

**Pengelolaan Laboratorium Fisika Bangunan di Jurusan Arsitektur
(Analisis Kelayakan Berdasarkan ISO/IEC 17025:2017)**

**Rizki Fitria Madina¹, Sri Tundono², Sri Novianthi Pratiwi³, Lili Kusumawati⁴, Inavonna⁵,
Khotijah Lahji⁶, Fajar Rezandi⁷, Fenny Kartika Pratiwi⁸**

*^{1,2,3,4,5,6,7}Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti,
DKI Jakarta, Indonesia*

*⁸Alumni Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Trisakti,
DKI Jakarta, Indonesia*

Email: rizki_fm@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Laboratorium Fisika Bangunan merupakan salah satu sarana pendidikan yang menunjang mutu pendidikan. Dalam 5 tahun terakhir, Laboratorium Fisika Bangunan di Jurusan Arsitektur Universitas Trisakti mendapatkan kesempatan kerja sama dalam kegiatan riset, namun belum memiliki akreditasi yang menjamin mutu laboratorium. Studi ini ditujukan untuk mengetahui kondisi laboratorium fisika bangunan di Jurusan Arsitektur pada perguruan tinggi di Indonesia berdasarkan persyaratan ISO/IEC 17025:2017. Hasil penelitian digunakan untuk mempersiapkan komersialisasi laboratorium dan rencana pengembangan Laboratorium Fisika Bangunan Universitas Trisakti. Dari penelitian ini, diketahui meskipun sarana dan prasarana Laboratorium Fisika Bangunan Universitas Trisakti lebih lengkap dibandingkan mayoritas kompetitornya, namun kondisi manajemen dan pemanfaatan sumber daya laboratorium Fisika Bangunan di Jurusan Arsitektur Universitas Trisakti perlu perbaikan jika ingin mendapatkan akreditasi ISO 17025:2017.

Kata kunci: *ISO 17025:2017, Laboratorium Fisika Bangunan, Akreditasi Penjamin Mutu Manajemen*

ABSTRACT

The Building Physics Laboratory is an educational facility that supports the quality of education. In the last 5 years, the Building Physics Laboratory at the Department of Architecture Universitas Trisakti has had the opportunity to collaborate in research activities, but does not yet have accreditation that guarantees the laboratory quality. This study was conducted to determine the condition of the building physics laboratory in the Department of Architecture at universities in Indonesia. The research results are used to prepare laboratory commercialization and laboratory development plans for the Universitas Trisakti's Building Physics Laboratory. From this research, it is known that although the facilities and infrastructure of the Building Physics Laboratory in Universitas Trisakti are more equipped than the majority of its competitors, the condition of management and resource utilization of the Building Physics laboratory at the Department of Architecture Universitas Trisakti needs improvement if they want to get ISO 17025:2017 accreditation.

Keywords: *ISO 17025:2017, Building Physics Laboratory, Management Quality Assurance Accreditation*

1. PENDAHULUAN

Laboratorium pendidikan merupakan unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan yang dikelola secara sistematis untuk kegiatan pengujian, kalibrasi, maupun produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu, untuk menunjang kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi. Pengelolaan laboratorium, meliputi perencanaan kegiatan laboratorium, penggunaan dan pemeliharaan peralatan dan bahan, pengevaluasian sistem kerja laboratorium dan pengembangan kegiatan laboratorium (Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara Dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan, 2019). Peran laboratorium dianggap strategis pada level universitas karena dapat menunjang

mutu pendidikan. Penggunaan sumber daya secara efektif dan efisien terkait pengelolaan laboratorium diperlukan untuk meningkatkan mutu laboratorium (Kartikasari, 2019).

Salah satu sarana penunjang pendidikan di Jurusan Arsitektur Universitas Trisakti (JA-Usakti) adalah laboratorium fisika bangunan. Laboratorium fisika bangunan yang tersedia saat ini ruang *workshop* di mana tersimpan berbagai alat ukur dan komputer yang dilengkapi dengan program simulasi. Sebagian besar penggunaannya dilakukan untuk kegiatan pendidikan dan pengajaran. Namun, dalam lima tahun terakhir, terdapat beberapa pihak eksternal pernah menawarkan kerjasama pengukuran dan penelitian di bidang Fisika Bangunan. Saat ini laboratorium fisika bangunan di Universitas Trisakti belum mendapatkan akreditasi penjamin mutu, salah satunya adalah akreditasi ISO 17025:2017.

