

Tinjauan pelaksanaan ISO 37122 dalam pengurusan pencapaian bandar pintar di Malaysia

Zainol Mustafa, Nur Riza Mohd Suradi, Zamira Hasanah Zamzuri, Norhishah Elias

Jabatan Sains Matematik, Fakulti Sains & Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Norhishah Elias (email: hishah@ukm.edu.my)

Received: 6 November 2025; Accepted: 11 February 2026; Published: 21 May 2026

Abstrak

Piawaian ISO 37122:2019 merupakan sukatan antarabangsa yang dibangunkan khusus untuk menilai prestasi bandar pintar melalui indikator berasaskan teknologi dan data masa nyata. Kajian ini bertujuan meneliti pemakaian ISO 37122 dalam konteks Malaysia dengan menumpukan kepada keberkesanan, cabaran dan kesesuaian indikator yang diguna pakai dalam menilai pencapaian bandar pintar. Kajian ini menggunakan tinjauan literatur naratif dan analisis kandungan secara kualitatif terhadap dokumen piawaian, laporan kerajaan serta kajian terdahulu berkaitan pelaksanaan ISO 37122 di peringkat tempatan dan global. Hasil kajian mendapati bahawa ISO 37122 merupakan alat yang diiktiraf di peringkat global sebagai alat dalam mengukur pencapaian bandar pintar di sesebuah negara dengan cakupan indikator penilaian bagi semua domain bandar pintar. ISO 37122 juga dilihat mempunyai kekuatan dan keupayaan berbanding piawaian penilaian prestasi bandar pintar yang lain. Pemakaian piawaian ini di Malaysia pula adalah sejajar dengan visi dan misi Rangka Kerja Bandar Pintar Malaysia (MSCF) namun terdapat beberapa cabaran yang perlu diatasi agar sesuai dengan konteks tempatan. Kajian ini merumuskan bahawa kejayaan pemakaian ISO 37122 di Malaysia memerlukan penyesuaian indikator secara fleksibel, sokongan institusi yang kukuh dan peningkatan hubungan pihak berkepentingan dalam pengurusan bandar. Kajian ini mempunyai implikasi praktikal dengan menyediakan panduan strategik kepada pembuat dasar dan pihak berkuasa tempatan dalam menilai serta memperkukuh pencapaian bandar pintar di Malaysia secara lebih tersusun berasaskan ISO 37122 dan bersesuaian dengan konteks tempatan.

Kata kunci: Bandar pintar, ISO 37122, pengukuran prestasi, pengurusan bandar, piawaian antarabangsa, Rangka Kerja Bandar Pintar Malaysia (MSCF)

A review of ISO 37122 implementation in managing smart city performance in Malaysia

Abstract

The ISO 37122:2019 standard is an international framework specifically developed to assess smart city performance using technology-based and real-time data indicators. This study aims to examine the application of ISO 37122 within the Malaysian context, focusing on the effectiveness, challenges and suitability of the indicators used in evaluating smart city achievements. This study employs a narrative literature review and qualitative content analysis of standardization documents, government reports, and previous studies related to the implementation of ISO 37122 at both local and global level. The findings reveal that ISO 37122 is internationally recognized as a comprehensive tool for measuring smart city performance across various domains. Compared to other performance assessment standards, ISO 37122 demonstrates greater strength and capability. Its implementation in Malaysia aligns with the vision and mission of the Malaysia Smart City Framework (MSCF). However, several challenges must be addressed to ensure contextual relevance. The study concludes that successful adoption of ISO 37122 in Malaysia requires flexible adaptation of indicators, strong institutional support and enhanced stakeholder collaboration in urban governance. This study has practical implications by providing strategic guidance to policymakers and local authorities in assessing and strengthening smart city performance in Malaysia in a more structured manner, based on ISO 37122 and aligned with the local context.

