



Pengaruh Massa Dan Jenis Pegas Terhadap Konstanta Pegas: Studi Praktikum

Dinaldhi Muhammad Aditya^{1*}, Listha Anisha¹, Aida Fauziah Rahma¹, Adam Malik¹

¹Pendidikan Fisika, Fakultas Tarniyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati

*E-mail: dinaldhi.muhammad@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i2.758>

Accepted: 1 September 2024 Approved: 15 September 2024 Published: 30 September 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh massa dan jenis pegas terhadap konstanta pegas melalui serangkaian percobaan praktikum. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen yang melibatkan penggantungan massa berbeda (0,05 Kg, 0,07 Kg, dan 0,1 Kg) pada tiga jenis pegas (kuat, sedang, dan lemah) dan pengukuran perubahan panjang pegas. Hasilnya dianalisis menggunakan hukum Hooke untuk menentukan konstanta pegas. Data menunjukkan bahwa pegas kuat memiliki konstanta pegas yang lebih stabil dibandingkan dengan pegas sedang dan lemah, yang menunjukkan variasi lebih besar. Konstanta pegas yang diperoleh untuk pegas kuat adalah 10-11 N/m, untuk pegas sedang adalah 9,24-18,84 N/m, dan untuk pegas lemah adalah 4,71-5,4 N/m. Hasil penelitian ini mendukung hipotesis bahwa jenis pegas dan massa beban mempengaruhi konstanta pegas secara signifikan. Pegas kuat menunjukkan kestabilan yang lebih tinggi meskipun beban berubah, sedangkan pegas sedang dan lemah menunjukkan variasi yang lebih besar. Temuan ini relevan dengan hukum Hooke dan memberikan bukti empiris tambahan tentang elastisitas pegas.

Kata kunci: Hukum Hooke, Konstanta pegas, Massa, Pegas

ABSTRACT

This research aims to explore the effect of mass and spring type on spring constant through a series of practical experiments. The method used is the experimental method which involves hanging different masses (0.05 Kg, 0.07 Kg, and 0.1 Kg) on three types of springs (strong, medium, and weak) and measuring the change in spring length. The results were analyzed using Hooke's law to determine the spring constant. The data showed that the strong spring had a more stable spring constant compared to the medium and weak springs, which showed greater variation. The spring constant obtained for the strong spring was 10-11 N/m, for the medium spring was 9.24-18.84 N/m, and for the weak spring was 4.71-5.4 N/m. The results support the hypothesis that spring type and load mass affect the spring constant significantly. The strong spring showed higher stability despite the changing load, while the medium and weak spring showed greater variation. These findings are relevant to Hooke's law and provide additional empirical evidence on spring elasticity.

Keyword: Hooke's Law, Spring constant, Mass, Spring

@2024 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Pegas adalah komponen yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari karena banyak alat yang mengandalkan fungsinya (Mu'arif, 2023). Contoh yang umum adalah pulpen tekan, di mana pegas

memungkinkan ujung pena muncul dan tersembunyi dengan menekan bagian atas. Di kantor, kursi yang bisa disesuaikan tingginya menggunakan pegas gas untuk memudahkan pengguna mengatur posisi duduk dengan nyaman. Sistem suspensi kendaraan juga memanfaatkan pegas untuk menyerap guncangan dari jalan yang tidak rata, menjaga kenyamanan dan stabilitas selama berkendara. Selain itu, pegas digunakan dalam berbagai perangkat rumah tangga dan mainan anak-anak (Batubara, 2020). Timbangan pegas mengukur berat benda dengan memanfaatkan kompresi pegas, sedangkan pintu garasi otomatis menggunakan pegas torsi untuk membantu membuka dan menutup pintu dengan lebih mudah (Gauthama, 2020). Banyak mainan anak-anak, seperti boneka yang melompat atau mobil mainan, menggunakan pegas untuk menciptakan gerakan. Jam tangan mekanik tradisional juga menggunakan pegas spiral untuk menyimpan dan melepaskan energi guna menggerakkan jarum jam. Pegas bahkan ditemukan dalam alat sederhana seperti penjepit kertas, yang mengandalkan pegas untuk menahan dokumen dengan erat. Dengan berbagai aplikasi ini, jelas bahwa pegas adalah komponen penting yang mendukung kenyamanan dan fungsi banyak perangkat yang kita gunakan setiap hari (WAHYU ANDRIANTO, 2019).

