

Analysis of the Contribution of Open Source Software in Improving the Cost Efficiency of Information Technology Infrastructure at SMAN 1 Cicurug Using a Machine Learning Approach

Azharudin ^{1*)}, Uus Firdaus ²⁾, Haikal Ali Hakim ³⁾, Mutiara Nur Handayani ⁴⁾

¹⁾²⁾³⁾⁴⁾Program Studi Ilmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Djuanda

^{*)}Correspondence author: azharudin@unida.ac.id, Bogor, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.37012/jtik.v12i1.3184>

Abstract

The development of information technology (IT) globally has driven digital transformation in various sectors, including education. The rapid development of information technology (IT) in the education sector necessitates efficient and cost-effective infrastructure management. Budget limitations remain a major challenge for educational institutions in providing adequate hardware and software resources. Open Source Software (OSS) has emerged as a viable alternative due to its potential to reduce licensing costs while maintaining system functionality. This study aims to analyze the contribution of Open Source Software to improving the cost efficiency of information technology infrastructure at SMAN 1 Cicurug using a machine learning approach. This research employs IT inventory data consisting of Windows-based computers, Chromebooks, and smartphone devices utilized by the school community. Infrastructure cost data collected before and after OSS implementation were analyzed using machine learning algorithms, particularly regression and clustering techniques, to identify cost-saving patterns and efficiency levels. The application of machine learning enables an objective, data-driven evaluation of the financial impact of OSS adoption. The findings demonstrate that the implementation of Open Source Software significantly reduces software licensing costs and overall IT infrastructure maintenance expenses. Additionally, the use of machine learning models proves effective in supporting strategic decision-making related to IT infrastructure management. These results indicate that OSS adoption can serve as a sustainable and scalable solution for educational institutions seeking to enhance cost efficiency in information technology infrastructure.

Keywords: Open Source Software, Cost Efficiency, IT Infrastructure, Machine Learning, Education

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi (TI) secara global telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor, termasuk pendidikan. Perkembangan teknologi informasi (TI) di sektor pendidikan menuntut pengelolaan infrastruktur yang efisien, khususnya dalam aspek biaya. Keterbatasan anggaran sering menjadi kendala bagi sekolah dalam memenuhi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang memadai. *Open Source Software* (OSS) menjadi alternatif strategis karena mampu mengurangi biaya lisensi tanpa mengorbankan fungsi sistem. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kontribusi penggunaan *Open Source Software* dalam meningkatkan efisiensi biaya infrastruktur teknologi informasi di SMAN 1 Cicurug dengan menggunakan pendekatan *machine learning*. Penelitian ini menggunakan data inventaris perangkat TI yang meliputi komputer berbasis sistem operasi Windows, *Chromebook*, serta perangkat *smartphone* yang digunakan oleh warga sekolah. Data biaya infrastruktur sebelum dan sesudah penerapan OSS dianalisis menggunakan algoritma *machine learning*, khususnya metode regresi dan klusterisasi, untuk mengidentifikasi pola penghematan biaya serta tingkat efisiensi yang dihasilkan. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih objektif dan berbasis data dalam mengevaluasi dampak penggunaan OSS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *Open Source Software* berkontribusi signifikan terhadap penurunan biaya lisensi perangkat lunak dan pemeliharaan infrastruktur TI. Selain itu, penggunaan *machine learning* terbukti efektif dalam mendukung pengambilan keputusan strategis terkait pengelolaan infrastruktur TI. Oleh karena itu, OSS dapat menjadi solusi berkelanjutan bagi institusi pendidikan dalam meningkatkan efisiensi biaya teknologi informasi.

Kata Kunci: Open Source Software, Efisiensi Biaya, Infrastruktur TI, Machine Learning, Pendidikan

