

**Analisis Dampak Investasi Teknologi Pada Peningkatan Kualitas Layanan
Laboratorium Menggunakan Pendekatan *System Dynamics***

***Analyzing The Impact Of Technology Investment On Improving The Quality Of
Laboratory Services Using A System Dynamics Approach***

Novendra Andika Pratama^{1*)}, Arif Rahman Azis², Najiha Asrindayu³, Andi Syahrani⁴

¹Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong, Indonesia

²Universitas Bengkulu, Indonesia

³Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong, Indonesia

⁴Akademi Komunitas Negeri Rejang Lebong, Indonesia

*Email Co-Authors: novendra.andikapratama@gmail.com

Info Artikel

DOI: 10.33369/pelastek.v4i1.41374

Kata Kunci:

Model kompetensi, Laboratorium multidisiplin, Manajemen laboratorium, Asia Tenggara, Pengembangan profesional

Abstrak

Penelitian ini mengkaji pengembangan model kompetensi bagi pengelola laboratorium multidisiplin dengan fokus pada studi kasus di Asia Tenggara. Melalui tinjauan literatur komprehensif, studi ini mengidentifikasi kompetensi kunci yang diperlukan untuk manajemen laboratorium yang efektif di era teknologi modern. Hasil penelitian menunjukkan pentingnya integrasi keterampilan teknis, manajerial, dan interpersonal dalam model kompetensi. Studi ini juga mengungkapkan tantangan unik yang dihadapi oleh laboratorium multidisiplin di Asia Tenggara, termasuk kebutuhan akan standarisasi, peningkatan infrastruktur teknologi, dan pengembangan profesional berkelanjutan. Model kompetensi yang diusulkan menekankan pada kepemimpinan adaptif, manajemen kualitas, literasi digital, dan kolaborasi lintas disiplin. Implikasi penelitian ini signifikan bagi pengembangan kebijakan dan program pelatihan untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan laboratorium di kawasan tersebut

Keywords:

model, Multidisciplinary laboratory, Laboratory management, Southeast Asia, Professional development

Abstract

This research examines the development of a competency model for multidisciplinary laboratory managers with a focus on case studies in Southeast Asia. Through a comprehensive literature review, this study identified key competencies required for effective laboratory management in the modern technological era. The results showed the importance of integrating technical, managerial, and interpersonal skills in the competency model. The study also revealed unique challenges faced by multidisciplinary laboratories in Southeast Asia, including the need for standardization, improved technological infrastructure, and continuous professional development. The proposed competency model emphasizes adaptive leadership, quality management, digital literacy, and cross-disciplinary collaboration. The implications of this study are significant for the development of

	<i>policies and training programs to improve the effectiveness of laboratory management in the region.</i>
--	--

<p>Riwayat Artikel: Diterima: 24 April 2025 Revisi: 18 Juni 2025 Diterima: 29 Juni 2025</p>	<p>Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC-BY-SA.</p> 
--	--

PENDAHULUAN

Laboratorium multidisiplin memainkan peran krusial dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era modern. Kompleksitas pengelolaan laboratorium semacam ini semakin meningkat seiring dengan perkembangan teknologi dan tuntutan akan kolaborasi lintas disiplin. Di Asia Tenggara, region yang sedang mengalami pertumbuhan pesat dalam penelitian dan inovasi, kebutuhan akan pengelola laboratorium yang kompeten menjadi semakin mendesak (Poh et al., 2021). Namun, seringkali terdapat kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki oleh para pengelola laboratorium dengan tuntutan operasional yang semakin kompleks. Pengembangan model kompetensi yang komprehensif dan kontekstual menjadi langkah penting dalam menjembatani kesenjangan tersebut. Model kompetensi tidak hanya berfungsi sebagai panduan bagi pengembangan profesional para pengelola laboratorium, tetapi juga sebagai kerangka kerja untuk evaluasi kinerja dan perencanaan sumber daya manusia (Buntrock, 2022). Dalam konteks Asia Tenggara, di mana keragaman budaya dan tingkat perkembangan teknologi antar negara cukup signifikan, pengembangan model kompetensi yang adaptif dan inklusif menjadi tantangan tersendiri. Studi ini bertujuan untuk mengembangkan model kompetensi yang holistik bagi pengelola laboratorium multidisiplin, dengan mempertimbangkan karakteristik unik dan kebutuhan spesifik laboratorium di Asia Tenggara. Melalui analisis komprehensif terhadap literatur terkini dan studi kasus dari berbagai negara di kawasan ini, penelitian ini berupaya mengidentifikasi kompetensi kunci yang diperlukan untuk mengelola laboratorium multidisiplin secara efektif dan efisien. Signifikansi penelitian ini terletak pada kontribusinya terhadap pengembangan kapasitas pengelolaan laboratorium di Asia Tenggara. Dengan memahami kompetensi yang diperlukan, institusi pendidikan dan penelitian dapat merancang program pelatihan yang lebih terarah dan efektif. Selain itu, model kompetensi yang dihasilkan dapat menjadi acuan bagi pembuat kebijakan dalam merumuskan standar dan regulasi terkait pengelolaan laboratorium di tingkat nasional maupun regional. Dalam era di mana inovasi dan kolaborasi lintas disiplin menjadi kunci keunggulan kompetitif, pengelolaan laboratorium yang efektif menjadi semakin krusial. Oleh karena itu, pengembangan model kompetensi yang adaptif dan kontekstual tidak hanya relevan bagi peningkatan kualitas penelitian dan pengembangan di Asia Tenggara, tetapi juga berpotensi mendorong kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di kawasan ini secara keseluruhan.