Akreditasi laboratorium pengujian, termasuk laboratorium fisika bangunan, dilakukan oleh Komite Akreditasi Nasional (KAN). Persyaratan akreditasi mengacu ke SNI ISO/IEC 17025:2017, yang meliputi: 1) persyaratan umum, yaitu menjamin ketidakberpihakan dalam proses pengujian dan menjunjung kerahasiaan data pelanggan, 2) persyaratan struktural, yaitu meliputi status hukum laboratorium, struktur organisasi dan manajemen, identifikasi manajemen, ruang lingkup kegiatan laboratorium, dokumentasi prosedur dan ketersediaan personel yang bertanggung jawab dalam penerapan dan pemeliharaan integritas sistem manajemen laboratorium, 3) persyaratan sumber daya, yaitu mencakup personel yang kompeten, fasilitas, peralatan, sistem dan layanan pendukung yang diperlukan untuk mengelola dan melakukan kegiatan di laboratorium, 4) persyaratan proses operasional laboratorium, dan 5) Persyaratan Sistem Manajemen, yang dapat memilih dari 2 pilihan, yaitu pilihan 1, mengacu pada persyaratan SNI ISO/IEC 17025:2017 atau pilihan 2, mengacu kepada SNI ISO 9001:2015, jika sudah tersertifikasi SNI ISO tersebut (ISO, 2017). Persyaratan sistem manajemen termasuk kebijakan dan tujuan sistem manajemen, analisis umpan balik pelanggan, tindakan korektif dan rekaman terkait ketidaksesuaian, audit internal, dan rekaman masukan dan keluaran tinjauan manajemen (Faridah et al., 2018; Krismastuti & Habibie, 2022). Efektifitas sistem manajemen kualitas ISO/IEC 17025 tidak lepas dari dukungan petinggi perguruan tinggi (Sari & Nurcahyo, 2018).

Studi terdahulu meneliti kaitan antara akreditasi ISO 17025:2017 terhadap kinerja laboratorium. Terdapat studi yang menyatakan bahwa pencapaian akreditasi berpengaruh terhadap efisiensi proses bekerja dan kualitas pekerjaan karyawan (Honsa & McIntyre, 2003; Hullihen et al., 2009; Okezue et al., 2020; Zapata-García et al., 2007). Akreditasi ISO 17025:2017 juga membawa pengaruh positif terhadap kepuasan pelanggan (Szewieczek et al., 2009). Selain itu, laboratorium yang terakreditasi memiliki pengaruh positif terhadap finansial laboratorium (Grochau et al., 2018; Hullihen et al., 2009; Mohamed, 2021). Laboratorium yang terakreditasi juga membuka kesempatan kerjasama antara universitas dengan masyarakat dan industri (Destiarti et al., 2021; Rodima et al., 2005). Meskipun begitu, studi yang lain berpendapat bahwa penilaian ISO/IEC 17025:2017 mungkin tidak sesuai dengan laboratorium pendidikan, atau setidaknya perlu ada penyesuaian penilaian dan tidak bisa disamakan dengan laboratorium penelitian maupun komersial (Venelinov & Rostovski, 2021). Kesiapan sebuah laboratorium menuju implementasi ISO/IEC 17025 dapat dinilai melalui *gap analysis* dari kondisi sekarang dengan kondisi ideal (Agusti, 2014; Nggole et al., 2021; Putri et al., 2019), *gap analysis* dengan kondisi kompetitor (Destiarti et al. 2021) maupun model *self-assesment* (Belezia & Almeida, 2021).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengelolaan laboratorium fisika bangunan di Jurusan arsitektur pada berbagai perguruan tinggi di Indonesia berdasarkan berbagai persyaratan akreditasi ISO 17025:2017. Hasil dari penelitian ini akan digunakan sebagai tolak ukur untuk rencana pengembangan sarana laboratorium fisika bangunan di lingkup Universitas Trisakti dan persiapan komersialisasi laboratorium dan akreditasi Laboratorium Fisika Bangunan di Universitas Trisakti, Jakarta.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Pengambilan data dilakukan secara kuantitatif melalui kuesioner yang disebarakan secara daring kepada 29 institusi perguruan tinggi. Responden kuesioner merupakan ketua laboratorium fisika bangunan atau ketua Jurusan Arsitektur dari perguruan tinggi di Indonesia. Data yang dikumpulkan hasil kuesioner lalu diolah menjadi diagram yang kemudian dibahas pada forum diskusi dengan responden dan Narasumber yang merupakan asesor dari KAN. Hasil dari kuesioner dan FGD disajikan secara deskriptif pada penelitian ini. Tabel 1 merupakan daftar pertanyaan yang perlu dijawab oleh responden.