Pemahaman mengenai konstanta pegas merupakan aspek yang sangat krusial karena konstanta ini mempengaruhi cara pegas merespons gaya yang diberikan padanya. Konstanta pegas, yang juga dikenal sebagai konstanta gaya pegas, mengukur seberapa besar gaya yang diperlukan untuk mengubah panjang atau bentuk pegas dari posisi setimbangnya (Cendrawan et al., 2015). Faktor-faktor yang memengaruhi konstanta pegas meliputi jenis material yang digunakan untuk membuat pegas, geometri atau bentuk fisik pegas, serta bagaimana pegas tersebut diposisikan atau dipasang dalam sistem tertentu (Nugraha, 2011). Ketepatan nilai konstanta pegas sangat penting dalam menentukan kinerja dan efisiensi sistem yang melibatkan pegas. Misalnya, dalam mekanisme mekanik seperti jam tangan atau alat presisi lainnya, pegas harus memiliki konstanta yang tepat agar fungsi dan presisi dari mekanisme tersebut dapat dijaga dengan baik. Begitu juga dalam industri otomotif, di mana pegas digunakan dalam suspensi untuk menyerap guncangan dan memberikan kenyamanan serta stabilitas saat kendaraan bergerak. Dengan memahami dan memilih konstanta pegas yang sesuai, sistem dapat beroperasi dengan maksimal efisiensi sesuai dengan desain yang diinginkan.

Pegas merupakan komponen yang umumnya dianggap sederhana namun memiliki peran yang sangat penting dalam teknologi modern. Sifat elastisitasnya yang unik memungkinkan pegas untuk menyimpan energi saat diberi deformasi, dan kemudian mengembalikan energi tersebut saat deformasi dilepaskan (Gusty et al., 2024). Prinsip dasar yang mengatur perilaku pegas, yang dinyatakan dalam Hukum Hooke, menjelaskan hubungan antara gaya yang diberikan pada pegas dan perubahan bentuk yang dihasilkan (Putri, 2022). Materi tentang pegas tidak hanya mencakup karakteristik fisik dan jenis-jenisnya, tetapi juga aplikasi luasnya dalam berbagai bidang seperti industri otomotif, manufaktur, dan teknik sipil. Dalam pengembangan teknologi modern, pemahaman mendalam tentang sifat-sifat pegas menjadi krusial untuk inovasi dan perbaikan desain produk yang lebih efisien dan andal.

Massa dan jenis pegas adalah dua faktor utama yang mempengaruhi konstanta pegas dalam sistem mekanik. Massa beban yang digantung pada pegas memainkan peran kunci dalam menentukan seberapa besar deformasi yang terjadi pada pegas tersebut (WIBISANA, 2024). Menurut hukum Hooke, yang menyatakan bahwa deformasi pegas sebanding dengan gaya yang diberikan, peningkatan massa beban akan meningkatkan gaya yang bekerja pada pegas, sehingga meningkatkan juga tingkat deformasinya (Dwisetyaningrum, 2017). Karena itu, penting untuk memahami bagaimana massa mempengaruhi konstanta pegas agar dapat memprediksi dan mengontrol respons pegas dalam aplikasi praktis (Argo & Prasetyo, 2021). Selain massa, jenis bahan yang digunakan untuk membuat pegas juga memengaruhi konstanta pegas secara signifikan. Pegas dapat terbuat dari berbagai jenis material seperti baja, karet, atau polimer lainnya, yang masing-masing memiliki karakteristik elastisitas yang berbeda (Sari, 2018). Misalnya, pegas yang terbuat dari baja memiliki konstanta pegas yang lebih tinggi dibandingkan dengan pegas yang terbuat dari material karet yang lebih elastis. Selain bahan, bentuk dan ukuran fisik pegas juga memainkan peran dalam menentukan konstanta pegas. Pegas dengan panjang atau diameter yang berbeda akan memiliki karakteristik deformasi dan konstanta pegas yang berbeda (M VITHOR, 2023).

