

Analisis Pengaruh Massa Beban Terhadap Koefisien Redaman Menggunakan Software Python

Stevi Silahooy*¹, Delpina Nggolaon², Aufa Maulida Fitrianingrum³

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura

²Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

³Program Studi Fisika, Fakultas MIPA dan Kebumihan, Universitas Negeri Manado

*silahooystevi@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.52188/jpfs.v7i1.703>

Accepted: 22 Februari 2024 Approved: 5 Maret 2024 Published: 31 Maret 2024

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa beban terhadap nilai koefisien redaman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dimana beban dengan variasi massa 100gr, 120gr, dan 140gr diosilasikan kedalam tiga jenis zat cair yaitu air, minyak kita, dan minyak tropical. Analisis didasarkan pada osilasi teredam menggunakan software python yang bertujuan untuk mengolah data karena dengan adanya training model di dalamnya diharapkan mampu memberikan hasil yang lebih akurat. Berdasarkan hasil analisis data koefisien redaman (b) pada sampel air, minyak kita dan minyak tropical secara berturut-turut adalah (0.0412, 0.0505, 0.0533), (0.1068, 0.1181, 0.1364), dan (0.1035, 0.1299, 0.1436). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar massa beban maka semakin besar koefisien redaman yang dihasilkan.

Kata kunci: Koefisien Redaman, Massa Beban, Osilasi Teredam, Software python

ABSTRACT

This research aims to determine the effect of load mass on the damping coefficient value. The method used in this research is an experimental method where loads with varying masses of 100gr, 120gr, and 140gr are oscillated into three types of liquid, namely water, our oil, and tropical oil. The analysis is based on damped oscillations using Python software which aims to process the data because with the training model in it it is hoped that it will be able to provide more accurate results. Based on the results of data analysis, the damping coefficients (b) for water, minyak kita oil, and tropical oil are respectively (0.0412, 0.0505, 0.0533), (0.1068, 0.1181, 0.1364), and (0.1035, 0.1299, 0.1436). These results indicate that the greater the mass of the load, the greater the resulting damping coefficient.

Keyword: Damping Coeffisien, Load Mass, Damped Oscillation, Machine Learning

@2024 Pendidikan Fisika FKIP Universitas Nahdlatul Ulama Cirebon

PENDAHULUAN

Getaran dari suatu sistem yang beresilasi pada suatu lintasan dapat berupa gerakan yang berulang secara terus menerus dan beraturan serta dapat berupa gerakan acak atau tidak teratur (Acu et al., 2017; Giancoli, 2005). Getaran yang berulang secara teratur dalam selang waktu yang sama disebut dengan gerak harmonis (Aulia et al., 2018). Amplitudo suatu sistem yang beresilasi disekitar posisi setimbangnya akan semakin berkurang tiap satuan waktu. Hal ini disebabkan oleh adanya gaya pemulih yang bekerja untuk mengembalikan sistem pada posisi setimbangnya (Susilo et al., 2012).

Gaya pemulih ini merupakan gaya gesek yang kemudian meredam gerak osilasi sistem hingga terhenti (Serway & Jewett, 2008). Gerak ini disebut dengan gerak harmonik teredam. Suatu benda bermassa yang digantungkan pada ujung pegas kemudian ditarik dari titik kesetimbangannya lalu dilepaskan akan bergerak memenuhi gerak harmonik teredam (Halliday & Resnick, 2011).

