

Tinjauan Komparatif Terhadap Standar Manajeme Aset Fisik : ISO 55001, PAS 55, DAN KERANGKA IAM

Rizqina Rosma^{*1}, Isti Surjandari¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Kampus UI, Depok 16424

*Corresponding Author: rizqinarosma@gmail.com

Abstrak

Perkembangan standar manajemen aset fisik dalam dua dekade terakhir menunjukkan pergeseran dari praktik berbasis industri menuju sistem manajemen yang terstandarisasi dan evaluatif. Dimulai dari PAS 55 yang dikembangkan oleh *British Standards Institution (BSI)*, kemudian diadopsi sebagai standar internasional ISO 55001, dan dilengkapi oleh pendekatan berbasis kapabilitas melalui kerangka kerja *Institute of Asset Management (IAM)*. Artikel ini menyajikan tinjauan konseptual dan perbandingan terhadap ketiga pendekatan tersebut dengan menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)*, serta menganalisis perbedaannya berdasarkan struktur dokumen, pendekatan manajerial, fleksibilitas penerapan, dan alat bantu yang tersedia. Hasil kajian menunjukkan bahwa PAS 55 menitikberatkan pada integrasi strategi aset, ISO 55001 mengadopsi pendekatan sistem manajemen berbasis siklus PDCA, sementara IAM Framework memberikan panduan praktis untuk pengembangan kapabilitas organisasi secara bertahap. Kajian ini diharapkan dapat menjadi referensi awal bagi penelitian lebih lanjut dan mendukung pengembangan kerangka evaluasi manajemen aset yang adaptif pada berbagai sektor industri dan layanan publik.

Kata kunci: manajemen aset fisik, ISO 55001, PAS 55, *IAM Framework*, perbandingan standar

Abstract

The development of physical asset management standards over the past two decades reflects a shift from industry-based practices toward standardized and evaluative management systems. This evolution began with PAS 55, developed by the British Standards Institution (BSI), which was later adopted as the international standard ISO 55001, and further enhanced by a capability-based approach introduced through the Institute of Asset Management (IAM) Framework. This article presents a conceptual review and comparative analysis of the three approaches using a Systematic Literature Review (SLR) method, focusing on key differences in document structure, managerial approach, implementation flexibility, and supporting tools. The review findings indicate that PAS 55 emphasizes strategic asset integration, ISO 55001 adopts a systematic management system based on the *Plan-Do-Check-Act (PDCA)* cycle, while the IAM Framework provides practical guidance for staged capability development. This study is expected to serve as a foundational reference for future research and support the development of adaptive asset management evaluation frameworks across various industrial and public service sectors.

Keywords: physical asset management, ISO 55001, PAS 55, IAM framework, standard comparison

PENDAHULUAN

Manajemen aset fisik menjadi elemen strategis dalam menjaga keberlanjutan operasional dan kinerja organisasi, khususnya dalam sektor publik, industri berat, dan institusi pendidikan. Seiring meningkatnya kompleksitas aset dan risiko yang terkait, kebutuhan akan pendekatan yang sistematis dan terstandarisasi menjadi sangat penting (Parida & Stenström, 2016). Oleh karena itu, berbagai standar dan kerangka kerja telah dikembangkan untuk mendukung proses manajemen aset secara lebih profesional dan berkelanjutan (Wireman, 2024).

Salah satu tonggak awal pengembangan standar manajemen aset adalah PAS 55, yang dikembangkan oleh British Standards Institution (BSI) pada awal 2000-an. Standar ini memberikan pendekatan integratif untuk mengelola aset fisik secara efektif, terutama dalam organisasi yang memiliki aset infrastruktur besar seperti utilitas, transportasi, dan energi (Honert et al., 2013). Perkembangan selanjutnya mengarah pada pembentukan standar internasional ISO 55001 pada tahun 2014, yang mengadopsi prinsip sistem manajemen berbasis siklus Plan-Do-Check-Act (PDCA), dan menawarkan fleksibilitas penerapan di berbagai jenis organisasi (Ma et al., 2014).