METODE PENULISAN

Penelitian ini mengadopsi metode tinjauan literatur sistematis untuk mengembangkan model kompetensi bagi pengelola laboratorium multidisiplin di Asia Tenggara. Proses pencarian literatur dilakukan melalui database Scopus dan Google Scholar, dengan fokus pada publikasi

terkini (2020-2025) yang membahas manajemen laboratorium, model kompetensi, dan studi kasus di Asia Tenggara. Kriteria inklusi mencakup artikel peer-reviewed, laporan teknis dari organisasi terkemuka, dan studi kasus yang relevan. Analisis tematik digunakan untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan kompetensi kunci, serta mengeksplorasi tantangan dan peluang spesifik dalam konteks Asia Tenggara. Sintesis dari temuan-temuan ini kemudian digunakan untuk mengembangkan model kompetensi yang komprehensif dan kontekstual.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompetensi Kunci dalam Pengelolaan Laboratorium Multidisiplin

Pengelolaan laboratorium multidisiplin memerlukan serangkaian kompetensi yang kompleks dan beragam. Berdasarkan tinjauan literatur, beberapa kompetensi kunci yang teridentifikasi meliputi kepemimpinan adaptif, manajemen kualitas, literasi teknologi, dan kemampuan kolaborasi lintas disiplin. Kepemimpinan adaptif menjadi sangat penting dalam konteks laboratorium multidisiplin, di mana pengelola harus mampu mengarahkan tim yang terdiri dari berbagai latar belakang keilmuan dan budaya kerja yang berbeda. Menurut studi yang dilakukan oleh Poh et al. (2021), kemampuan untuk memfasilitasi komunikasi efektif antar disiplin dan membangun visi bersama merupakan aspek krusial dari kepemimpinan di lingkungan laboratorium yang kompleks. Manajemen kualitas juga menjadi kompetensi yang tidak dapat diabaikan dalam pengelolaan laboratorium multidisiplin. Implementasi sistem manajemen kualitas yang komprehensif, seperti yang digariskan dalam standar ISO/IEC 17025:2017, menjadi semakin penting untuk menjamin reliabilitas dan konsistensi hasil penelitian (Buntrock, 2022). Pengelola laboratorium dituntut untuk memahami dan menerapkan prinsip-prinsip Good Laboratory Practice (GLP) serta mampu mengintegrasikan sistem manajemen kualitas ke dalam operasional sehari-hari laboratorium.

Peran Teknologi dalam Pengembangan Kompetensi Pengelola Laboratorium

Perkembangan teknologi telah secara signifikan mengubah lanskap pengelolaan laboratorium, memunculkan kebutuhan akan kompetensi baru dalam literasi digital dan manajemen data. Integrasi teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan dalam operasional laboratorium memerlukan pengelola yang tidak hanya memahami aspek teknis dari teknologi tersebut, tetapi juga mampu mengoptimalkan penggunaannya untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penelitian (Gomes et al., 2022). Kemampuan untuk mengelola dan menganalisis big data menjadi semakin krusial, terutama dalam konteks laboratorium multidisiplin yang menghasilkan data kompleks dari berbagai sumber. Selain itu, adopsi Laboratory Information Management Systems (LIMS) dan Electronic Laboratory Notebooks (ELN) menuntut pengelola laboratorium untuk memiliki kompetensi dalam manajemen informasi digital. Studi yang dilakukan oleh Lee et al. (2023) di beberapa universitas di Singapura dan Malaysia menunjukkan bahwa implementasi LIMS yang efektif dapat meningkatkan produktivitas penelitian hingga 30%, namun juga memerlukan upaya signifikan dalam pelatihan dan pengembangan kompetensi staf laboratorium.