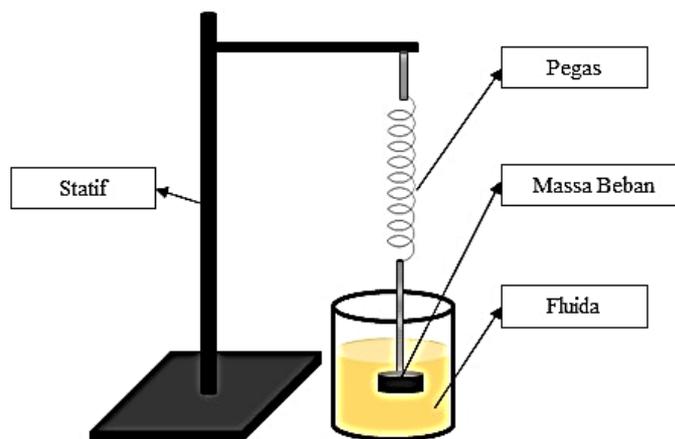
Seiring dengan teknologi yang semakin maju, penelitian tentang gerak harmonik teredam terus dilakukan dengan berbagai macam software dan metode yang terus berkembang untuk mengetahui nilai koefisien redaman zat cair. Salah satu software yang banyak digunakan yaitu Tracker Video yang juga diteliti oleh Adena, dkk (2020) mengenai keakuratan simulasi osilasi harmonik teredam pada pegas menggunakan Tracker Video Analysis and Modelling Tool, didapatkan bahwa terdapat nilai eksperimen yang tidak sama dengan nilai teori yaitu gerak osilasi harmonik teredam yang dipengaruhi oleh gaya penghambat sehingga mempengaruhi nilai dari amplitudo yang dihasilkan (Selvira et al., 2020). Hal ini menunjukkan masih perlunya diupayakan berbagai software dan metode dengan tingkat keakuratan yang lebih untuk menentukan besaran fisis dalam kajian osilasi harmonik teredam.

Sebagai salah satu cabang dari kecerdasan buatan, software python merupakan metode baru yang dibangun dalam software computer dan telah banyak diterapkan diberbagai kasus dengan hasil evaluasi yang lebih akurat dibandingkan dengan metode lain (Zhu et al., 2022). Software python memiliki algoritma yang berfungsi untuk menganalisis dan mengidentifikasi sejumlah data lalu menemukan pola dalam data tersebut untuk memberikan prediksi informasi yang baru (Kusuma, 2020).

Berdasarkan hal tersebut, dalam penelitian ini akan dilakukan analisis koefisien redaman yang dipengaruhi oleh variabel massa menggunakan software python (software python). Adanya training model dalam software python diharapkan dapat memberikan hasil yang jauh lebih akurat dengan tingkat presisi yang tinggi.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan massa pada tiga jenis fluida (air, minyak kita, minyak tropical) yaitu 100 gr, 120 gr, dan 140 gr. Setiap besaran massa pada setiap jenis fluida dilakukan percobaan sebanyak 3 kali dan direkam menggunakan kamera. Hasil rekaman di perlambat menggunakan ulead studio sehingga dari gerakan osilasi pegas dapat diketahui data waktu dan simpangan yang akurat. Rangkaian peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat pegas-massa

Data waktu dan simpangan yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan software python (software python) berdasarkan persamaan osilasi teredam untuk menghitung besar pengaruh massa terhadap koefisien redaman. Adapun persamaan osilasi teredam sebagai berikut :

$$y = Ae^{-Bt} \cos(\omega t + \phi) \quad (1)$$

Dimana A adalah amplitudo, B adalah konstanta redaman, t adalah waktu osilasi dan ω adalah frekuensi sudut. Karena $B=b/2m$, maka untuk memperoleh nilai koefisien redaman dapat menggunakan persamaan 2 (Serway & Jewett, 2004):

$$b = 2m.B \tag{2}$$

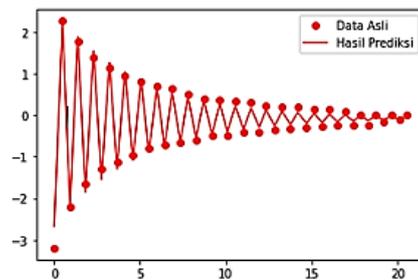
Ketepatan data hasil prediksi dari data yang sudah ada merupakan hal yang sangat penting dalam metode yang digunakan (Azmi et al., 2020). Oleh karena itu hasil dari model prediksi akan dihitung tingkat keakurasiannya dengan menggunakan Root Mean Square Error (RMSE). Dalam ukuran RMSE, model prediksi paling baik adalah model dengan nilai 0 (nol). Sehingga dapat dikatakan bahwa semakin kecil nilai RMSE atau sama dengan nol maka semakin akurat hasil yang didapatkan (Hendarwati et al., 2023).