Konstanta pegas (k) dijelaskan oleh hukum Hooke, yang menyatakan bahwa gaya (F) yang diperlukan untuk meregangkan atau memampatkan sebuah pegas sebanding dengan perubahan panjang pegas tersebut, selama batas elastisitasnya tidak terlampaui. Rumus hukum Hooke dinyatakan sebagai:

$$F = k \cdot x \quad (1)$$

di mana (F) adalah gaya yang bekerja pada pegas (dalam Newton), (k) adalah konstanta pegas (dalam Newton per meter), dan x adalah deformasi atau perubahan panjang pegas (dalam meter) (Hasyim, 2010).

Untuk mengaitkan gaya (F) dengan massa (m) dan percepatan gravitasi (g), kita menggunakan konsep berat benda. Berat (W) suatu benda didefinisikan sebagai hasil kali massa (m) dengan percepatan gravitasi (g):

$$W = m \cdot g \quad (2)$$

(Afyuni, 2015). Ketika pegas dalam keadaan setimbang, gaya yang disebabkan oleh berat massa (W) sama dengan gaya yang diberikan oleh pegas (F):

$$m \cdot g = k \cdot x \quad (3)$$

rumus ini menggambarkan bahwa ketika massa (m) digantungkan pada pegas, gaya berat (m.g) yang bekerja pada pegas menyebabkan pegas meregang atau memendek sejauh (x) di mana besarnya (x) berbanding lurus dengan konstanta pegas (k) (ANDRIANI, n.d.).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi pengaruh massa dan jenis pegas terhadap konstanta pegas melalui serangkaian percobaan praktikum. Percobaan ini dirancang untuk memberikan pemahaman praktis mengenai hubungan antara variabel tersebut. Dengan melakukan pengukuran yang teliti dan analisis data yang mendalam, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kesimpulan yang valid mengenai bagaimana kedua faktor tersebut mempengaruhi konstanta pegas (Fariha, 2021). Hasil dari penelitian ini memiliki potensi untuk memberikan kontribusi signifikan di bidang pendidikan dan industri. Di bidang pendidikan, temuan ini dapat digunakan sebagai alat bantu yang efektif dalam pembelajaran konsep elastisitas dan hukum Hooke kepada siswa (Mulyani, 2013).

METODE

Studi Praktikum menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif yang dilakukan di laboratorium fisika Universitas Islam Negeri Bandung, Kampus 1, Kota Bandung. Penelitian ini bertujuan untuk secara mendalam mengevaluasi hubungan antara massa beban yang diterapkan pada pegas dan konstanta pegasnya, dengan membandingkan berbagai jenis pegas yang digunakan. Metode eksperimen yang digunakan melibatkan penggunaan pegas dari jenis-jenis yang berbeda, yang masing-masing memiliki karakteristik elastisitas unik. Setiap jenis pegas dikalibrasi secara cermat sebelum digunakan untuk memastikan keakuratannya dalam mengukur konstanta pegas. Pendekatan eksperimen dimulai dengan memasang pegas secara vertikal dan memberikan massa beban bertingkat pada pegas tersebut (50g, 70g, 100g). Data hasil pengukuran ini kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk menghitung nilai konstanta pegas (k) untuk setiap jenis pegas yang diamati. Metode eksperimen yang diterapkan adalah menggantungkan pegas secara vertikal pada statif laboratorium, di mana berbagai variasi beban diterapkan pada pegas tersebut. Selanjutnya, pegas yang digunakan juga divariasikan untuk mengamati responsnya terhadap perubahan beban. Eksperimen ini dirancang untuk mengidentifikasi hubungan antara beban yang diterapkan dan karakteristik elastisitas pegas dalam konteks kondisi vertikal.