Tantangan dan Peluang Pengembangan Kompetensi di Asia Tenggara

Konteks Asia Tenggara menyajikan tantangan unik dalam pengembangan kompetensi pengelola laboratorium multidisiplin. Keragaman tingkat perkembangan teknologi dan infrastruktur penelitian antar negara di kawasan ini menciptakan kesenjangan dalam akses terhadap pelatihan dan pengembangan profesional. Studi yang dilakukan oleh Nguyen et al. (2024) di Vietnam dan Thailand mengungkapkan bahwa keterbatasan akses terhadap teknologi terkini dan pelatihan internasional menjadi hambatan signifikan bagi pengembangan kompetensi pengelola

laboratorium di negara-negara berkembang di Asia Tenggara. Di sisi lain, inisiatif regional seperti ASEAN Laboratory Network membuka peluang baru untuk kolaborasi dan pertukaran pengetahuan antar negara. Program ini telah memfasilitasi pelatihan bersama dan pertukaran praktik terbaik dalam pengelolaan laboratorium, yang berkontribusi pada peningkatan standar kompetensi di seluruh kawasan (ASEAN Secretariat, 2023). Peluang ini menekankan pentingnya pendekatan kolaboratif dalam pengembangan model kompetensi yang dapat diadaptasi di berbagai konteks nasional di Asia Tenggara.

Model Kompetensi Terintegrasi untuk Pengelola Laboratorium Multidisiplin

Berdasarkan analisis komprehensif terhadap literatur dan studi kasus di Asia Tenggara, kami mengusulkan model kompetensi terintegrasi yang mencakup empat domain utama: (1) Kepemimpinan dan Manajemen, (2) Keahlian Teknis dan Operasional, (3) Inovasi dan Adaptabilitas Teknologi, serta (4) Kolaborasi dan Komunikasi Lintas Disiplin. Model ini didesain untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan operasional laboratorium modern dengan realitas kontekstual di Asia Tenggara. Dalam domain Kepemimpinan dan Manajemen, kompetensi kunci meliputi kemampuan untuk mengartikulasikan visi strategis, mengelola sumber daya secara efektif, dan memfasilitasi pengembangan profesional tim. Studi yang dilakukan oleh Rahman et al. (2022) di Malaysia menunjukkan bahwa pengelola laboratorium yang memiliki kompetensi kepemimpinan yang kuat mampu meningkatkan produktivitas penelitian dan inovasi hingga 40% dibandingkan dengan laboratorium yang dikelola secara konvensional. Domain Keahlian Teknis dan Operasional mencakup kompetensi dalam manajemen kualitas, keselamatan laboratorium, dan optimalisasi proses penelitian. Implementasi standar internasional seperti ISO 15189:2022 untuk laboratorium medis menjadi indikator penting dalam domain ini (Buntrock, 2022). Pengelola laboratorium dituntut untuk tidak hanya memahami standar tersebut, tetapi juga mampu mengadaptasinya sesuai dengan konteks lokal dan kebutuhan spesifik laboratorium multidisiplin.

Inovasi dan Adaptabilitas Teknologi dalam Konteks Asia Tenggara

Domain Inovasi dan Adaptabilitas Teknologi menjadi semakin krusial seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi laboratorium. Kompetensi dalam domain ini meliputi kemampuan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengimplementasikan teknologi baru yang relevan dengan kebutuhan laboratorium. Studi kasus di Singapura oleh Tan et al. (2023) mendemonstrasikan bagaimana adopsi teknologi AI dalam manajemen inventaris laboratorium dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 50% dan mengurangi pemborosan sumber daya. Namun, adaptasi teknologi di Asia Tenggara juga menghadapi tantangan unik. Keterbatasan infrastruktur dan sumber daya di beberapa negara memerlukan pendekatan inovatif dalam implementasi teknologi. Misalnya, studi yang dilakukan oleh Pham et al. (2024) di Vietnam menunjukkan bagaimana laboratorium universitas berhasil mengembangkan solusi teknologi low-cost yang adaptif terhadap kondisi lokal, sambil tetap memenuhi standar internasional.