Keyword: Smart city, ISO 37122, performance measurement, urban management, international standard, Malaysia Smart City Framework (MSCF)

Pengenalan

Pembangunan bandar pintar kini menjadi tumpuan utama di peringkat global sebagai tindak balas terhadap tekanan urbanisasi yang semakin meningkat dan isu perubahan iklim (Karatzimas, 2024). Pendekatan ini bukan sekadar tertumpu kepada penerapan teknologi moden, malah ia turut memberi penekanan kepada aspek pengurusan bandar yang cekap, berkesan dan mampan (Bifulco et al., 2016). Dalam usaha mencapai matlamat pembangunan bandar yang efisien, aspek pengukuran prestasi bandar pintar adalah amat signifikan kerana ia membantu menilai keupayaan bandar memenuhi keperluan penduduknya (Manoharan et al., 2023). Kerangka piawaian antarabangsa seperti ISO 37120:2018 dan ISO 37122:2019 boleh digunakan sebagai panduan utama kerana indikator yang ditawarkan meliputi komponen ekonomi, tenaga, alam sekitar, keselamatan, serta perancangan bandar (Kristiningrum & Kusumo, 2021).

Menurut Lacson et al. (2023), negara-negara sedang membangun pula berdepan dengan pelbagai kekangan, terutamanya dari aspek kecukupan sumber dan infrastruktur dalam usaha mengukur kecekapan bandar pintar. Namun, penggunaan piawaian seperti ISO 37122 membolehkan penyesuaian indikator global dilaksanakan berdasarkan konteks tempatan (Estevez et al., 2021) yang disesuaikan dengan keperluan sesebuah negara. Melalui pendekatan yang menekankan indikator ekonomi dan sosial, banyak bandar di negara membangun berjaya

meningkatkan tahap daya saing serta mutu kehidupan penduduknya (Lacson et al., 2023). Menurut Estevez et al. (2021), piawaian seperti ISO 37120 dan ISO 37122 juga boleh memainkan peranan penting dalam memastikan bahawa teknologi yang digunakan tidak hanya mementingkan aspek ekonomi semata-mata, tetapi turut memberi manfaat kepada kesejahteraan sosial serta pemeliharaan alam sekitar, sejajar dengan prinsip pembangunan lestari

Di Malaysia, Jabatan Perancangan Bandar dan Desa atau PLANMalaysia telah mengadaptasi ISO 37122 menjadi Piawaian Rasmi Malaysia (MS ISO 37122:2019) untuk digunakan di Malaysia, Piawaian ini telah digunapakai secara 'identical adoption (IDT)' dan dinamakan semula sebagai MS ISO 37122:2019 yang membuktikan kesediaan Malaysia untuk menyelaraskan pembangunan bandar pintarnya dengan piawaian antarabangsa (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022). Fungsi piawaian MS ISO 37122 kepada Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) adalah bertujuan:

- a. Menyediakan penanda aras untuk prestasi bandar pintar.
- b. Memudahkan pengukuran dan pemantauan penyampaian perkhidmatan bandar.
- c. Menyokong perancangan bandar berdasarkan data.
- d. Meningkatkan pengurusan dan kelestarian bandar melalui pendekatan pintar.

Di samping itu, piawaian MS ISO 37122 berperanan dalam pengurusan strategik seperti dalam aspek perancangan projek bandar pintar, penilaian tahap kematangan, pengiktirafan dan status bandar pintar (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022). Piawaian ini meliputi pelbagai bidang utama seperti infrastruktur, perkhidmatan awam, keselamatan, teknologi maklumat, mobiliti, alam sekitar, serta penglibatan masyarakat (Eissa & El-Nahas, 2021). Meskipun ISO 37122 semakin mendapat tempat di peringkat global, pelaksanaannya di negara sedang membangun seperti Malaysia masih berdepan dengan pelbagai halangan termasuk kekangan sumber, ketidakpadanan indikator dengan keperluan tempatan, tahap kesediaan teknologi yang belum menyeluruh, dan kurangnya kefahaman dalam kalangan pihak berkepentingan terhadap aplikasi piawaian ini (Lacson et al., 2023).

Oleh itu, kajian ini bertujuan untuk menjalankan tinjauan naratif terhadap literatur sedia ada yang membincangkan ISO 37122 sebagai alat pengukuran prestasi bandar pintar di peringkat global dan Malaysia. Tinjauan ini akan meneliti latar belakang piawaian, aplikasi dalam pelbagai konteks, domain dan indikator yang digariskan, serta kekuatan dan kelemahan yang dikenal pasti dalam pemakaian dan pelaksanaannya. Selain itu, kajian ini juga akan mengenal pasti cabaran penggunaan piawaian ISO 37122 yang dihadapi di peringkat global, serta cadangan penambahbaikan yang telah dijelaskan oleh pengkaji lepas agar pelaksanaannya lebih berkesan dan relevan dengan keperluan tempatan khususnya di Malaysia.