Selain itu, eksperimen juga mencakup pengujian untuk memahami perbedaan karakteristik elastisitas antara jenis-jenis pegas yang berbeda. Ini melibatkan pegas dengan karakteristik padat, sedang, dan longgar dari setiap jaraknya. Data yang diperoleh dari eksperimen kuantitatif ini digunakan untuk membangun grafik gaya restitusi (F) terhadap perpanjangan pegas (x), yang merupakan pendekatan fundamental dalam menentukan konstanta pegas (Hartono, 2014). Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana massa beban dan jenis pegas mempengaruhi konstanta pegas, yang sangat relevan dalam pengembangan dan perbaikan desain sistem mekanis dan struktural yang menggunakan pegas. Dengan demikian, pendekatan eksperimen kuantitatif ini tidak hanya berkontribusi terhadap pemahaman teoritis tentang elastisitas material, tetapi juga memberikan pandangan praktis yang berharga bagi pengembangan teknologi masa depan (Solatun, 2024).

HASIL

Pada praktikum ini, telah didapatkan hasil konstanta pegas dari tiga jenis pegas yaitu, pegas kuat, pegas sedang, dan pegas lemah. Hasil tersebut disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Data Hasil Perhitungan Pegas Kuat

No	Beban (Kg)	Panjang Awal (m)	Panjang Akhir (m)	Konstanta Pegas (N/m)
1	0,05	0,062	0,111	10
2	0,07	0,062	0,13	10,08
3	0,1	0,062	0,151	11

Tabel 2. Data Hasil Perhitungan Pegas Sedang

No	Beban (Kg)	Panjang Awal (m)	Panjang Akhir (m)	Konstanta Pegas (N/m)
1	0,05	0,11	0,136	18,84
2	0,07	0,11	0,174	10,71
3	0,1	0,11	0,216	9,24

Table 3. Data Hasil Perhitungan Pegas Lemah

No	Beban (Kg)	Panjang Awal (m)	Panjang Akhir (m)	Konstanta Pegas (N/m)
1	0,05	0,15	0,254	4,71
2	0,07	0,15	0,277	5,4
3	0,1	0,15	0,335	5,29

Data yang disajikan menunjukkan pengaruh yang signifikan dari jenis pegas terhadap konstanta pegas yang dihasilkan, dengan pegas kuat menunjukkan kestabilan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pegas sedang dan lemah. Hasil ini menunjukkan bagaimana massa beban dan jenis pegas mempengaruhi kekuatan dan fleksibilitas pegas.

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan tentang bagaimana massa dan jenis pegas mempengaruhi konstanta pegas. Hipotesis awal menyatakan bahwa jenis pegas dan massa beban mempengaruhi konstanta pegas. Penelitian ini menunjukkan bahwa kedua faktor ini benar-benar mempengaruhi konstanta pegas. Pegas kuat memiliki konstanta pegas yang relatif stabil meskipun beban berubah, sedangkan pegas sedang dan lemah memiliki konstanta pegas yang berubah lebih banyak. Ini mendukung hipotesis bahwa jenis pegas dan massa beban memiliki pengaruh yang signifikan terhadap konstanta pegas (Budiman et al., 2023). Pengujian praktikum ini melibatkan penggantungan beban yang berbeda yaitu 0,05 Kg; 0,07; dan 0,1 Kg pada tiga jenis pegas (kuat, sedang, dan lemah) dan pengukuran perubahan panjang pegas. Hasilnya digunakan untuk menghitung konstanta pegas menggunakan hukum Hooke. Hukum Hooke merupakan hukum empiris tentang hubungan perbandingan besar nilai gaya dan pertambahan panjang pegas (Masyruhan et al., 2020). Proses ini termasuk mengukur panjang awal dan akhir pegas setelah beban ditambahkan, serta menghitung gaya yang bekerja pada pegas.