Selain itu, Institute of Asset Management (IAM) juga mengembangkan kerangka kerja komprehensif yang tidak hanya mengadopsi prinsip ISO 55001, tetapi juga menyediakan pendekatan evaluative dan pengembangan kapabilitas melalui tools seperti SAM+ (Self-Assessment Methodology Plus) dan maturity scale (Albalghouni et al., 2018). IAM Framework menjadi populer di berbagai sektor karena kemampuannya memetakan proses penguatan manajemen aset berdasarkan kapabilitas organisasi (Parra et al., 2021).

Artikel ini bertujuan untuk menyajikan tinjauan konseptual dan perbandingan antara ketiga pendekatan tersebut PAS 55, ISO 55001, dan IAM Framework guna memberikan wawasan mendalam mengenai kekuatan, kelemahan, dan konteks penerapan masing-masing standar.

METODE

Artikel ini merupakan jenis *review article* yang disusun dengan pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Fokus

utama dari kajian ini adalah melakukan perbandingan konseptual terhadap tiga standar utama dalam manajemen aset fisik, yaitu PAS 55, ISO 55001, dan IAM Framework, dengan menelaah struktur dokumen, pendekatan evaluatif yang digunakan, serta konteks penerapannya di berbagai jenis organisasi. Pendekatan SLR dipilih karena menawarkan proses yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi, sehingga memungkinkan penyusunan sintesis ilmiah yang mendalam dan terstruktur mengenai karakteristik serta keunggulan masing-masing standar manajemen aset.

Tujuan dari penulisan artikel ini adalah untuk menyediakan ringkasan literatur yang dapat menjadi referensi awal bagi peneliti maupun praktisi yang baru terlibat dalam bidang manajemen aset. Selain itu, kajian ini diharapkan mampu memberikan pandangan komparatif secara konseptual terhadap standar-standar yang saat ini banyak digunakan di sektor industri dan publik. Hasil kajian ini juga dimaksudkan untuk menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan maupun penyusunan instrumen evaluasi yang lebih aplikatif di masa mendatang.

Strategi Pencarian Literatur

Sumber literatur yang digunakan dalam kajian ini diperoleh dari empat basis data akademik bereputasi internasional, yaitu Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, dan Google Scholar. Pemilihan basis data ini didasarkan pada kelengkapan cakupan publikasi ilmiah serta relevansi terhadap topik teknik industri dan manajemen aset.

Pencarian dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dan operator Boolean, seperti: “*physical asset management*” AND (“*PAS 55*” OR “*ISO 55001*” OR “*IAM Framework*”) AND “*maturity model*” AND “*standard comparison*”.

Batasan pencarian diterapkan pada artikel yang dipublikasikan dalam rentang tahun 2011–2020, guna menyesuaikan dengan perkembangan standar ISO 55000 series sejak tahun 2014. Selain itu, hanya artikel berbahasa Inggris dan Indonesia yang disertakan agar tetap relevan secara kontekstual.

Prosedur Seleksi Artikel (Tahapan Screening)

Proses seleksi literatur dalam kajian ini dilakukan secara sistematis melalui empat tahapan utama, dengan tetap menjunjung tinggi prinsip transparansi dan akuntabilitas yang menjadi dasar metode *Systematic Literature Review (SLR)*.

Tahap pertama adalah proses identifikasi awal, di mana sebanyak 132 artikel ilmiah berhasil dikumpulkan dari hasil pencarian pada empat basis data akademik yang digunakan, yaitu *Scopus*, *ScienceDirect*, *SpringerLink*, dan *Google Scholar*. Artikel-artikel ini diperoleh melalui strategi pencarian berbasis kata kunci dan operator Boolean yang telah ditentukan sebelumnya.