<https://journal.thamrin.ac.id/index.php/jtik/article/view/3184/2710>

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi (TI) secara global telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor, termasuk pendidikan. Menurut Budiman (2017) bahwa Teknologi dapat meningkatkan kualitas dan jangkauan apabila digunakan secara bijak untuk pendidikan dan latihan, dan mempunyai arti yang sangat penting bagi kesejahteraan. Pemanfaatan infrastruktur TI menjadi elemen penting dalam mendukung pembelajaran berbasis digital, administrasi sekolah, serta akses terhadap sumber belajar yang luas dan terbuka. Seperti pendapat Jamun (2018) teknologi pembelajaran terus mengalami perkembangan seiring dengan perkembangan zaman. Dalam pelaksanaan pembelajaran sehari-hari kita sering jumpai adanya pemanfaatan dari perkembangan Teknologi dalam dunia pendidikan, seperti yang sering dilakukan oleh guru atau dosen yaitu mengkombinasikan alat teknologi dalam proses pembelajaran. Namun, peningkatan penggunaan teknologi ini juga berdampak pada meningkatnya biaya pengadaan perangkat keras, lisensi perangkat lunak, dan pemeliharaan sistem TI. Kondisi tersebut menimbulkan urgensi bagi institusi pendidikan untuk menerapkan strategi pengelolaan infrastruktur TI yang efisien, berkelanjutan, dan berbasis kebutuhan nyata.

Pada tingkat nasional, institusi pendidikan di Indonesia menghadapi tantangan keterbatasan anggaran dalam pengelolaan infrastruktur TI. Penggunaan perangkat lunak berlisensi komersial masih mendominasi lingkungan pendidikan, sehingga menimbulkan beban biaya yang signifikan dalam jangka panjang. Sementara itu, kebijakan transformasi digital pendidikan menuntut pemanfaatan teknologi yang inklusif dan efisien. *Open Source Software* (OSS) menjadi alternatif yang relevan karena menawarkan kebebasan lisensi, fleksibilitas pengembangan, serta kemampuan adaptasi terhadap kebutuhan institusi pendidikan. Menurut Pramono (2005) Komersialisasi perangkat lunak secara berlebihan (baca meraup keuntungan sebanyak-banyaknya) oleh perusahaan-perusahaan raksasa akhirnya memunculkan reaksi dari kalangan ahli perangkat lunak (hacker2). Meski demikian, implementasi OSS di lingkungan sekolah sering kali belum disertai dengan analisis kuantitatif yang komprehensif mengenai kontribusinya terhadap efisiensi biaya infrastruktur TI.

Pada tingkat lokal, SMAN 1 Cicurug mengalami peningkatan penggunaan perangkat TI yang meliputi komputer berbasis sistem operasi *Windows*, *Chromebook*, serta perangkat *smartphone* yang digunakan oleh warga sekolah dalam kegiatan pembelajaran dan administrasi.

Menurut Verawati, dkk(2019) Kecanggihan teknologi yang semakin pesat membuat handphone lebih berharga dibandingkan lainnya sehingga lebih suka membaca di dalam handphone dibandingkan buku. Keberagaman perangkat dan platform ini menuntut strategi pengelolaan perangkat lunak yang tepat agar biaya operasional TI dapat dikendalikan secara optimal.

Namun, evaluasi terhadap dampak penggunaan OSS terhadap efisiensi biaya infrastruktur TI di sekolah tersebut masih bersifat deskriptif dan belum memanfaatkan pendekatan analitik berbasis data. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan pendekatan machine learning untuk menganalisis kontribusi *Open Source Software* dalam meningkatkan efisiensi biaya infrastruktur TI di SMAN 1 Cicurug. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan analisis yang objektif, akurat, dan mendukung pengambilan keputusan strategis berbasis data dalam pengelolaan infrastruktur teknologi informasi di lingkungan sekolah.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbandingan biaya infrastruktur teknologi informasi di SMAN 1 Cicurug sebelum dan sesudah implementasi Open Source Software.
2. Mengukur kontribusi penggunaan Open Source Software terhadap peningkatan efisiensi biaya infrastruktur teknologi informasi di SMAN 1 Cicurug.
3. Mengidentifikasi pola penggunaan perangkat TI terhadap biaya infrastruktur teknologi informasi menggunakan pendekatan machine learning.
4. Menerapkan dan mengevaluasi model machine learning sebagai alat analisis dan pendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan infrastruktur teknologi informasi di SMAN 1 Cicurug.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif-analitis. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur dan menganalisis efisiensi biaya infrastruktur teknologi informasi (TI) sebelum dan sesudah penerapan Open Source Software (OSS), sedangkan metode analitis diterapkan untuk menginterpretasikan pola data menggunakan pendekatan machine learning.