Tabel 1. Daftar Pertanyaan Kuesioner

Faktor	Variabel Kompleks	Variabel Terukur	Value
Sarana Prasarana	Keberadaan ruang khusus untuk Lab	Keberadaan ruang khusus untuk Lab	ada/tidak
	Ketersediaan alat ukur	Jumlah dan jenis alat ukur thermal	ada/tidak
		Jumlah dan jenis alat ukur akustik/noise	ada/tidak
		Jumlah dan jenis alat ukur pencahayaan	ada/tidak
		Jumlah dan jenis alat ukur kualitas udara	ada/tidak
		Jumlah dan jenis alat ukur lainnya	ada/tidak
	Ketersediaan alat model simulasi fisik/alat peraga	Jumlah dan jenis alat peraga/ model fisik untuk simulasi	ada/tidak
Ketersediaan <i>software</i> simulasi berlisensi	Jumlah dan jenis <i>software</i> berlisensi	ada/tidak	
Manajemen	Jenis lab	Jenis lab	Lab dikjar / lab dikjar / Lab komersil
	Sertifikasi lab	Jenis sertifikasi lab	
	Struktur organisasi lab	Ada/tidak struktur organisasi lab yang dilaksanakan	ada/tidak
		Dokumentasi	Ada/tidak sistem dokumentasi lab
		Frekuensi dokumentasi kegiatan lab	kali/tahun
	Standard Operational Procedure (SOP)	Keberadaan SOP tertulis dari seluruh kegiatan lab	ada/tidak
	Evaluasi	Ada/tidak kegiatan <i>monitoring</i> dan evaluasi kegiatan lab	ada/tidak
Frekuensi kegiatan <i>monitoring</i> dan evaluasi kegiatan lab		kali/tahun	
Sumber Daya Manusia	Jumlah anggota lab	Jumlah anggota lab	orang
	Jumlah dosen anggota lab	Jumlah dosen sebagai anggota lab	orang
	Jumlah laboran	Jumlah laboran	orang
	Pendidikan laboran	Pendidikan terakhir laboran	SMA/SMK/D3/S1/S2/S3
	Sertifikasi laboran	Jumlah laboran yang tersertifikasi	orang
Kaitan Lab dengan Tridarma	Penggunaan Lab pada Dikjar	Frekuensi penggunaan lab pada Mata Kuliah Reguler non Tugas Akhir/Tesis	kali/tahun
	Penggunaan Lab pada Penelitian	Frekuensi penggunaan lab pada Kegiatan Penelitian Dosen	kali/tahun
		Frekuensi penggunaan lab pada Kegiatan Penelitian Mahasiswa/TA/Tesis	kali/tahun
	Penggunaan Lab pada Penelitian	Frekuensi penggunaan lab pada Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat	kali/tahun

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuesioner disebarakan kepada Ketua Jurusan dan/atau Ketua Laboratorium Fisika Bangunan di lingkungan keilmuan Arsitektur seluruh Indonesia. Ada 29 responden yang mengisi kuesioner, di mana para responden berasal dari sembilan perguruan tinggi negeri dan 20 perguruan tinggi swasta di Indonesia. Kuesioner dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu kondisi sarana dan prasarana laboratorium, manajemen dan SDM, dan integrasi kegiatan laboratorium dengan Tridharma Perguruan Tinggi. Kemudian, responden diundang ke dalam diskusi kelompok untuk membahas hasil kuesioner dan mendengar persyaratan untuk mengajukan sertifikasi ISO 17025:2017.