Selanjutnya, dilakukan tahap penyaringan awal dengan menelaah judul dan abstrak dari seluruh artikel yang terkumpul. Pada tahap ini, sebanyak 57 artikel dieliminasi karena dinilai tidak relevan dengan fokus kajian, yaitu manajemen aset fisik, atau karena tidak secara langsung mengacu pada ketiga standar yang menjadi objek perbandingan, yakni PAS 55, ISO 55001, dan IAM Framework.

Tahap ketiga merupakan proses evaluasi mendalam terhadap isi lengkap artikel (*full-text screening*). Sebanyak 75 artikel yang tersisa dianalisis secara komprehensif untuk menilai sejauh mana pembahasan yang disajikan bersifat substantif dan operasional. Hasil dari proses ini menunjukkan bahwa 27 artikel perlu dikeluarkan karena kontennya dianggap terlalu umum, deskriptif tanpa analisis mendalam, atau tidak memenuhi kriteria inklusi yang telah ditetapkan.

Setelah melalui ketiga tahap tersebut, diperoleh 16 artikel akhir yang memenuhi seluruh persyaratan inklusi dan relevansi, serta dijadikan sebagai dasar utama dalam proses analisis literatur dan penyusunan komparasi konseptual dalam penelitian ini.

Indeksasi dan Kredibilitas Sumber

Semua artikel yang dianalisis merupakan publikasi dari jurnal dan prosiding yang telah melalui proses penelaahan sejawat (*peer-reviewed*) dan terindeks pada basis data bereputasi, seperti *Scopus* dan *SpringerLink*. *Google Scholar* digunakan sebagai pelengkap untuk menjangkau artikel terbuka yang masih relevan dan memenuhi standar akademik.

Teknik Analisis Literatur

Artikel-artikel yang telah lolos proses seleksi kemudian dianalisis menggunakan pendekatan analisis deskriptif dan komparatif, dengan tujuan untuk mengidentifikasi perbedaan, kesamaan, serta keunggulan relatif dari masing-masing standar manajemen aset fisik yang dikaji. Analisis ini difokuskan pada lima dimensi utama yang dianggap mewakili karakteristik mendasar dari suatu standar manajemen aset.

Dimensi pertama adalah tahun rilis dan lembaga penerbit, yang ditelaah untuk memahami latar belakang historis serta kerangka institusional yang membentuk pengembangan masing-masing standar. Selanjutnya, aspek struktur dokumen dan cakupan pembahasan dianalisis guna mengetahui sejauh mana standar-standar tersebut mencakup seluruh siklus hidup aset, mulai dari perencanaan hingga evaluasi dan perbaikan.

Dimensi ketiga berfokus pada pendekatan manajerial yang diadopsi oleh masing-masing standar, termasuk apakah pendekatan tersebut berbasis sistem, berbasis risiko, atau mengintegrasikan prinsip keberlanjutan. Selain itu, aspek fleksibilitas penerapan turut dievaluasi untuk menilai sejauh mana standar dapat diadaptasi oleh berbagai tipe organisasi dengan karakteristik dan sektor yang beragam.