Penelitian ini dilaksanakan di SMAN 1 Cicurug, Kabupaten Sukabumi. Waktu penelitian berlangsung selama Agustus – Desember 2025 meliputi tahap pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan penyusunan laporan penelitian.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh perangkat teknologi informasi yang digunakan di SMAN 1 Cicurug, yang terdiri dari 80 unit komputer berbasis sistem operasi Windows, 80 unit Chromebook, dan 336 perangkat smartphone yang digunakan oleh warga sekolah. Mengingat jumlah populasi yang terjangkau, penelitian ini menggunakan teknik sampling jenuh, sehingga seluruh populasi dijadikan sebagai sampel penelitian.

Teknik sampling yang digunakan adalah sampling jenuh (census sampling), yaitu teknik pengambilan sampel dengan menggunakan seluruh anggota populasi sebagai sampel penelitian. Teknik ini dipilih untuk memperoleh gambaran data yang menyeluruh dan akurat mengenai kondisi infrastruktur TI di SMAN 1 Cicurug.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini meliputi:

- a. Observasi, untuk mengidentifikasi jenis perangkat TI dan perangkat lunak yang digunakan.
- b. Dokumentasi, berupa data inventaris perangkat TI, biaya lisensi perangkat lunak, serta biaya pemeliharaan infrastruktur sebelum dan sesudah penerapan OSS.
- c. Studi pustaka, untuk mendukung landasan teori terkait Open Source Software, efisiensi biaya, dan machine learning.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan, di antara lain yaitu:

1. Perangkat keras: komputer/laptop dengan spesifikasi minimal prosesor Intel Core i3, RAM 8 GB, dan penyimpanan 256 GB.
2. Perangkat lunak: sistem operasi berbasis open source (misalnya Linux), bahasa pemrograman *Python*, serta pustaka machine learning seperti *NumPy*, *Pandas*, *Scikit-*

learn, dan Matplotlib.

3. Data penelitian: data biaya infrastruktur TI dan data inventaris perangkat sebelum dan sesudah implementasi OSS.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan machine learning, yang meliputi:

1. Analisis deskriptif, untuk menggambarkan kondisi biaya infrastruktur TI.
2. Regresi, untuk menganalisis hubungan antara penggunaan OSS dan efisiensi biaya.
3. Klasterisasi, untuk mengelompokkan perangkat berdasarkan karakteristik biaya dan tingkat efisiensi. Seluruh proses analisis dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python.

Hasil analisis data disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan diagram guna memudahkan interpretasi dan perbandingan kondisi biaya sebelum dan sesudah penerapan *Open Source Software*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Subjek penelitian ini adalah seluruh perangkat teknologi informasi yang digunakan di SMAN 1 Cicurug, yang terdiri dari 80 unit komputer berbasis sistem operasi *Windows*, 80 unit *Chromebook*, dan 336 perangkat *smartphone* yang digunakan oleh warga sekolah dalam kegiatan pembelajaran dan administrasi. Perangkat-perangkat tersebut memiliki karakteristik penggunaan yang berbeda, baik dari sisi sistem operasi, kebutuhan perangkat lunak, maupun biaya lisensi dan pemeliharaan. Variasi karakteristik ini menjadi dasar dalam menganalisis kontribusi *Open Source Software* (OSS) terhadap efisiensi biaya infrastruktur teknologi informasi.

1. Analisis Univariat

Analisis univariat dilakukan untuk menggambarkan masing-masing variabel penelitian secara deskriptif. Variabel yang dianalisis meliputi jenis perangkat, biaya lisensi perangkat lunak, dan biaya pemeliharaan infrastruktur TI. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebelum penerapan OSS, komponen biaya terbesar berasal dari lisensi perangkat lunak pada komputer berbasis *Windows*. Setelah penerapan OSS, terjadi penurunan signifikan pada biaya lisensi, khususnya pada perangkat yang menggunakan sistem operasi dan aplikasi berbasis *open source*. Hal ini menunjukkan bahwa OSS berperan

penting dalam menekan biaya operasional TI secara keseluruhan.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat dilakukan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel, yaitu penggunaan *Open Source Software* dan efisiensi biaya infrastruktur TI. Hasil analisis regresi menunjukkan adanya hubungan negatif antara penggunaan OSS dan total biaya infrastruktur TI, yang berarti semakin tinggi tingkat pemanfaatan OSS, semakin rendah biaya yang dikeluarkan. Hubungan ini terlihat jelas pada perangkat komputer dan *Chromebook* yang sepenuhnya atau sebagian menggunakan perangkat lunak *open source*, dibandingkan dengan perangkat yang masih bergantung pada perangkat lunak proprietary.