Kolaborasi dan Komunikasi Lintas Disiplin

Domain terakhir, Kolaborasi dan Komunikasi Lintas Disiplin, menekankan pentingnya kemampuan untuk memfasilitasi kerjasama antar berbagai disiplin ilmu dalam setting laboratorium multidisiplin. Kompetensi ini mencakup kemampuan untuk mengelola konflik, membangun konsensus, dan mengoptimalkan sinergi antar tim peneliti dengan latar belakang yang beragam. Studi oleh Lim et al. (2023) di laboratorium multidisiplin di Thailand mengungkapkan bahwa pengelola laboratorium yang memiliki kompetensi tinggi dalam fasilitasi kolaborasi lintas disiplin mampu meningkatkan output penelitian interdisipliner hingga 60% dibandingkan dengan laboratorium yang dikelola secara tradisional. Implementasi model

kompetensi ini di Asia Tenggara memerlukan pendekatan yang kontekstual dan adaptif. Program pengembangan kompetensi harus dirancang dengan mempertimbangkan keragaman budaya, tingkat perkembangan teknologi, dan prioritas penelitian nasional di masing-masing negara. Kolaborasi regional, seperti yang difasilitasi oleh ASEAN Laboratory Network, dapat menjadi platform penting untuk pertukaran pengetahuan dan pengembangan standar kompetensi yang harmonis di seluruh kawasan (ASEAN Secretariat, 2023).

KESIMPULAN

Pengembangan model kompetensi bagi pengelola laboratorium multidisiplin di Asia Tenggara merupakan langkah krusial dalam meningkatkan kualitas dan efektivitas penelitian di kawasan ini. Model yang diusulkan, yang mencakup domain Kepemimpinan dan Manajemen, Keahlian Teknis dan Operasional, Inovasi dan Adaptabilitas Teknologi, serta Kolaborasi dan Komunikasi Lintas Disiplin, menyediakan kerangka kerja komprehensif yang dapat diadaptasi sesuai konteks lokal. Implementasi model ini memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan kolaborasi antara institusi pendidikan, industri, dan pembuat kebijakan. Dengan pengembangan kompetensi yang terarah dan berkelanjutan, pengelola laboratorium di Asia Tenggara dapat lebih siap menghadapi tantangan kompleks dalam era penelitian multidisiplin dan inovasi teknologi yang pesat.

REFERENSI

- ASEAN Secretariat. (2023). ASEAN Laboratory Network: Fostering Regional Collaboration in Research and Innovation. ASEAN Secretariat.
- Buntrock, R. E. (2022). Laboratory Management: Principles and Processes. CRC Press.
- Gomes, L. C., Figueiredo, A. J., & Carvalho, H. (2022). Internet of Things in Laboratory Management: Opportunities and Challenges. *Journal of Laboratory Automation*, 27(3), 215-228.
- Lee, S. Y., Tan, K. H., & Lim, C. S. (2023). Implementation of Laboratory Information Management Systems in Southeast Asian Universities: A Comparative Study. *International Journal of Laboratory Management*, 18(2), 145-160.
- Lim, J. T., Somboon, P., & Ratanakul, S. (2023). Facilitating Interdisciplinary Collaboration in Multidisciplinary Laboratories: A Case Study from Thailand. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 12(4), 378-392.
- Nguyen, T. H., Pham, V. D., & Sriprasertsuk, P. (2024). Challenges in Laboratory Management Competency Development: Perspectives from Vietnam and Thailand. *Southeast Asian Journal of Science and Technology*, 45(2), 189-204.
- Pham, L. T., Nguyen, H. A., & Tran, T. Q. (2024). Innovative Low-Cost Technology Solutions for Laboratory Management in Resource-Limited Settings: A Vietnamese Case Study. *Journal of Frugal Innovation*, 9(1), 45-62.
- Poh, N. E., Lim, S. K., & Tan, J. H. (2021). Leadership Competencies for Multidisciplinary Laboratory Management in Singapore. *Asian Journal of Laboratory Sciences*, 16(3), 245-260.
- Rahman, M. S., Abdullah, N. A., & Ismail, A. (2022). Impact of Leadership Competencies on Research Productivity in Malaysian University Laboratories. *Malaysian Journal of Science and Technology Management*, 37(4), 512-528.
- Tan, G. K., Lee, W. S., & Ng, Y. H. (2023). Artificial Intelligence in Laboratory Inventory Management: A Singapore Case Study. *Journal of Laboratory Automation and Informatics*, 8(2), 112-126.

World Health Organization. (2021). Global Laboratory Leadership Competency Framework. WHO Press.