Pada percobaan pertama dengan menggunakan jenis pegas kuat dengan beban massa berurutan yaitu 0,05; 0,07; dan 0,1 Kg, diperoleh hasil konstanta pegas sebesar 10; 10,08; dan 11 N/m. Pada percobaan kedua dengan menggunakan jenis pegas sedang dengan beban massa berurutan yaitu 0,05; 0,07; dan 0,1 Kg, diperoleh hasil konstanta pegas sebesar 18,84; 10,71; dan 9,24 N/m. Pada percobaan

ketiga dengan menggunakan jenis pegas lemah dengan beban massa berurutan yaitu 0,05; 0,07; dan 0,1 Kg, diperoleh hasil konstanta pegas sebesar 4,71; 5,4; dan 5,29 N/m. Menurut penafsiran dari hasil, jenis pegas mempengaruhi kestabilan konstanta pegas. Pegas kuat, yang memiliki material yang lebih kaku, menunjukkan sedikit variasi dalam konstanta pegas meskipun beban ditambahkan. Sedangkan pegas sedang dan lemah, menunjukkan variasi yang lebih besar, dengan pegas lemah memiliki konstanta pegas yang paling rendah dan paling bervariasi. Ini menunjukkan bahwa meningkatkan beban membuat pegas yang lebih lemah lebih rentan terhadap kerusakan.

Hasil praktikum ini relevan dengan teori hukum Hooke, yang menyatakan bahwa jika sebuah gaya (F) bekerja pada sebuah pegas, maka pegas tersebut akan mengalami pertambahan panjang (Δx) yang sebanding dengan besar gaya yang bekerja padanya (Harja, 2018). Selain itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa jenis pegas dan massa beban memengaruhi konstanta pegas (Taayun & Malik, 2020). Penemuan ini memperkuat keyakinan yang ada bahwa jenis pegas dan massa beban memengaruhi konstanta pegas. Penelitian ini tidak menghasilkan teori baru, tetapi mengubah dan memperkuat teori yang ada tentang elastisitas pegas dan hukum Hooke. Penelitian ini juga memberikan bukti empiris tambahan yang mendukung gagasan bahwa jenis pegas dan massa beban memengaruhi konstanta pegas secara signifikan (Farhati, 2017).

Penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan dalam desain dan pemilihan pegas untuk berbagai aplikasi teknis. Pegas kuat dengan konstanta pegas yang tinggi dan stabil sangat cocok untuk aplikasi yang membutuhkan kestabilan dan kekuatan, seperti dalam suspensi kendaraan atau peralatan mekanis yang memerlukan presisi tinggi. Sebaliknya, pegas lemah dengan konstanta yang lebih rendah dan lebih bervariasi mungkin lebih cocok untuk aplikasi yang memerlukan lebih banyak fleksibilitas dan adaptasi terhadap perubahan beban, seperti dalam perangkat pengaman atau alat pengukur tekanan (Aristanti et al., 2023).

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa jenis pegas dan massa beban mempengaruhi konstanta pegas secara signifikan. Pegas kuat menunjukkan kestabilan konstanta yang lebih tinggi meskipun beban berubah, sedangkan pegas sedang dan lemah mengalami variasi konstanta yang lebih besar. Temuan ini mendukung hipotesis bahwa massa dan jenis pegas mempengaruhi karakteristik elastisitas pegas. Pengujian praktikum dengan menggunakan tiga jenis pegas dan berbagai beban massa menghasilkan data yang konsisten dengan hukum Hooke, memperkuat teori bahwa gaya yang bekerja pada pegas berbanding lurus dengan perubahan panjang pegas.