HASIL

Berikut adalah data analisis koefisien redaman zat cair berupa air, minyak kita dan minyak tropical menggunakan software phyton.

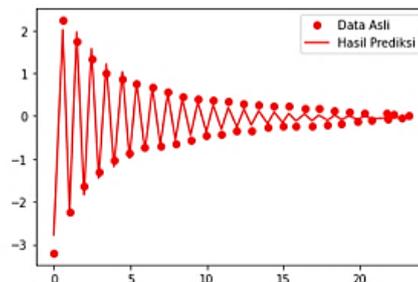
a. Analisis koefisien redaman air

Data simpangan (y) terhadap waktu (t) dari osilasi pegas dengan varian massa 100gr, 120gr, dan 140gr pada medium air yang dianalisis menggunakan software python dapat ditunjukkan pada gambar 2.



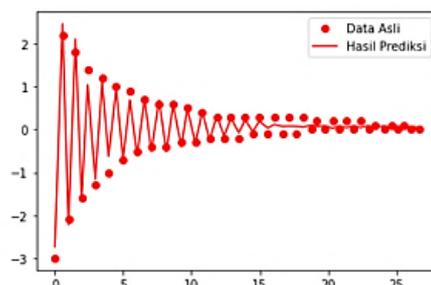
Persamaan gelombang teredam: $y = -2.5969 * \exp(0.2062x) * \cos(6.8545x) + -0.0724$

Gambar 2a. Hasil analisis massa beban 100gr



Persamaan gelombang teredam: $y = -2.7413 * \exp(0.2106x) * \cos(6.3114x) + -0.0357$

Gambar 2b. Hasil analisis massa beban 120gr



Persamaan gelombang teredam: $y = -2.7955 * \exp(0.1905x) * \cos(6.1342x) + 0.0626$

Gambar 2c. Hasil analisis massa beban 140gr

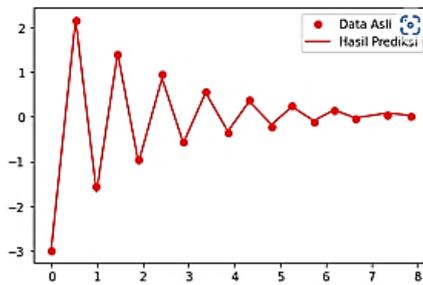
Berdasarkan hasil analisis tersebut diperoleh nilai besaran-besaran fisis dari osilasi teredam pada medium air berupa: amplitude (A), konstanta redaman (B), kecepatan sudut (ω), dan koefisien redaman (b) dan tingkat keakurasian (RMSE) yang dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Data hasil analisis menggunakan software python pada medium air

Massa	Besaran				RMSE
	A	B	ω	b	
100 gr	-2.5969	0.2062	6.8545	0.0412	0.1248
120 gr	-2.7413	0.2106	6.3114	0.0505	0.1343
140 gr	-2.7955	0.1904	6.1341	0.0533	0.1450

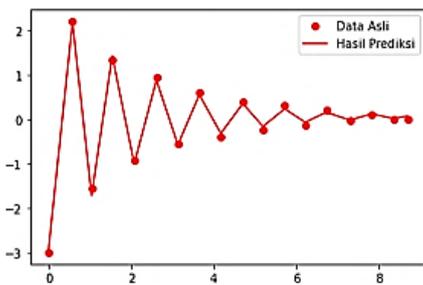
b. Analisis koefisien redaman minyak kita

Hasil analisis data simpangan terhadap waktu dari gerak osilasi pegas pada minyak kita dapat dilihat pada gambar 3.



