



Tinjauan Filsafat Sains pada Konsep *Horsepower* dalam Pembelajaran Fisika

Dens E. S. I. Asbanu¹

¹Program Doktor, Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia
*Corresponding author: densasbanu@upi.edu

Article History:

Received: April 23, 2024
Revised: Mei 18, 2024
Accepted: Mei 22, 2024
Published: Juni 01, 2024

Keywords: Axiology, epistemology, horsepower, ontology, philosophy

Abstract: Teaching physics concepts using a philosophy of science approach is important for understanding how physical scientists develop theories. The concepts of quantities, units, and dimensions in physics, such as horsepower (hp), are fundamental to learning from school to college. However, there is still a lack of philosophical understanding of the concept of horsepower in the context of physics teaching, leading to a deficiency in this understanding. This study proposes a philosophical exploration of the concept of horsepower from the perspectives of epistemology, ontology, and axiology. The research methods used include in-depth literature studies, conceptual analysis, and case studies related to the implications of horsepower in automotive industrial engineering. The results demonstrate that the concept of horsepower can be examined from various philosophical perspectives, including aspects of epistemology in its development, ontology in understanding its existence, and axiology in considering the values associated with its use. This philosophical exploration not only enhances the understanding of physics concepts but also encourages deeper reflection on the relationship between humans, technology, and nature.

Abstrak: Pengajaran konsep fisika dengan pendekatan filsafat sains menjadi penting dalam memahami bagaimana ilmuwan fisika mengkonstruksi suatu konsep menjadi teori. Konsep besaran, satuan, dan dimensi dalam fisika, seperti *horsepower* (hp), merupakan inti pembelajaran dari sekolah hingga perguruan tinggi. Namun, pemahaman filsafat dari konsep *horsepower* masih kurang dalam konteks pengajaran fisika, menyebabkan kekurangan dalam pemahaman filosofis tentang konsep tersebut. Studi ini mengusulkan eksplorasi filosofis tentang konsep *horsepower* dari sudut pandang epistemologi, ontologi, dan aksiologi. Metode penelitian yang digunakan adalah studi literatur mendalam, analisis konseptual, dan studi kasus terkait implikasi *horsepower* dalam teknik industri otomotif. Hasilnya menunjukkan bahwa konsep *horsepower* dapat dilihat dari berbagai sudut pandang filosofis, yang meliputi aspek epistemologi dalam pengembangan konsep, ontologi dalam pemahaman eksistensinya, dan aksiologi dalam implikasi nilai-nilai dalam penggunaannya. Eksplorasi filosofis ini tidak hanya memperkaya pemahaman konsep fisika, tetapi juga membuka ruang untuk refleksi yang lebih dalam tentang hubungan antara manusia, teknologi, dan alam.

PENDAHULUAN

Pengajaran konsep fisika melalui pendekatan filsafat sains menjadi penting, karena suatu konsep tidak hanya diterima sebagai warisan ilmiah, tetapi juga memungkinkan siswa untuk memahami bagaimana seorang ilmuwan fisika mengkonstruksi suatu konsep menjadi

teori. Pendekatan filsafat dalam sains fisika membantu mengajarkan konsep kepada siswa dengan memperlakukan mereka sebagai ilmuwan yang belajar dari pengalaman empiris mereka (Sinensis, 2017).

Besaran, satuan, dan dimensi adalah topik yang penting dalam ilmu fisika,

yang mulai diajarkan dari tingkat sekolah menengah hingga perguruan tinggi. Besaran merujuk pada sifat-sifat yang dapat diukur dari suatu objek, yang dinyatakan dalam bentuk nilai numerik dan satuan yang sesuai. Satuan sendiri merupakan nilai-nilai yang digunakan sebagai acuan dalam proses pengukuran (Gupta, 2020; Giancoli, 2016; Tipler & Mosca, 2016). Sebagai contoh, *horsepower* (hp) sebagai sebuah satuan yang digunakan untuk mengukur daya. Saat ini, hp digunakan sebagai satuan untuk menunjukkan efisiensi dari produk teknologi mesin, dengan ukuran hp sebagai indikator efisiensi mesin.