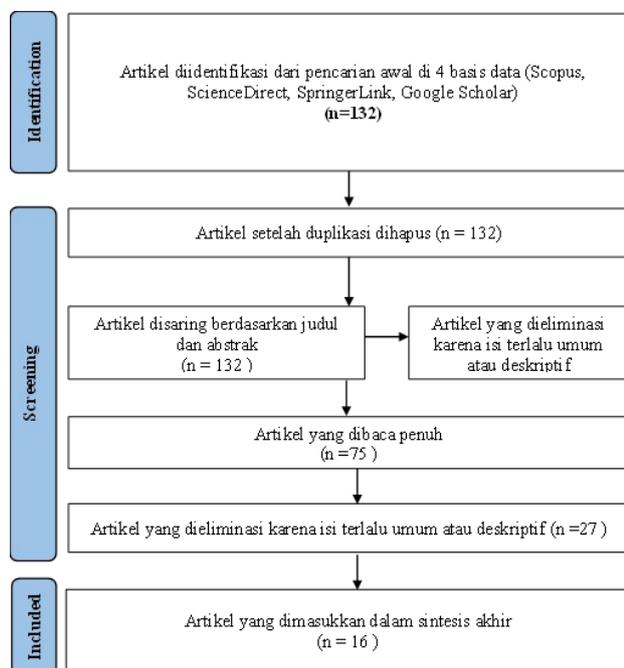
Terakhir, perhatian diberikan pada ketersediaan instrumen pendukung, seperti panduan implementasi, alat bantu penilaian mandiri (*self-assessment tools*), model kematangan (*maturity models*), serta sumber daya teknis lainnya yang mendukung proses penerapan dan evaluasi standar secara praktis.

Hasil dari analisis ini disajikan dalam bentuk narasi yang komprehensif serta tabel komparatif, guna memberikan visualisasi yang lebih jelas terhadap perbedaan dan karakteristik unik dari masing-masing pendekatan yang dianalisis.

Visualisasi Proses Seleksi (PRISMA Flowchart)

Sebagai bentuk transparansi metode SLR, proses seleksi artikel divisualisasikan menggunakan diagram *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*. Gambar 1 menampilkan jumlah artikel pada tiap tahap seleksi, mulai dari identifikasi awal hingga artikel akhir yang

digunakan dalam analisis. Diagram ini memudahkan pembaca untuk menelusuri proses penyaringan yang sistematis dan mengidentifikasi alasan eksklusi pada setiap tahap. Dengan demikian, validitas metodologi



dapat ditinjau secara terbuka dan replikasi studi oleh peneliti lain menjadi lebih memungkinkan.

Gambar 1. Diagram Alur Seleksi Artikel Menggunakan PRISMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil sintesis dari 16 artikel yang dianalisis melalui pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* menunjukkan bahwa ketiga standar manajemen aset fisik yaitu PAS 55, ISO 55001, dan IAM Framework yang menggambarkan evolusi pendekatan pengelolaan aset dari model berbasis praktik industri menuju sistem manajemen formal dan evaluatif. Masing-masing standar memiliki karakteristik unik dalam hal asal-usul institusional, struktur dokumen, pendekatan manajerial, fleksibilitas penerapan, serta ketersediaan instrumen pendukung. Kelima dimensi tersebut menjadi fokus utama dalam analisis komparatif ini.

Dari sisi sejarah dan lembaga pengembang, PAS 55 merupakan tonggak awal dalam penyusunan standar manajemen aset modern. Dikembangkan oleh British Standards Institution (BSI) pada tahun 2004 dan direvisi

pada 2008, PAS 55 dirancang untuk memenuhi kebutuhan sektor industri berat, seperti energi, utilitas air, dan transportasi. ISO 55001 kemudian hadir pada tahun 2014 sebagai respons terhadap perlunya harmonisasi global terhadap praktik manajemen aset. Standar ini dikembangkan oleh International Organization for Standardization (ISO), dengan cakupan yang lebih luas dan mengadopsi prinsip manajemen sistem berbasis siklus PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Sementara itu, IAM Framework disusun oleh Institute of Asset Management sebagai pedoman praktik yang berfokus pada peningkatan kapabilitas organisasi secara progresif, bukan sebagai standar untuk sertifikasi formal.

Struktur dokumen ketiga pendekatan tersebut juga menunjukkan variasi yang signifikan. PAS 55 terdiri dari 28 persyaratan utama yang menekankan pengelolaan aset berbasis siklus hidup (*lifecycle-based*) dan integrasi antara strategi, risiko, dan pengambilan keputusan berbasis data. ISO 55001 memiliki struktur 10 klausul utama yang mencakup konteks organisasi, kepemimpinan, perencanaan, operasional, hingga evaluasi dan peningkatan berkelanjutan, menjadikannya sistem yang kompatibel dengan standar ISO lainnya seperti ISO 9001 (mutu) dan ISO 14001 (lingkungan). IAM Framework menyusun pengelolaan aset ke dalam 6 subject areas dan 39 aktivitas inti, yang mencakup seluruh aspek dari kebijakan, strategi, pengambilan keputusan, hingga manajemen perubahan.