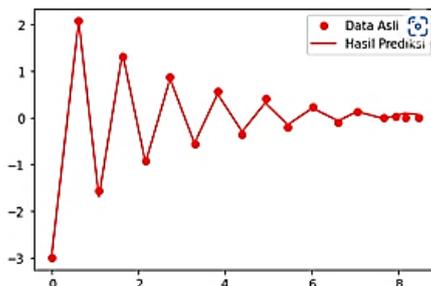
Persamaan gelombang teredam: $y = -2.9829 * \exp(0.5338x) * \cos(6.5450x) + 0.0501$

Gambar 3a. Hasil analisis massa beban 100gr



Persamaan gelombang teredam: $y = -2.9659 * \exp(0.4922x) * \cos(6.0037x) + 0.0589$

Gambar 3b. Hasil analisis massa beban 120gr



Persamaan gelombang teredam: $y = -2.9654 * \exp(0.4870x) * \cos(5.7166x) + 0.0428$

Gambar 3c. Hasil analisis massa beban 140gr

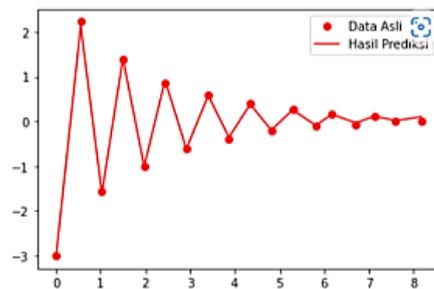
Berdasarkan hasil analisis data simpangan terhadap waktu pada osilasi pegas-massa medium minyak kita diperoleh nilai besaran-besaran fisis dari osilasi teredam yang dimuat dalam tabel 2.

Tabel 2. Data hasil analisis menggunakan software python pada medium minyak kita

Massa	Besaran				RMSE
	<i>A</i>	<i>B</i>	ω	<i>b</i>	
100 gr	-2.9828	0.5338	6.5449	0.1068	0.0603
120 gr	-2.9659	0.4921	6.0037	0.1181	0.0671
140 gr	-2.9654	0.4870	5.7166	0.1364	0.0671

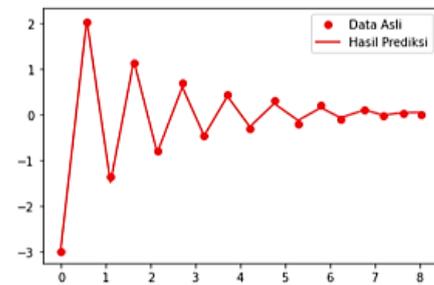
c. Analisis koefisien redaman minyak tropical

Hasil analisis data pada medium minyak tropical dapat ditunjukkan pada gambar 4.



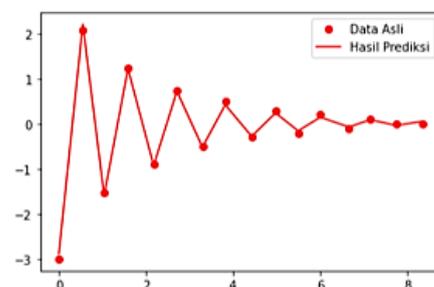
Persamaan gelombang teredam: $y = -3.0869 * \exp(0.5177x) * \cos(6.5108x) + 0.0569$

Gambar 4a. Hasil analisis massa beban 100gr



Persamaan gelombang teredam: $y = -2.9464 * \exp(0.5413x) * \cos(6.0035x) + 0.0287$

Gambar 4b. Hasil analisis massa beban 120gr



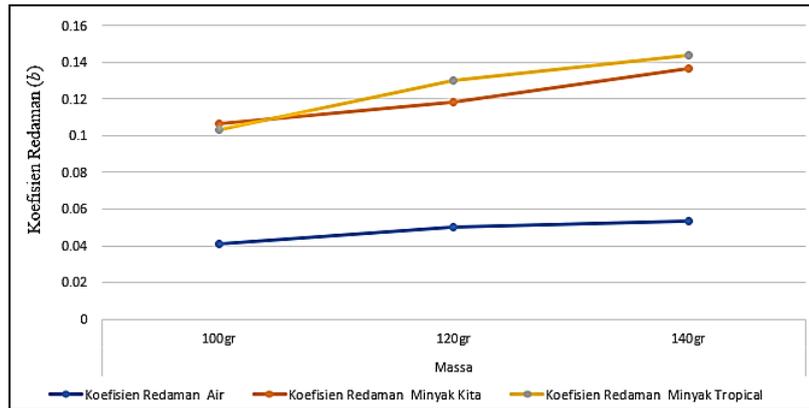
Persamaan gelombang teredam: $y = -2.9008 * \exp(0.5130x) * \cos(5.7152x) + 0.0144$

