinetis ( $\mu_s > \mu_k$ ). Pada pengambilan data secara manual, nilai gaya gesek kinetis balok A lebih besar daripada nilai gaya gesek kinetis balok B dengan selisih 0,1529. Sedangkan pengambilan data dengan menggunakan *software* Logger Pro juga diperoleh hasil nilai gaya gesek kinetis balok A lebih besar daripada nilai gaya gesek kinetis balok B dengan selisih 0,1478.

Menurut Yopy Mardiansyah (2022:63) salah satu faktor penyebab seringnya terjadi kesalahan dalam penarikan kesimpulan setelah melakukan percobaan adalah penggunaan *stopwatch* sebagai alat ukur waktu karena penggunaannya menuntut respon tinggi dari pengguna sementara refleks manusia dalam merespon sesuatu memiliki keterbatasan. *Software* Logger Pro dan sensor yang digunakan mampu mengatasi hal tersebut dan mendapatkan hasil data yang didapat cukup valid. Namun, hasil penelitian yang telah dilakukan mendapat nilai ralat yang diperoleh dari data secara manual lebih kecil daripada nilai ralat yang diperoleh dari data dengan menggunakan *software* Logger Pro. Hal itu dapat terjadi karena beberapa kesalahan atau *error* seperti ketidakakuratan hasil pengukuran alat sensor motion detector, kurangnya ketelitian dalam membaca alat ukur atau pada *software* dan peneliti memiliki keterbatasan refleks dalam meng-klik *start* dan *stop* pada *software* Logger Pro secara bersamaan saat meluncurkan balok di puncak bidang miring. Hal ini juga didukung dalam penelitian yang dilakukan oleh Dandan Luhur Saraswati (2016:123) mendapatkan hasil penelitian mendekati dengan teori, serta mengatakan bahwa hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya gaya luar yang bekerja sehingga hasil analisis bentuk grafik tidak mulus dan tidak sama persis dengan teori.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil eksperimen dapat disimpulkan bahwa didapatkan nilai gaya gesek kinetis pada bidang miring dengan data yang diperoleh secara manual pada balok A sebesar  $F_{k_A} = (0,3750 \pm 0,05613)$  N dan pada balok B sebesar  $F_{k_B} = (0,2221 \pm 0,08258)$  N, sedangkan nilai gaya gesek kinetis dengan data yang diperoleh menggunakan *software* Logger Pro pada balok A sebesar  $F_{k_A} = (0,3826 \pm 0,1596)$  N dan pada balok B sebesar  $F_{k_B} = (0,2348 \pm 0,1482)$  N. Untuk nilai perbandingan presentase ralat kedua metode pada balok A sebesar sebesar  $SF_{k_A manual} : SF_{k_A Loggerpro} = 5,613\% : 15,96\%$  sedangkan pada balok B sebesar  $SF_{k_B manual} : SF_{k_B Loggerpro} =$

8,258% : 14,82%. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu menggunakan teknik analisis data regresi linier agar didapatkan hasil penelitian yang lebih baik. Alternatif lain apabila tidak ada sensor motion detector yaitu dengan video rekaman eksperimen atau bisa menggunakan keduanya, dikarenakan *software* Logger Pro memiliki kelebihan lain yaitu dapat menganalisis hasil rekaman video eksperimen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, F., Busri, S. S., Rande, W., Joni, Y. M., & Astro, R. B. (2021). Analisis Koefisien Gesek Kinetis Benda di Bidang Miring Menggunakan Video Tracker. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(1), 74-83.
- Astutik, S. (2012). Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Dengan Model Siklus Belajar (Learning Cycle 5e) Berbasis Eksperimen Pada Pembelajaran Sains di SDN Patrang I Jember. *Jurnal Ilmu Pendidikan Sekolah Dasar*, 1(2), 143-153.
- Fuadi, Z. (2018). Analisis Pengaruh Perbedaan Koefisien Gesekan Statis dan Kinetis Terhadap Gerakan Stick-Slip Menggunakan Bahan Viskoelastis. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 11(1), 51-55.
- Hardiansyah, I. W. (2021). Penerapan Gaya Gesek Pada Kehidupan Manusia. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 10(1).
- Hernawati, H. (2013). Mengetahui Koefisien Gesek Statik dan Kinetis Melalui Konsep Gerak Melingkar Beraturan. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 7(1), 55-65.
- Lestari, I. M., Wijayanti, A., Sujatmika, S., & Ernawati, T. (2020). Prototype Alat Peraga Bidang Miring Sebagai Media Pembelajaran Guided Inquiry Dalam Mengembangkan Critical Thinking Skills. In *Prosiding Seminar Nasional MIPA Kolaborasi* (Vol. 2, No. 1, pp. 87-94).
- Mahriza, D. (2020). Penerapan Model POE2WE Dalam Menentukan Akselerasi Gravitasi Berbasis Software Logger Pro and Varnier Motion Detector. <https://doi.org/10.31219/osf.io/jthsg>.
- Mardiansyah, Y., Rahman, T., Hernando, L., & Meldra, D. (2022). Rancang Bangun Praktikum Gerak Menggelinding Pada Bidang Miring Berbasis Sensor Arduinomikro untuk Menentukan Konstanta Inersia. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 62-73.
- Prastyo, A. U., Hermawan, P., Salsabila, E., Sari, F. C., & Kurniawanti, K. (2021). Eksperimen Gaya Gesek Pada Bidang Miring Untuk Menguji Koefisien Gesek Statis Dan Kinetis. *Journal of Industrial Engineering UPY*, 1(1).
- Putri, D. A. (2019). *Analisis Nilai Koefisien Restitusi Pada Bola Menggunakan Software Tracker Dengan Memanfaatkan Video Based Laboratory (VBL) di Laboratorium Universitas Indraprasta PGRI*. Skripsi. Universitas Indraprasta PGRI.
- Rahmawati, Y., Ustati, R. T., Enjelika, R. E. M., Febriyana, M. M., & Astuti, I. A. D. (2020, July). Analisis Eksperimen Fisika pada Momentum Berbasis Logger Pro. In *SINASIS (Seminar Nasional Sains)* (Vol. 1, No. 1).
- Saraswati, D. S. L. (2016). Penggunaan Logger Pro Untuk Analisis Gerak Harmonik Sederhana Pada Sistem Pegas Massa. *Faktor Exacta*, 9(2), 119-124.
- Setyarini, F., & Natalisanto, A. I. (2016, July). Analisis Kaitan Koefisien Gesek dan Peluang Pembersihan Pipa Dengan Foam Pig. In *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi FMIPA Unmul* (Vol. 1, No. 1).
- Winingsih, P. H., & Hidayati, H. (2017). Eksperimen Gaya Gesek Untuk Menguji Nilai Koefisien Gesekan Statis Kayu Pada Kayu Dengan Program Matlab. *Science Tech*, 3(2), 121-126.