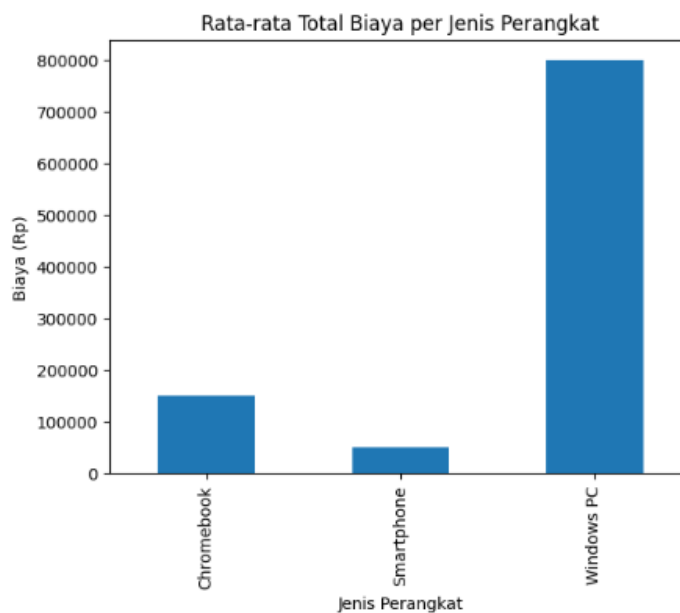
3. Analisis Multivariat

Analisis multivariat dilakukan dengan menggunakan pendekatan machine learning, khususnya metode klusterisasi, untuk mengelompokkan perangkat berdasarkan jenis, tingkat penggunaan OSS, dan biaya infrastruktur TI. Hasil klusterisasi menunjukkan terbentuknya beberapa kelompok perangkat dengan karakteristik efisiensi biaya yang berbeda. Kelompok perangkat dengan tingkat adopsi OSS yang tinggi menunjukkan biaya lisensi dan pemeliharaan yang lebih rendah dibandingkan kelompok dengan adopsi OSS yang rendah.

Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan OSS secara konsisten dan terintegrasi memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi biaya infrastruktur TI.

Tabel 1. Biaya Lisensi, Biaya Pemeliharaan, Total Biaya

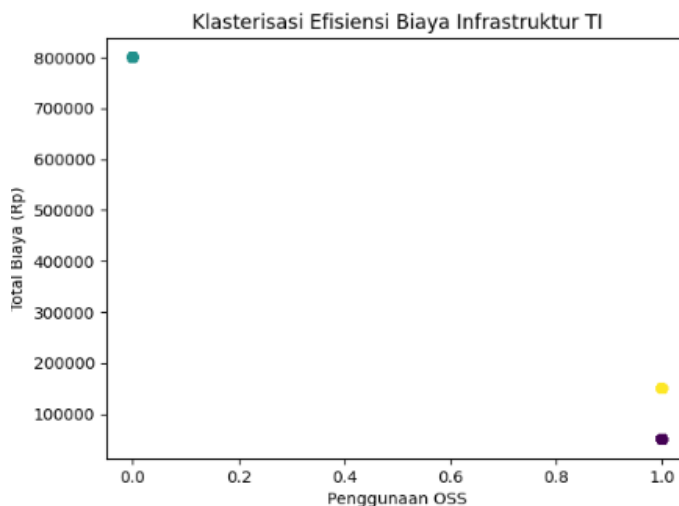
	Biaya_Lisensi	Biaya_Pemeliharaan	Total_Biaya
Perangkat			
Chromebook	0.0	150000.0	150000.0
Smartphone	0.0	50000.0	50000.0
Windows PC	500000.0	300000.0	800000.0



Gambar 1. Diagram Rata-Rata Total Biaya Per Jenis Perangkat



Gambar 2. Diagram Hubungan Penggunaan OSS dengan Total Biaya



Gambar 3. Diagram Klasterisasi Efisiensi Biaya Infrastruktur TI

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Open Source Software (OSS) memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi biaya infrastruktur teknologi informasi di SMAN 1 Cicurug. Penerapan OSS terbukti mampu menurunkan biaya lisensi perangkat lunak serta mengurangi biaya pemeliharaan infrastruktur TI, khususnya pada perangkat komputer dan Chromebook yang menggunakan sistem dan aplikasi berbasis open source.