Penelitian ini memberikan bukti empiris tambahan dan memperkuat keyakinan bahwa jenis pegas dan massa beban memiliki pengaruh signifikan terhadap konstanta pegas. Implikasi praktis dari temuan ini mencakup panduan dalam pemilihan dan desain pegas untuk aplikasi teknis yang membutuhkan kestabilan dan kekuatan, serta aplikasi yang memerlukan fleksibilitas dan adaptasi terhadap perubahan beban. Hasil penelitian ini relevan dengan teori dan penelitian sebelumnya, memberikan kontribusi penting terhadap pemahaman lebih lanjut mengenai elastisitas dan karakteristik pegas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami sampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Dr. Adam Malik, M. Pd. Selaku dosen pengampu mata kuliah Laboratorium Fisika Sekolah Lanjutan I, asisten laboratorium mata kuliah Fisika Sekolah Lanjutan I yang telah membantu dan membimbing jalannya kegiatan praktikum, teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami, dan pihak-pihak yang telah terlibat dalam penyusunan artikel ini. Mulai dari perencanaan penelitian, pengambilan dan pengolahan data, serta penulisan artikel sebagai bentuk publikasi penelitian. Kami menyadari bahwa menyusun laporan praktikum ini akan sangat sulit bagi kami tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak.

REFERENSI

Afyuni, C. (2015). *Analisis Kemampuan Kognitif Siswa Kelas X Sma Negeri 3 Rambah Hilir Kabupaten Rokan Hulu Pada Mata Pelajaran Fisika Setelah Penerapan Model Pembelajaran Advance Organizer Berbasis Mind Map*. Universitas Pasir Pengaraian.