Dari 29 institusi perguruan tinggi yang menjadi responden, diketahui bahwa terdapat 14 institusi yang belum memiliki laboratorium fisika bangunan. Dari institusi responden yang telah memiliki lab fisika bangunan, 86.7% telah memiliki ruang khusus untuk laboratorium fisika bangunan, sedangkan ada 13.3% yang belum memiliki ruang khusus. Seluruh institusi yang memiliki laboratorium fisika bangunan telah menyediakan alat ukur aspek termal, dan ada beberapa lab yang menyediakan alat ukur tambahan seperti *globe thermometer*, *thermal chamber*, *thermohyrometer*, *surface thermometer*, kamera termal inframerah, dan *data logger* untuk menunjang kebutuhan laboratorium dalam penelitian termal. Untuk peralatan pengukuran pencahayaan, seluruh laboratorium telah dilengkapi dengan alat ukur pencahayaan/luxmeter dan hanya ada satu institusi yang memiliki alat ukur temperatur warna. Dari 15 responden yang memiliki laboratorium fisika bangunan, terdapat 1 responden yang belum memiliki alat ukur akustik atau kebisingan, sedangkan 14 lainnya telah memiliki. Sedangkan untuk alat ukur kualitas udara, 60% responden menyatakan belum memilikinya. Selain alat ukur untuk 4 aspek tersebut, beberapa responden menyatakan ada alat ukur lainnya, seperti alat ukur ketinggian/jarak menggunakan infra merah dan solar power meter yang dapat digunakan untuk mengukur energi matahari.

Untuk memodelkan fenomena fisika bangunan, laboratorium dapat dilengkapi dengan model fisik maupun software simulasi kinerja bangunan, di mana 73,3% laboratorium responden telah memiliki model fisik untuk simulasi dan 60% laboratorium responden telah menyediakan *software* simulasi kinerja bangunan. Adapun *software* yang disediakan sangat beragam, di antaranya Sefaira yang dapat mensimulasikan kenyamanan termal, pencahayaan dan kinerja energi, Envi-met untuk mensimulasikan lingkungan termal, Dialux untuk mensimulasikan kinerja pencahayaan alami maupun buatan, dan EDGE untuk mensimulasikan kinerja energi dan penggunaan sumber daya terbarukan pada rancangan bangunan bangunan. Jika dilihat dari kondisi institusi lain, kelengkapan sarana dan prasarana laboratorium Fisika Bangunan yang dimiliki Universitas Trisakti termasuk cukup lengkap. Hal ini menjadi kekuatan dari laboratorium Fisika Bangunan Universitas Trisakti. Meskipun begitu, kelengkapan alat ukur seperti software simulasi untuk akustik dan CFD yang lebih mudah digunakan.

Dari aspek manajemen laboratorium, diketahui bahwa jenis laboratorium fisika bangunan pada institusi responden mayoritas adalah laboratorium pengujian internal, di mana laboratorium ini hanya digunakan untuk kepentingan penelitian dan pendidikan-pengajaran di lingkungan dalam kampus dan hanya 2 institusi yang memiliki laboratorium pengujian komersial, yaitu laboratorium yang menerima jasa pengukuran dan pengujian untuk proyek ataupun penelitian eksternal, di antaranya adalah UPI dan ITB. Terdapat 9 institusi yang memiliki laboratorium fisika bangunan berupa laboratorium pengujian internal, dan 4 institusi yang berupa laboratorium peraga. Meskipun begitu, belum ada laboratorium responden yang tersertifikasi jaminan mutu labnya.

Dari hasil forum grup diskusi (FGD) dengan responden diketahui bahwa belum ada tuntutan konsumen atau klien mengenai sertifikasi jaminan mutu laboratorium fisika bangunan. Klien laboratorium komersial fisika bangunan perguruan tinggi umumnya sudah mempercayai hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan oleh laboratorium. Meski begitu, 73,3% responden menyatakan merencanakan untuk mendapatkan sertifikasi.