Gambar 4c. Hasil analisis massa beban 140gr

Tabel 3. Data hasil analisis menggunakan software python pada medium minyak tropical

Massa	Besaran				RMSE
	<i>A</i>	<i>B</i>	ω	<i>b</i>	
100 gr	-3.0069	0.5176	6.5107	0.1035	0.0412
120 gr	-2.9463	0.5413	6.0034	0.1299	0.0554
140 gr	-2.9007	0.5130	5.7151	0.1436	0.0594

Data tabel 1, 2, dan 3 dapat juga disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara massa beban terhadap nilai koefisien redaman (*b*) yang ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik perbandingan nilai koefisien redaman sebagai hasil dari pengaruh massa beban

PEMBAHASAN

Gambar 2, 3, dan 4 merupakan grafik simpangan terhadap waktu yang terdiri dari data asli dan prediksi. Data asli berupa pola titik-titik sedangkan data prediksi berupa kurva garis. Data prediksi merupakan data yang dihasilkan dari pendefinisian fungsi model redaman eksponensial yang telah diperbarui menggunakan fungsi sinus. Model kemudian ditraining dengan melakukan loop sebanyak epochs yang ditentukan yaitu sebanyak 500 agar loss maupun error yang dihasilkan semakin kecil, dimana pada setiap epoch akan dihitung loss dan ditentukan gradient dari hasil loss terhadap parameter model.

Nilai error menunjukkan tingkat kesalahan dalam proses pengolahan data atau tingkat keakurasian hasil prediksi. Nilai error ditunjukkan dengan nilai RMSE, dimana $RMSE \leq 1$ atau mendekati 0 (nol) maka akurasi semakin baik. Nilai RMSE pada setiap massa dalam eksperimen tidak lebih dari 1 (satu). Rerata nilai RMSE dari ketiga medium fluida mendekati nilai 0 (nol) dengan nilai terkecil 0.0412 dan terbesar 0.1452. Sehingga dapat dikatakan bahwa tingkat akurasi data hasil prediksi adalah baik dan software python dapat digunakan untuk menganalisis variabel-variabel dalam osilasi teredam.

Data asli hasil eksperimen kemudian dihitung besaran fisis hasil prediksi sesuai dengan variabel yang terdapat dalam persamaan (1). Setelah didapatkan nilai setiap variabel, menggunakan persamaan (2) untuk menghitung nilai koefisien redaman (*b*). Nilai koefisien redaman (*b*) pada masing-masing medium fluida didapatkan $b_{air} < b_{minyak\ kita} < b_{tropical}$. Perbedaan nilai koefisien redaman antara minyak kita dan minyak tropical pada tabel (1, 2, dan 3) tidak terlalu signifikan dibandingkan terhadap nilai koefisien redaman air. Hal ini menunjukkan adanya gaya hambat yang lebih besar dari minyak dibandingkan dengan gaya hambat dari air. Gaya hambat tersebut yang menyebabkan adanya redaman sehingga amplitudo osilasi semakin lama semakin berkurang mengakibatkan sistem pegas akan kembali ke titik kesetimbangan (Mukharomah et al., 2021). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tirtasari, dkk (2016) bahwa nilai rata-rata koefisien redaman minyak goreng lebih besar dibandingkan dengan air (Tirtasari et al., 2016). Hal ini dipengaruhi oleh viskositas suatu fluida yang menjadi penentu besar kecilnya gesekan yang terjadi pada benda bergerak didalamnya. Semakin besar viskositas maka semakin besar redaman yang dihasilkan (Young & Freedman, 2008).