Dalam hal pendekatan manajerial, PAS 55 menerapkan model integratif berbasis hasil (*outcome-based*), yang sangat aplikatif di sektor-sektor teknis yang membutuhkan efisiensi pengelolaan aset strategis. ISO 55001 menekankan sistem manajemen formal yang dapat diaudit secara eksternal dan memungkinkan pelaporan yang terdokumentasi. IAM Framework menggunakan pendekatan evaluatif dan kapabilitas-based, mendorong organisasi untuk memulai dari penilaian mandiri dan meningkatkan kematangan melalui tahapan bertingkat.

Adapun dimensi fleksibilitas penerapan menunjukkan bahwa ISO 55001 lebih adaptif untuk diterapkan secara lintas sektor, baik publik maupun swasta, karena kerangka kerjanya bersifat generik namun sistematis. PAS 55 terbatas pada sektor dengan infrastruktur fisik besar dan regulasi ketat, sedangkan IAM

Framework paling sesuai bagi organisasi yang baru membangun sistem manajemen aset, atau yang ingin melakukan *benchmarking* internal sebelum menuju sertifikasi ISO.

Perbedaan signifikan juga tampak pada aspek instrumen pendukung. PAS 55 tidak menyediakan alat bantu evaluatif yang terstruktur. Sebaliknya, ISO 55001 dilengkapi dengan panduan teknis ISO 55002 dan mendukung pelaksanaan audit formal. IAM

Framework memberikan sejumlah alat bantu yang kuat, seperti *IAM Maturity Scale* dan *SAM+ (Self-Assessment Methodology Plus)*, yang sangat berguna untuk pengukuran tingkat kematangan dan pengembangan strategi peningkatan secara bertahap.

Tabel 1 berikut merangkum hasil perbandingan antar ketiga standar berdasarkan lima dimensi tersebut:

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Tiga Standar Manajemen Aset

Aspek	PAS 55	ISO 55001	IAM Framework
Tahun Rilis	2004 (revisi 2008)	2014	2008 – sekarang
Penerbit	<i>BSI (British Standards Institution)</i>	<i>ISO (International Organization for Standardization)</i>	<i>Institute of Asset Management (IAM)</i>
Pendekatan	Integratif, berbasis hasil (<i>outcome-based</i>)	Sistematis, berbasis PDCA	Evaluatif, berbasis kapabilitas
Fokus	Sektor utilitas dan industri berat	Umum, semua jenis organisasi	Pengembangan internal organisasi
Struktur	28 persyaratan utama	10 klausul sistem manajemen	6 area utama, 39 aktivitas manajemen aset
Instrumen Pendukung	Tidak tersedia	Audit formal, kebijakan dan prosedur organisasi	<i>SAM+, IAM Maturity Scale, Self-Assessment Tool</i>

Hasil kajian ini menegaskan bahwa tidak ada satu standar yang unggul secara universal. Pilihan pendekatan sangat bergantung pada tujuan organisasi, tingkat kematangan sistem manajemen aset yang dimiliki, dan kapasitas sumber daya yang tersedia. Beberapa artikel (Bigdeli, 2016; Parra et al., 2021) menunjukkan bahwa organisasi di sektor transportasi dan energi cenderung menggabungkan penggunaan IAM Framework untuk proses diagnosis dan pengembangan internal, sebelum beralih ke ISO 55001 sebagai standar kepatuhan yang terdokumentasi.