Sistem satuan daya hp saat ini dianggap sebagai warisan ilmiah yang diterima secara umum, sering kali keberadaannya tidak dijelaskan secara mendalam dalam konteks pengajaran fisika. Hal ini menyebabkan kekurangan dalam pemahaman filosofis dari konsep tersebut, terutama dalam kaitannya dengan epistemologi, ontologi, dan aksiologi (Shi, 2021; Nagatsu et al., 2020; Koponen & Mäntylä, 2006). Oleh karena itu, perlu untuk mengkaji konsep hp dengan cermat dari berbagai sudut pandang filosofis, sebagai bagian integral dari pembelajaran konsep daya dalam lingkungan kelas fisika.

Pada epistemologi, konsep tentang bagaimana kita memperoleh pengetahuan, *horsepower* diidentifikasi sebagai bagian dari pemahaman manusia tentang cara mengukur dan memahami konsep hp (Khushf, 2013). Bagaimana manusia pertama kali merancang konsep hp yang kemudian dinyatakan dalam satuan daya? Pertanyaan ini membawa kita ke ranah epistemologi, di mana sumber-sumber pengetahuan manusia tentang konsep satuan daya tersebut dapat dieksplorasi lebih dalam (Shi, 2021; de Regt & Koster, 2021).

Sudut pandang ontologi, terdapat pertanyaan tentang hakikat keberadaan hp (Suprpto, 2020; Lange, 2018). Apakah

konsep hp ini memiliki eksistensi yang independen, ataukah ia hanya merupakan konstruksi manusia untuk memahami dan mengukur fenomena alam? Bagaimana kajian konsep hp dalam perspektif ontologi? Diskusi tentang ontologi hp dapat membantu kita memahami lebih jauh tentang bagaimana manusia memahami dan merespons keberadaan hp di alam semesta.

Sudut pandang aksiologi, konsep hp membawa kita pada pertimbangan tentang nilai dan etika dalam penggunaan daya, terutama dalam konteks teknologi dan industri (Matthews, 2022; Echeverría, 2003). Bagaimana penggunaan *horsepower* memengaruhi lingkungan dan masyarakat? Apakah nilai-nilai seperti efisiensi dipertimbangkan dari konsep *horsepower*? Pertanyaan-pertanyaan ini dapat membuka diskusi yang lebih mendalam tentang hubungan antara teknologi, *horsepower*, dan nilai-nilai dalam masyarakat.

Mempertimbangkan beberapa aspek epistemologi, aksiologi, dan ontologi, eksplorasi filosofis tentang hp tidak hanya memperkaya pemahaman kita tentang konsep fisiknya, tetapi juga membuka ruang untuk refleksi yang lebih dalam tentang hubungan antara manusia, teknologi, dan alam.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kualitatif dengan studi literatur. Dokumen yang dijadikan sumber literatur dari jurnal, buku, dan referensi lain yang relevan. Studi literatur dimaksudkan melakukan kajian mendalam: untuk menyelidiki konsep hp, analisis konseptual terhadap konsep *horsepower*, studi kasus yang relevan tentang implikasi hp dalam konteks implementasi hp pada bidang teknik industri otomotif. Dokumen yang digunakan dalam studi literatur fokus tiga tahap tersebut, untuk mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang

konsep hp dari sudut pandang epistemologi, aksiologi, dan ontologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Horsepower (hp) dalam fisika merupakan satuan dari besaran daya. Daya adalah laju perubahan energi atau usaha persatuan waktu (Page, 1952; Tipler & Mosca, 2016). Akan tetapi konsep ini belajarkan bagi siswa sebagai produk sains. Berikut ini konsep satuan daya yaitu *horsepower* (hp) dikaji dari sudut pandang filsafat sains yaitu sudut pandang epistemologi, ontologi dan aksiologi.