Hasil analisis univariat menunjukkan adanya penurunan rata-rata biaya operasional TI setelah implementasi OSS. Analisis bivariat mengindikasikan hubungan negatif antara penggunaan OSS dan total biaya infrastruktur TI, yang berarti semakin tinggi tingkat pemanfaatan OSS, semakin rendah biaya yang dikeluarkan. Selanjutnya, analisis multivariat menggunakan pendekatan machine learning memperlihatkan bahwa perangkat dengan tingkat adopsi OSS yang lebih tinggi tergolong dalam klaster dengan biaya infrastruktur yang lebih efisien dibandingkan perangkat yang masih bergantung pada perangkat lunak proprietary.

Pendekatan machine learning terbukti efektif dalam mengidentifikasi pola efisiensi biaya dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pengelolaan infrastruktur TI. Dengan demikian, implementasi Open Source Software yang didukung oleh analisis

berbasis machine learning dapat menjadi strategi yang efektif dan berkelanjutan bagi institusi pendidikan dalam mengelola infrastruktur teknologi informasi secara efisien.

REFERENSI

- Budiman, H. (2017). *Peran teknologi informasi dan komunikasi dalam pendidikan. Al-Tadzkiyyah: Jurnal Pendidikan Islam*, 8(1), 31–43
- Bogart, C, Kostner, C, Herbsleb, J, & Thung, F (2021). When and how to make breaking changes: Policies and practices in 18 open source software ecosystems. ... *Transactions on Software ...*, dl.acm.org, <https://doi.org/10.1145/3447245>
- Fingerhuth, M, Babej, T, & Wittek, P (2018). Open source software in quantum computing. *PloS one*, journals.plos.org, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0208561>
- Fortunato, L, & Galassi, M (2021). The case for free and open source software in research and scholarship. *Philosophical Transactions of ...*, royalsocietypublishing.org, <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0079>
- Hoffmann, M, Nagle, F, & Zhou, Y (2024). The value of open source software. *Harvard Business School Strategy ...*, papers.ssrn.com, https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4693148
- Jamun, Y. M., Ntelok, Z. R. E., & Jediut, M. (2025). Hubungan pemanfaatan smartphone sebagai sumber belajar dengan prestasi belajar siswa sekolah dasar. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran*, 8(1), 1254–1259
- Kurniawan, D., & Riadi, I. (2018). Analisis efisiensi biaya teknologi informasi menggunakan pendekatan open source. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 5(3), 287–294.
- Klimt, J, Eiling, N, Wege, F, Baude, J, & Monti, A (2023). The role of open-source software in the energy sector. *Energies*, mdpi.com, <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/16/5855>
- Nagle, F (2019). Open source software and firm productivity. *Management Science*, pubsonline.informs.org, <https://doi.org/10.1287/mnsc.2017.2977>

-
- Putra, A. S., & Wahyudi, M. (2020). Penerapan machine learning untuk analisis data pendidikan. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4(5), 835–842.
- Pramono, G. (2004). *Penggunaan software bebas (GNU/Linux) dalam pendidikan*. *Jurnal Teknodik*, 8(15). <https://doi.org/10.32550/teknodik.v4i15.380>
- Pinto, G, Ferreira, C, Souza, C, & ... (2019). Training software engineers using open-source software: the students' perspective. ... *on Software ...*, ieeexplore.ieee.org, <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8802111/>
- Saputra, R., & Hidayat, T. (2022). Efisiensi pengelolaan infrastruktur teknologi informasi berbasis open source. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 10(1), 45–53.
- Silitonga, R., & Pratama, A. (2022). *Analysis of open source software adoption in educational institutions*. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 5(2), 45–53.
- Verawati, E. C. (2019). *Pemanfaatan Android dalam dunia pendidikan*. *Prosiding Seminar Nasional Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*.