Dengan demikian, kombinasi antara *IAM Framework* sebagai alat penilaian kapabilitas internal, dan ISO 55001 sebagai sistem manajemen formal yang dapat disertifikasi, dinilai sebagai strategi berlapis yang efektif untuk organisasi yang ingin membangun sistem manajemen aset yang adaptif sekaligus akuntabel. Pendekatan ini juga memungkinkan organisasi untuk menjalankan proses perbaikan berkelanjutan berbasis evaluasi diri yang terarah dan terukur.

SIMPULAN DAN SARAN

Kajian ini menyajikan analisis komparatif terhadap tiga pendekatan utama dalam manajemen aset fisik, yaitu PAS 55, ISO 55001, dan IAM Framework, dengan menelaahnya melalui lima dimensi kunci: latar belakang institusional, struktur dokumen, pendekatan manajerial, fleksibilitas penerapan,

serta ketersediaan instrumen pendukung. Hasil sintesis dari 16 artikel ilmiah yang dianalisis menunjukkan bahwa ketiga pendekatan tersebut memiliki karakteristik, kekuatan, dan batasan masing-masing, yang menjadikannya relevan untuk konteks organisasi dan sektor yang berbeda.

PAS 55 memberikan fondasi awal yang kuat bagi sektor industri berat dan utilitas, dengan penekanan pada pengelolaan siklus hidup aset dan keterkaitannya dengan strategi organisasi. ISO 55001, sebagai pengembangan formal dari PAS 55, menawarkan kerangka sistem manajemen yang terstandarisasi dan kompatibel secara lintas fungsi, menjadikannya sangat cocok bagi organisasi yang menginginkan struktur pengelolaan aset yang terdokumentasi dan dapat diaudit secara eksternal. Sementara itu, IAM Framework lebih fleksibel dan bersifat kapabilitas-based, menyediakan alat bantu evaluasi diri yang sangat berguna bagi organisasi yang berada pada tahap awal pengembangan sistem manajemen aset atau yang membutuhkan pendekatan pembelajaran bertahap.

Berdasarkan temuan ini, dapat disimpulkan bahwa tidak ada satu standar yang superior secara absolut, melainkan efektivitas penerapannya sangat dipengaruhi oleh tingkat kematangan organisasi, sektor industri tempat organisasi beroperasi, serta tujuan jangka panjang pengelolaan aset. Oleh karena itu, pendekatan kombinatorial yang mengintegrasikan

IAM Framework sebagai alat diagnosis dan peningkatan kapabilitas, serta ISO 55001 sebagai sistem manajemen aset formal yang terstandarisasi, merupakan strategi yang direkomendasikan dalam banyak kasus, terutama bagi organisasi sektor publik dan sektor infrastruktur yang sedang dalam proses transformasi.

Saran

Temuan dalam kajian ini membuka peluang penting bagi pengembangan penelitian lanjutan di bidang manajemen aset fisik. Salah satu arah yang dapat dikembangkan adalah perluasan ruang lingkup studi dengan memasukkan standar atau kerangka kerja lain, seperti ISO 55001 atau model dari GFMAM, guna membandingkan dimensi kapabilitas, kepatuhan, dan integrasi strategis secara lebih menyeluruh.

Selain itu, kajian ini menunjukkan perlunya pendekatan evaluatif yang lebih aplikatif dan kontekstual. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk merancang model evaluasi hibrid yang menggabungkan struktur sistematis ISO 55001 dengan pendekatan berbasis kapabilitas dari IAM Framework. Model ini dapat divalidasi melalui studi kasus multipel lintas sektor, untuk menilai efektivitas penerapan standar dalam konteks riil organisasi.