1) Konsep hp dari sudut pandang epistemologi

Pengajaran fisika tidak hanya penting untuk memahami konsep-konsep dasar dalam ilmu pengetahuan alam, tetapi juga memainkan peran krusial dalam pendidikan epistemologi sains (Sengul, 2024). Melalui fisika, siswa belajar tentang proses ilmiah, seperti pengamatan, pengukuran, pengujian hipotesis, dan pembuktian teori (Koponen & Mäntylä, 2006). Ini membantu mereka memahami bagaimana pengetahuan ilmiah dikonstruksi dan diverifikasi, memperkuat pemahaman mereka tentang metodologi ilmiah secara umum (Nantsou et al., 2024). Oleh karena itu, pengajaran fisika tidak hanya memberikan pengetahuan tentang dunia fisik, tetapi juga memperkaya pemahaman epistemologi siswa tentang sains secara keseluruhan (Liu et al., 2023).

Epistemologi adalah cabang ilmu filsafat yang mempelajari tentang sifat, batasan, dan sumber pengetahuan (Macallister, 2012). Implikasinya dalam mempelajari konsep satuan daya hp (Grossman, 2017) yaitu untuk menjawab pertanyaan (1) bagaimana sejarah awalnya konsep hp dari asal-usul istilah hingga pemahaman tentang efisiensi mesin.

Horsepower (hp) atau daya kuda atau kuasa kuda pertama kali diperkenalkan pada penghujung abad-18 oleh insiyur asal Skotlandia James Watt. James Watt melakukannya untuk membandingkan antara performa mesin uap dengan kemampuan tarikan kuda (Wikipedia, 2024a). Istilah hp mengalami perluasan untuk daya keluar dari mesin piston, turbin dan motor listrik (Encyclopædia Britannica Online, 2024).

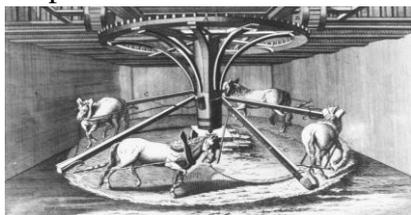
Penggunaan unit ukur "*horsepower*" oleh James untuk membandingkan performa mesin uap yang diciptakannya dengan kekuatan tarikan kuda, dilakukan dengan tujuan meyakinkan para petani yang saat itu masih mengandalkan tenaga kuda dalam pekerjaan mereka. Langkah ini diambil dalam rangka memfasilitasi proses pemasaran dari mesin uap yang dikembangkannya (SME, 2022).

Penerapan *horsepower* (daya kuda) bervariasi tergantungnya aplikasinya misal daya kuda mekanis 550 kaki-pound per detik, daya kuda metrik nilainya sama dengan 75 kgf-m per detik atau setara dengan 735.499 watt. Daya kuda boiler untuk mengukur tingkat kemampuan boiler uap yang setara dengan menguapkan air 34.5 pound air per jam pada temperatur 212 Farenheit atau 9809.5 watt, motor listrik produksi continental europen menggunakan 1 hp = 735 watt. Penggunaan satuan watt untuk mengenang penemunya yaitu James Watt. *Horsepower* dalam bahasa Indonesia disebut daya kuda (DK), Jerman PS (*Pferdestärke*), Belanda PK (*Paardenkracht*). Penggunaan istilah-istilah ini diterjemahkan dari daya kuda, nilainya sama dengan satu daya kuda metrik.

2) Konsep hp dari sudut pandang ontologi

Horsepower atau daya kuda pertama kalinya digunakan James Watt dalam rangka meyakinkan petani terhadap kinerja mesin uap ciptaannya.

James Watt mengamati daya kuda yang memutar poros kincir.