Sertifikasi ISO 17025:2017 menilai kualitas manajemen laboratorium dan SDM, di mana laboratorium pengujian harus memiliki struktur organisasi laboratorium yang jelas, memiliki standar prosedur dan operasional yang dijalankan dan memiliki sistem dokumentasi, monitoring dan evaluasi secara rutin. Namun, hanya 60% dari laboratorium responden yang telah memiliki struktur organisasi laboratorium yang jelas. Diketahui 50% laboratorium telah melakukan kegiatan dokumentasi setiap ada kegiatan peminjaman atau penggunaan alat, 26,7% menyatakan tidak ada kegiatan dokumentasi yang terstruktur dan terjadwal, dan sisanya melakukan kegiatan dokumentasi secara berkala dengan rentang 1 bulan sekali, 3-6 bulan sekali atau 1 tahun sekali. Standar prosedur dan operasional secara tertulis sudah dilakukan oleh 66,7% laboratorium, sedangkan sisanya belum memiliki. Kegiatan monitoring dan evaluasi terhadap kegiatan lab dilakukan 1 semester sekali oleh 66,7% responden, 1 tahun sekali oleh 20% responden, dan sisanya ada yang menjalankan 1 bulan sekali dan ada yang tidak menjalankan kegiatan monitoring dan evaluasi sama sekali. Pada laboratorium Fisika Bangunan Universitas Trisakti, aspek manajemen menjadi kelemahan terbesar. Hal ini dikarenakan belum ada SOP yang disusun dan dijalankan untuk setiap kegiatan laboratorium dan belum ada kegiatan monitoring dan evaluasi rutin dilakukan secara berkala dan terdokumentasi dengan rapi.

Dari aspek sumber daya manusia, terdapat 10 institusi menyatakan laboratoriumnya terdiri dari 1-3 orang, 3 institusi terdiri dari 4-6 orang anggota dosen dan ada 2 responden yang menyatakan laboratoriumnya memiliki lebih dari 6 orang dosen. Keberadaan laboran di laboratorium fisika bangunan juga bervariasi, di mana masih ada lima laboratorium tanpa laboran, tujuh laboratorium dengan 1 laboran, dan 1 laboratorium dengan 2-3 laboran. Pendidikan terakhir laboran bervariasi di mana ada 2 laboran merupakan lulusan SMA atau sederajat, 2 laboran lulusan D3, 3 laboran lulusan S1 dan 1 laboran lulusan S2. Meskipun begitu, hanya ada 2 laboratorium fisika bangunan yang telah memiliki laboran tersertifikasi, yaitu laboratorium fisika bangunan di Universitas Trisakti dan Universitas Tarumanegara.

Untuk pemanfaatan laboratorium pada kegiatan tridharma perguruan tinggi setiap tahunnya, mayoritas laboratorium digunakan pada 1-3 mata kuliah reguler non tugas akhir atau tesis, 1-3 judul penelitian mahasiswa baik berupa tugas akhir, tesis atau disertasi, 2-3 judul penelitian dosen dan 1-3 judul kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Jika dilihat secara menyeluruh, pemanfaatan laboratorium fisika bangunan masih belum optimal dikarenakan minimnya penggunaan laboratorium dalam penelitian maupun kegiatan pengabdian kepada masyarakat.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, telah diketahui posisi laboratorium fisika bangunan JA-Usakti dibandingkan dengan laboratorium fisika bangunan perguruan tinggi lain di Indonesia, diantaranya yakni laboratorium fisika bangunan JA-Usakti memiliki sarana dan prasarana yang memadai. Namun kondisi manajemen, seperti struktur organisasi, keberadaan standar prosedur pelaksanaan, pelaksanaan monitoring dan evaluasi, dan faktor sumber daya manusia, yaitu laboran, masih perlu ditingkatkan agar dapat bersaing dengan laboratorium fisika bangunan lain dan dapat menjadi laboratorium yang terjamin mutu manajerialnya dan dipercaya oleh konsumen atau calon klien. Selain itu, perlu optimasi pemanfaatan laboratorium untuk kegiatan tridharma perguruan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusti, R. D. (2014). Analisis Pelaksanaan Prosedur Operasional Standar Sarana dan Prasarana Belajar Laboratorium Berdasarkan Manajemen Mutu ISO 9001:2008 & IWA 2:2007 di Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta. *Jurnal PenSil*, 3(1), 50–61. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v3i1.9884>
- Belezia, L. C., & Almeida, M. F. L. de. (2021). Self-assessment model for testing and calibration laboratories based on ISO/IEC 17025:2017 requirements. *Journal of Physics: Conference Series*, 1826(1), 012026. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1826/1/012026>