Penggunaan metode bibliometrik atau analisis kutipan juga dapat menjadi strategi lanjutan untuk memetakan perkembangan topik, mengidentifikasi kesenjangan literatur, dan membangun landasan teoritis yang lebih kuat. Terakhir, penting bagi peneliti Indonesia untuk mendokumentasikan praktik manajemen aset lokal melalui publikasi ilmiah yang berbasis data empiris, guna memperkuat posisi keilmuan nasional dalam diskursus global manajemen aset.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Indonesia, khususnya kepada dosen pembimbing dan rekan sejawat yang telah memberikan masukan selama proses penyusunan artikel ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada panitia SEMNASTEK 2025 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan untuk mempublikasikan karya ilmiah ini.

Penghargaan setinggi-tingginya juga disampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) – Kementerian Keuangan Republik Indonesia, atas dukungan pembiayaan pendidikan yang telah memungkinkan penulis untuk menjalankan proses studi.

Dukungan literatur dan akses referensi melalui berbagai sumber akademik turut berperan penting dalam proses penulisan artikel ini. Semoga karya ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan penelitian dan praktik manajemen aset di berbagai sektor.

DAFTAR PUSTAKA

- Honert, V.D., Schoeman, J.S. & Vlok, P.J. 2013. Correlating the content and context of PAS 55 with the ISO 55000 series. *South African Journal of Industrial Engineering*, 24(2): 24–32.
- Ma, Z., Zhou, L. & Sheng, W. 2014. Analysis of the new asset management standard ISO 55000 and PAS 55. *China International Conference on Electricity Distribution (CICED)*, 1668–1674.
- Parida, A. & Stenström, C. 2016. Asset performance evaluation: A recipe for success or failure. *Proceedings of the COMADEM 2016*.
- Standards Norway. 2011. Risk based maintenance and consequence classification: NOR-SOK Standard Z-008 (3rd edition). Oslo: Standards Norway.
- Wireman, T. 2004. *Benchmarking Best Practices in Maintenance Management*. New York: Industrial Press Inc.
- International Organization for Standardization. 2014. *ISO 55000: Asset Management – Overview, Principles and Terminology*. Geneva: ISO.
- Okoh, P., Schjølberg, P. & Wilson, A. 2016. AMMP: A new maintenance management model based on ISO 55000. *Infrastructure Asset Management*, 3(1): 21–28.
- Albalghouni, A., Alkatheeri, F., Elbaioumy, N., Albaiti, W., Alsyouf, I., Shamsuzzaman, M. & Hamdan, S. 2018.

- Challenges of implementing ISO 55000: A case study from an educational institute. *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, 2338–2343.
- Bigdeli, B. 2016. ISO 55001 accreditation at Airportlink tunnelled-motorway: A services company journey. IET Conference Publication, 1–6.
- Abe, Y. & Mizutani, T. 2016. Internal audit, certification and maturity assessment based on ISO 55001 in Sendai wastewater utility, Japan. *Water Practice and Technology*, 11(4): 822–828.
- da Silva, R.F., de A. Melani, A.H., de C. Michalski, M.A., de Souza, G.F.M., Nabeta, S.I. & Hamaji, F.H. 2020. Defining maintenance performance indicators for asset management based on ISO 55000 and balanced scorecard: A hydropower plant case study. *Proc. of the 30th European Safety and Reliability Conference*.
- Kosieradzka, A. 2017. Maturity model for production management. *Procedia Engineering*, 182: 342–349.
- Parra, C., González-Prida, V., Candón, E., De la Fuente, A., Martínez-Galán, P. & Crespo, A. 2021. Integration of asset management standard ISO 55000 with a maintenance management model. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 189–200.
- Zaman, M.B., Semin, Pitana, T., Siswantoro, N. & Hanugrah, F. 2020. Application of reliability-centered maintenance for tugboat Kresna 315 cooling system. *Journal of Southwest Jiaotong University*, 55(4).
- International Organization for Standardization. 2014. ISO 55001: Asset Management – Management Systems – Requirements. Geneva: ISO.
- International Organization for Standardization. 2018. ISO 55002: Asset Management — Management Systems – Guidelines for the Application of ISO 55001. Geneva: ISO.