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa software python dapat digunakan dalam menganalisis variabel-variabel osilasi teredam dengan tingkat kesalahan yang relatif kecil, dimana nilai RMSE terbesar yaitu 0.1452. Nilai koefisien redaman masing-masing fluida yaitu bair < bminyak kita < btropical dan nilai koefisien redaman (b) pada masing-masing fluida meningkat seiring dengan bertambahnya massa beban pada sistem pegas.

REFERENSI

- Acu, Y., Lapanporo B. P., & Kushadiwijayanto A. A. (2017). Model Sederhana Gerak Osilator dengan Massa Berubah Terhadap Waktu Menggunakan Metode Runge Kutta. *POSITRON*, 7(2), 42. <https://doi.org/10.26418/positron.v7i2.23276>
- Aulia, M. R., Zannah, N., Zakiah, S., Darajat, A., Atmojo, T., & Karina, W. (2018). OSILASI TEREDAM PADA PEGAS DENGAN MEDIUM FLUIDA. *JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics*, 3, 22–26. <https://doi.org/10.15575/jtlp.v3i1.65479>
- Azmi, U., Hadi, Z. N., & Soraya, S. (2020). ARDL METHOD: Forecasting Data Curah Hujan Harian NTB. *Jurnal Varian*, 3(2), 73–82. <https://doi.org/10.30812/varian.v3i2.627>
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics Principles with Application*. In Pearson Education, Inc (6th ed., pp. 287–300). Pearson Education, Inc.
- Halliday & Resnick. (2011). *Fundamentals of Physics*. 9th Edition.
- Hendarwati, E. K., Lepong, P., & Suyitno. (2023). Pemilihan Semivariogram Terbaik Berdasarkan Root Mean Square Error (RMSE) pada Data Spasial Eksplorasi Emas Awak Mas. *Jurnal Geosains Kutai Basin*, 6(1), 2023.
- Kusuma, P. D. (2020). *Machine Learning; Teori, Program, dan Studi Kasus*. In CV Budi Utama. CV Budi Utama.
- Mukharomah, F., Mutiarani, A., Supiyadi, & Sulhadi. (2021). Gerak Harmonik Teredam untuk Menentukan Koefisien Viskositas Fluida Berbantuan Software Tracker Video. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1). <https://physlets.org/tracker/>.
- Selvira, C. A., Subaedi, A. N., Azzahra, N. A., Novitasari, O., & Antarnusa, G. (2020). Meningkatkan Keakuratan Simulasi Osilasi Harmonik Teredam pada Pegas Menggunakan Tracker Video Analysis and Modelling Tool. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika* (Vol. 3, Issue 1). <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/sendikfi/index>
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2004). *Physics for Scientists and Engineers*. In *Physics for Scientists and Engineers* (6th ed.). Thomson Brooks/Cole.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2008). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*. In Thomson Higher Education (7th ed., pp. 418–447). Thomson Higher Education.
- Susilo, A., Yudianto, M., & Variani, V. I. (2012). Simulasi Gerak Harmonik Sederhana dan Osilasi Teredam pada Cassy-E 524000. In *Indonesian Journal of Applied Physics* (Vol. 2, Issue 2).
- Tirtasari, Y., Dzar, F., Latief, E., & Amahoru, A. H. (2016). Penggunaan Teknik Video Tracking Untuk Mengamati Fenomena Osilasi Teredam Pada Pegas. *Prosiding SNIPS*.
- Young & Freedman. (2008). *University Physics with Modern Physics*. In Pearson Addison Wesley (12th ed., pp. 456–485). Pearson Education International.
- Zhu, M., Wang, J., Yang, X., Zhang, Y., Zhang, L., Ren, H., Wu, B., & Ye, L. (2022). A review of the application of machine learning in water quality evaluation. *Eco-Environment & Health*, 1(2), 107–116.