Gambar 1. Kuda memutar poros kincir

Sumber: Getty (Classicscras, 2021)

James Watt mengamati bahwa kuda yang memutar poros kincir 144 putaran per jam atau 2.4 putaran per menit. Dengan diameter poros 24 kaki, gaya dorong masing-masing kuda diestimasi 180 pound atau 180 lb. Daya dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Daya} &= \frac{\text{usaha}}{\text{waktu}} = \frac{\text{gaya} \times \text{jarak}}{\text{waktu}} \\ \text{Daya} &= \frac{(180\text{lb})(2.4 \times 24\pi \times)}{1 \text{ menit}} \\ \text{Daya} &= 32.572 \frac{\text{ft. lbf}}{\text{menit}} \end{aligned}$$

Nilai ini dibulatkan menjadi 33.000 kaki pound per menit (Classicscras, 2021; Wikipedia, 2024b).

Hasil pengukuran Jhon Smeaton mengukur daya kuda setara dengan 22.916 kaki-pound per menit. Jhon Desagulier menuliskan setara dengan 27.500 kaki-pound per menit. Hasil eksperimen James Watt pada kuda yang bekerja pada tempat pembuatan bir menemukan daya kuda sebesar 32.400 kaki-pound per menit. Dengan demikian, ditetapkan daya mekanis kuda setara dengan 33.000 kaki-pound per menit = 745.7 watt. Dengan katalain, 1 hp = 745.7 watt (Wiles, 2021; Robert, 2021).

Didasarkan penjelasan tentang temuan konsep *Horsepower* (hp), dari sudut pandang ontologis diarahkan untuk memahami sifat-sifat ontologis daya dan bagaimana konsep ini tercermin dalam dunia fisik. Sejarah pengukuran daya, seperti yang dilakukan oleh Smeaton, Desagulier, dan Watt, memberikan landasan yang penting dalam penentuan kebenaran ontologis konsep *horsepower*.

Melalui eksperimen-eksperimen ini, kita dapat mengevaluasi validitas konsep *horsepower* dari dua perspektif: pembuktian *a priori* dan *aposteriori*. Pembuktian *a priori* terkait dengan deduksi logis dari prinsip-prinsip fisika yang sudah diketahui, sementara pembuktian *aposteriori* melibatkan pengamatan empiris terhadap fenomena fisik yang relevan. Pada konteks ini, konfirmasi terhadap kebenaran konsep *horsepower* dilakukan melalui teori kebenaran, seperti *decision theory*, *estimation theory*, dan *reliability analysis*. Analisis teori kebenaran ini membantu kita memahami bagaimana stabilitas dan konsistensi konsep *horsepower* diterapkan dalam praktek teknis dan industri. Implikasi ontologis dari konsep *horsepower* juga terlihat dalam aplikasinya dalam desain dan pengukuran mesin modern, di mana validitas konsep ini menjadi landasan untuk efisiensi dan keandalan sistem mekanik. Dengan demikian, pemahaman tentang ontologi konsep *horsepower* tidak hanya memberikan wawasan tentang hakikat keberadaan daya dalam alam semesta, tetapi juga relevansi dan aplikasinya dalam teknologi modern.

Salah satu penerapan konsep *horsepower* adalah pada kinerja mesin mobil. *Horsepower* adalah ukuran kinerja mesin mobil yang memengaruhi akselerasi, kecepatan maksimum, dan kemampuan menangani beban tambahan. Semakin tinggi *horsepower*, semakin cepat mobil dapat berakselerasi dan mencapai kecepatan tertinggi. Mesin dengan *horsepower* tinggi juga lebih mampu menangani tugas berat, seperti menarik trailer. Namun, kinerja yang tinggi biasanya diimbangi dengan konsumsi bahan bakar yang lebih tinggi. Jadi, konsumen perlu mempertimbangkan seimbang antara kinerja yang diinginkan dan efisiensi bahan bakar saat memilih mobil.

3) Konsep hp dari sudut pandang aksiologi

Aksiologi merupakan cabang ilmu filsafat yang mengkaji tentang bagaimana manusia menggunakan ilmunya secara bermanfaat. Aksiologi ilmu membahas nilai-nilai yang memiliki karakter normatif dalam memberikan interpretasi terhadap kebenaran atau realitas yang ada di dalam kehidupan, yang meliputi beragam domain, seperti domain sosial, domain simbolik, atau pun domain materi fisik. Aksiologi dianggap sebagai sebuah disiplin ilmu yang mengkaji esensi nilai-nilai ini, yang biasanya dipertimbangkan dari sudut pandang filsafat (PhylosophysTerms, 2021; Endraswara, 2015).