- Destiarti, L., Yuspriyanto, M., Herman, M., Alimuddin, A. H., Wahyuni, N., & Gusrizal, G. (2021). Pentingnya Laboratorium Pengujian Terakreditasi di Perguruan Tinggi untuk Perolehan Data Terpercaya bagi Publik. *Prosiding Seminar Nasional Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 215–222. <https://doi.org/10.26418/pipt.2021.41>
- Faridah, D. N., Erawan, D., Sutriah, K., Hadi, A., & Budiantari, F. (2018). Implementasi SNI ISO/IEC 17025:2017 Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian dan Laboratorium Kalibrasi. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Grochau, I. H., Caten, C. S. ten, & de Camargo Forte, M. M. (2018). Motivations, benefits and challenges on ISO/IEC 17025 accreditation of higher education institution laboratories. *Accreditation and Quality Assurance*, 23(3), 183–188. <https://doi.org/10.1007/s00769-018-1317-9>
- Honsa, J. D., & McIntyre, D. A. (2003). ISO 17025: Practical Benefits of Implementing a Quality System. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 86(5), 1038–1044. <https://doi.org/10.1093/jaoac/86.5.1038>
- Hullihen, K., Fitzsimmons, V., & Fisch, M. R. (2009). Establishing an ISO 17025 Compliant Laboratory at a University. *International Journal of Modern Engineering*, 10(1).
- ISO. (2017). ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- Kartikasari, S. N. (2019). Peran Laboratorium Sebagai Pusat Riset Untuk Meningkatkan Mutu Dari Lembaga Pendidikan Pada Jurusan THP_FTP_UNEJ. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium (Temapela)*, 2(1).
- Krismastuti, F. S. H., & Habibie, M. H. (2022). Complying with the resource requirements of ISO/IEC 17025:2017 in Indonesian calibration and testing laboratories: Current challenges and future directions. *Accreditation and Quality Assurance*, 27(6), 359–367. <https://doi.org/10.1007/s00769-022-01523-w>
- Mohamed, S. M. H. (2021). Impact of ISO-IECpdf. *Sudan University of Science and Technology*.
- Nggole, M. A., Yan Orgianus, & Eri Achiraeniwati. (2021). Usulan Rancangan Perbaikan Pengelolaan Laboratorium Berdasarkan Hasil Gap Analysis dengan ISO 9001:2015 pada Laboratorium Teknik Industri Universitas Islam Bandung. *Jurnal Riset Teknik Industri*, 1(1), 88–95. <https://doi.org/10.29313/jrti.v1i1.234>
- Okezue, M. A., Adeyeye, M. C., Byrn, S. J., Abiola, V. O., & Clase, K. L. (2020). Impact of ISO/IEC 17025 laboratory accreditation in sub-Saharan Africa: A case study. *BMC Health Services Research*, 20(1), 1065. <https://doi.org/10.1186/s12913-020-05934-8>
- Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 tentang Jabatan Fungsional Pranata Laboratorium Pendidikan. (2019). Republik Indonesia.
- Putri, Z. T., Fahma, F., Sutopo, W., & Zakaria, R. (2019). A Framework to Measure Readiness Level of Laboratory for Implementing ISO/IEC 17025: A Case Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 495, 012011. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/495/1/012011>
- Rodima, A., Vilbaste, M., Saks, O., Jakobson, E., Koort, E., Pihl, V., Sooväli, L., Jalukse, L., Traks, J., Virro, K., Annuk, H., Aruoja, K., Floren, A., Indermitte, E., Jürgenson, M., Kaleva, P., Kepler, K., & Leito, I. (2005). ISO 17025 quality system in a university environment. *Accreditation and Quality Assurance*, 10(7), 369–372. <https://doi.org/10.1007/s00769-005-0011-x>
- Sari, I. P., & Nurcahyo, R. (2018). Analysis Implementation Effectiveness of ISO / IEC 17025 on Testing Laboratory.
- Szewieczek, D., Karkoszka, T., & Zajac, A. (2009). Analysis of the clients' satisfaction in the accredited laboratory. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 35(1).
- Venelinov, T., & Rostovski, I. (2021). Is the ISO/IEC 17025:2017 unnecessarily too stringent for the testing laboratories at the Universities? *Academia Letters*. <https://doi.org/10.20935/AL2563>
- Zapata-García, D., Llauradó, M., & Rauret, G. (2007). Experience of implementing ISO 17025 for the accreditation of a university testing laboratory. *Accreditation and Quality Assurance*, 12(6), 317–322. <https://doi.org/10.1007/s00769-007-0274-5>