- Dinaldhi Muhammad Aditya, Listha Anisha, Aida Fauziah Rahma, Adam Malik / JPFS 7 (2) (2024) 100-106
- ANDRIANI, K. (n.d.). *Pengaruh Model PBL (Problem Based Learning) disertai Video Berbasis Kontekstual terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika Di SMA*. FAKULTAS KEGIRUAN DAN ILMU PENDIDIKAN.
- Argo, B. D., & Prasetyo, J. (2021). *Matematika Terapan*. Universitas Brawijaya Press.
- Aristanti, I., Hanum, W., Herman, D., & Supeno. (2023). Identifikasi Konsep IPA Pada Pemanfaatan Polisi Tidur (Speed Bump) Sebagai Bahan Pembelajaran IPA. *Justek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 6(2), 262–269.
- Batubara, H. H. (2020). Media pembelajaran efektif. *Semarang: Fatawa Publishing*, 3.
- Budiman, A., Faturrahman, Nugroho, D. A., Nurzaki, A. Z., Rahmawati, D., Latifah, A. L., & Malik, A. (2023). Analisis Pengaruh Konstanta Pegas Terhadap Pertambahan Panjang Pegas. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Terapannya*, 10(01), 12–30. <https://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/fisika/>
- Cendrawan, Y., Pangaribuan, P., & Kurniawan, E. (2015). Desain Dan Implementasi Generator Dengan Memanfaatkan Gaya Pemulihan Pada Dynamic Speed Trap Di Tempat Parkir Universitas Telkom. *EProceedings of Engineering*, 2(3).
- Dwisetyaningrum, Y. (2017). *Pengembangan Modul Fisika Sma Berbasis Science Technology Society pada Materi Elastisitas untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Siswa*. UNS (Sebelas Maret University).
- Farhati, A. (2017). PENGARUH METODE EKSPERIMEN TERHADAP PENINGKATAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH SISWA PADA MATERI HUKUM HOOKE KELAS XI DI SMA NEGERI 16 BANDA ACEH. In *UPT Perpustakaan UIN AR-RANIRY* (Vol. 6, Issue 1). <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf><http://fiskal.kemenkeu.go.id/ejournal><http://dx.doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.powtec.2016.12.055><https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2019.02.006>
- Fariha, H. (2021). *Analisis Hasil Belajar Siswa pada Materi Usaha dan Energi di SMAN 1 Karawang Pada Masa PJJ (Pembelajaran Jarak Jauh)*. Jakarta: FITK UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Gauthama, W. (2020). PERANCANGAN ALAT BACA LIFT DAN DRAG TIPE PEGAS ULIR DENGAN KAPASITAS 0–2,245 Lbs. PADA TEROWONGAN ANGIN KECEPATAN 14,493 Fps–41,838 Fps. *Langit Biru: Jurnal Ilmiah Aviasi*, 13(02), 91–100.
- Gusty, S., Anton, E. E., Kusuma, A., Bachtiar, E., Nurdin, A. R., Hadid, M., Sarie, F., & Kamba, C. (2024). *Rekayasa Jalan Rel*. TOHAR MEDIA.
- Harja, M. (2018). *PENGUNAAN MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE STAD UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK PADA MATERI ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE DI KELAS XI MAN 2 ACEH SELATAN*.
- Hartono, S. (2014). *Kamus & Rumus Hafalan Fisika untuk Pelajar & Mahasiswa*. Media Pressindo.
- Hasyim, F. (2010). *Pengaruh penggunaan metode discovery inquiry terhadap kemampuan kognitif fisika siswa di sma ditinjau dari kreativitas belajar fisika siswa*.
- M VITHOR, A. L. F. (2023). *Pengembangan Learning Management System Dengan Pendekatan Gamifikasi Pada Model Flipped Classroom Untuk Meningkatkan Partisipasi Belajar Siswa*. UIN RADEN INTAN LAMPUNG.
- Masyruhan, M., Pratiwi, U., & Al Hakim, Y. (2020). Perancangan Alat Peraga Hukum Hooke Berbasis Mikrokontroler Arduino Sebagai Media Pembelajaran Fisika. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 6(2), 134. <https://doi.org/10.32699/spektra.v6i2.145>
- Mu'arif, R. M. (2023). Perancangan Sistem Akses Pintu Otomatis Menggunakan RFID Card. *Jurnal Komputer Teknologi Informasi Dan Sistem Informasi (JUKTISI)*, 1(3), 170–178.
- Mulyani, W. (2013). *Pengaruh pembelajaran berbasis e-learning terhadap hasil belajar siswa pada konsep impuls dan momentum*.
- Nugraha, H. S. (2011). *Model Optimisasi Perancangan Pegas Ulir Tekan Dengan Kriteria Maximum Reliability (Studi Kasus: Lock Case)*.
- Putri, Q. S. (2022). *PENGARUH PEMBELAJARAN FISIKA MENGGUNAKAN MODEL SSCS DAN SQ4R DITINJAU DARI KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS DAN LITERASI SAINS TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATERI ELASTISITAS DAN HUKUM HOOKE*. UNS (Sebelas Maret University).
- Sari, N. H. (2018). *Material teknik*. Deepublish.
- Solatun, K. (2024). *PENGARUH PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) TERHADAP KEMAMPUAN SOFT SKILL SISWA PADA MATERI ELASTISITAS DI MAN 1 BANDAR LAMPUNG*. UIN RADEN INTAN LAMPUNG.
- Taayun, H. Q., & Malik, A. (2020). Pengaruh Massa Pada Beban Terhadap Konstanta Pegas. *Jurnal Pendidikan*

Dinaldhi Muhammad Aditya, Listha Anisha, Aida Fauziah Rahma, Adam Malik / JPFS 7 (2) (2024) 100-106

Fisika, 3(2), 105–122. <https://doi.org/10.24252/al-khazini.v3i2.39323>

WAHYU ANDRIANTO, W. A. (2019). *Sistem Pengontrolan Lampu menggunakan Arduino berbasis Android*. UNIVERSITAS ISLAM MAJAPAHIT MOJOKERTO.

WIBISANA, S. S. (2024). *Implementasi LKPD Elastisitas Dan Hukum Hooke Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Kolaborasi Dan Hasil Belajar Siswa*. Universitas Jambi.