Berdasarkan sudut pandang aksiologi maka terdapat banyak dasar aksiologi dalam konsep *horsepower* yaitu penggunaan kendaraan bermotor, seperti mobil, truk, dan kapal, yang memiliki daya yang diukur dengan satuan *horsepower* (Zmodal, 2021). Penggunaan kendaraan bermotor ini memiliki dampak besar terhadap lingkungan dan masyarakat. Secara positif, kendaraan bermotor memberikan mobilitas yang lebih besar bagi individu dan memfasilitasi transportasi barang secara efisien. Namun, dampak negatifnya termasuk polusi udara, konsumsi bahan bakar fosil yang tinggi, dan dampak sosial seperti kecelakaan lalu lintas dan kemacetan. Dalam konteks ini, nilai-nilai seperti efisiensi energi, pengurangan emisi, dan keselamatan menjadi penting untuk dipertimbangkan dalam pengembangan teknologi kendaraan bermotor dan kebijakan transportasi (Ribeiro & Kobayash, 2007). Misalnya, pengembangan teknologi kendaraan ramah lingkungan, seperti mobil listrik atau kendaraan berbahan bakar hidrogen, dapat membantu mengurangi dampak negatif penggunaan *horsepower* dalam transportasi. Selain itu, kebijakan transportasi yang mengutamakan

transportasi publik, sepeda, dan pejalan kaki dapat membantu mengurangi konsumsi energi dan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Dengan demikian, contoh ini mengilustrasikan bagaimana nilai-nilai seperti keberlanjutan lingkungan dan keselamatan dapat membimbing pengembangan dan penggunaan konsep *horsepower* dalam aplikasi praktis seperti transportasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Studi ini menyoroti pentingnya pendekatan filsafat dalam pengajaran konsep fisika, khususnya konsep *horsepower*, untuk memperkaya pemahaman siswa tentang sifat, asal-usul, dan implikasi nilai dari konsep tersebut. Melalui pendekatan epistemologi, ontologi, dan aksiologi, artikel ini berhasil mengungkap aspek-aspek filosofis yang terkait dengan *horsepower*, mulai dari cara konsep tersebut dikembangkan hingga dampaknya dalam masyarakat dan lingkungan. Eksplorasi filosofis ini membantu mengatasi kekurangan dalam pemahaman konseptual yang sering terjadi dalam pengajaran fisika, serta memberikan wawasan yang lebih luas tentang hubungan antara sains, teknologi, dan nilai-nilai manusia. Dengan demikian, artikel ini tidak hanya memberikan kontribusi terhadap pemahaman akademis tentang konsep fisika, tetapi juga memperluas perspektif tentang pentingnya pendekatan interdisipliner dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam. Implementasi pendekatan filsafat dalam pengajaran konsep fisika, seperti yang ditunjukkan dalam studi ini, dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi perkembangan pemikiran dan pengembangan nilai-nilai siswa, serta memperkuat keterampilan berpikir kritis mereka dalam memahami dunia fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- Classicscras. (2021). *Horsepower: what Does It Mean and Where Did It Come From?* Classiccars.Com. <https://doi.org/https://journal.classicars.com/2021/05/01/horsepower-what-does-it-mean-and-where-did-it-come-from/>
- De Regt, H. W., & Koster, E. (2021). The Hows and Whys of Philosophy of Science Teaching: A Comparative Analysis. *European Journal for Philosophy of Science*, 11(4), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13194-021-00421-1>
- Echeverría, J. (2003). Science, Technology, and Values: Towards an Axiological Analysis of techno-Scientific Activity. *Technology in Society*, 25(2), 205–215. [https://doi.org/10.1016/S0160-791X\(03\)00024-1](https://doi.org/10.1016/S0160-791X(03)00024-1)
- Encyclopædia Britannica Online. (2024). *Horsepower*. Britania Online.
- Endraswara, S. (2015). *Filsafat Ilmu (Edisi Revisi)*. CAPS: Yogyakarta.
- Giancoli, D. C. (2016). *Physics Principle and Applications*. British Library Cataloguing-in-Publication Data.
- Grossman, D. (2017). *How Horsepower Came to Be*. BBC Earth Lab.
- Gupta, S. V. (2020). Units of Measurement. History, Fundamentals and Redefining the SI Base Units - Second Edition. In *Book* (Vol. 1).
- Khushf, G. (2013). A Framework for Understanding Medical Epistemologies. *Journal of Medicine and Philosophy (United Kingdom)*, 38(5), 461–486. <https://doi.org/10.1093/jmp/jht044>
- Koponen, I. T., & Mäntylä, T. (2006). Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. *Science and Education*, 15(1), 31–54. <https://doi.org/10.1007/s11191-005-3199-6>
- Lange, E. A. (2018). Transforming Transformative Education Through Ontologies of Relationality. *Journal of Transformative Education*, 16(4), 280–301. <https://doi.org/10.1177/1541344618786452>
- Liu, W., Li, X., & Li, G. (2023). The Contributions of Philosophy of Science in Science Education Research: a Literature Review. *Science Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11191-023-00485-w>
- Macallister, J. (2012). Virtue Epistemology and the Philosophy of Education. *Journal of Philosophy of Education*, 46(2), 251–270. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2012.00851.x>
- Matthews, M. R. (2022). Thomas Kuhn and Science Education: Learning from the Past and the Importance of History and Philosophy of Science. In *Science and Education* (Issue 0123456789). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00408-1>
- Nagatsu, M., Davis, T., DesRoches, C. T., Koskinen, I., MacLeod, M., Stojanovic, M., & Thorén, H. (2020). Philosophy of Science for Sustainability Science. *Sustainability Science*, 15(6), 1807–1817. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00832-8>
- Nantsou, T. P., E, T., & G.S, K. (2024). Learning-by-Doing as a Method for Teaching the Fundamentals of Light to Physics Educators and Students Online. *International Conference on Interactive Collaborative Learning*. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_6
- Page, C. H. (1952). Units and Dimensions in Physics. *American Journal of Physics*, 20(1), 1–4. <https://doi.org/10.1119/1.1927482>

- PhylosophysTerms. (2021). *Axiology*. Lastest Philosophers Entries.
- Ribeiro, S. K., & Kobayash, S. (2007). Chapter 5: Transport and its Infrastructure. In *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
- Robert, L. (2021). *The Origins of the Term, "Horsepower."* ThoughtCo.
- Sengul, O. (2024). Epistemological Beliefs and Classroom Practices of Experienced Physics Teachers: Are they Related? *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1362426>
- Shi, X. (2021). Using Explicit Teaching of Philosophy to Promote Understanding of the Nature of Science. In *Science & Education* (Vol. 30, Issue 2). Science & Education. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00173-z>
- Sinensis, A. R. (2017). Pengajaran Fisika pada Konsep Archimedes. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah*, 1(1), 23–28.
- SME, T. C. (2022). *Why Engine Power is Measured in Horsepower: Unveiling The Historical Significance*. Techiescience.
- Suprpto, N. (2020). Do We Experience Misconceptions?: An Ontological Review of Misconceptions in Science. *Studies in Philosophy of Science and Education*. 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.46627/sipose>
- Tipler, P., & Mosca, G. (2016). *Physics for Scientist and Engineers* (Sixth Edit). W. H. Frieman and Company.
- Wikipedia. (2024a). *Daya kuda*. Wikipedia.
- Wikipedia. (2024b). *Horsepower*. Wikipedia, the Free Encyclopedia.
- Wiles, J. (2021). *The History of Horsepower*. Urbo.Com.
- Zmodal. (2021). *Origin of Horsepower*. Zmodal.