Dapatan daripada kajian ini, akan memberikan panduan pelaksanaan kepada pembuat dasar dan pelaksanaan rangka kerja bandar pintar terutamanya di Malaysia dalam menilai pencapaian bandar pintar dengan menggunakan piawaian ISO 37122. Ia juga akan dapat memberikan tanda aras kekuatan, kelemahan dan kesesuaian penggunaan piawaian ISO 37122 sebagai alat mengukur prestasi bandar pintar di Malaysia.

Sorotan literatur

Pengukuran prestasi bandar pintar berasaskan ISO 31722

Piawaian ISO 37122:2019 merupakan sebahagian daripada siri piawaian antarabangsa bagi bandar pintar yang dikenali sebagai siri piawaian ISO 37100 (International Organization for Standardization, 2019). Piawaian ini menyediakan garis panduan dan saranan kepada pihak berkuasa tempatan dan perancang bandar untuk menilai dan menambah baik kelestarian dan kecekapan serta kualiti hidup di kawasan bandar melalui penerapan teknologi dan amalan pintar (Midor & Plaza, 2020). ISO 37122 dibangunkan bagi mengisi jurang dalam kerangka sedia ada seperti *International Telecommunication Union (ITU)* dengan memberi fokus khusus kepada senario pintar iaitu pendekatan yang mengintegrasikan teknologi terkini untuk meningkatkan prestasi serta pengurusan perkhidmatan dan infrastruktur bandar (Kristiningrum & Kusumo, 2021). Piawaian ini juga melengkapi ISO 37120 yang menumpukan kepada indikator perkhidmatan bandar dan kualiti hidup, dengan mengambil kira ciri serta keperluan unik bandar pintar (Mahrooqi & Backhouse, 2020).

ISO 37122 menekankan keperluan kepada satu set indikator piawai untuk mengukur pelbagai aspek dalam pengurusan bandar seperti pengangkutan, bekalan tenaga, pengurusan sisa dan keselamatan awam (International Organization for Standardization, 2019). Tujuannya adalah untuk mendorong pembuatan keputusan berasaskan data yang membolehkan bandar bertindak balas terhadap perubahan dan cabaran terutamanya dalam konteks urbanisasi pesat dan kemajuan teknologi. Disamping itu, kajian oleh Mahrooqi dan Backhouse (2020) menerangkan bagaimana piawaian ini juga boleh digunakan untuk membentuk rangkaian yang saling berhubung sekali gus meningkatkan pengalaman pengangkutan bagi penduduk dalam domain mobiliti pintar.

Salah satu tema utama dalam ISO 37122:2019 ialah penekanan terhadap pengurusan data sebagai teras kepada bandar pintar (Tampubolon et al., 2021). Proses pengumpulan, pemprosesan dan analisis data merupakan asas dalam memahami cabaran bandar serta merangka penyelesaian yang berkesan (Lobato et al., 2021). Piawaian ini menggalakkan bandar untuk mengamalkan tadbir urus data yang mantap dengan mengintegrasikan maklumat dari pelbagai sumber bagi menghasilkan analisis yang lebih bermakna yang kemudiannya dapat meningkatkan kecekapan dan kelestarian (Rabito et al., 2022).

Selain itu, ISO 37122 turut mengambil pendekatan menyeluruh dengan mengiktiraf dimensi sosio-ekonomi kehidupan bandar dengan menekankan kepentingan melibatkan pelbagai pihak berkepentingan termasuk penduduk, perniagaan tempatan dan agensi kerajaan dalam merancang dan melaksanakan inisiatif bandar pintar (New South Wales Government, 2021). Pendekatan inklusif ini menjelaskan bahawa keberkesanan polisi bandar bergantung kepada penglibatan dan kerjasama semua pihak dalam memastikan penyelesaian yang dibangunkan benar-benar memenuhi keperluan komuniti (Mutavdžija, 2024; Przybyłowski et al., 2022). Strategi ini juga menyumbang kepada ketahanan dan daya tindak bandar dalam jangka panjang.

Pematuhan kepada ISO 37122 membolehkan pihak perancang bandar menilai strategi bandar pintar mereka berdasarkan penanda aras antarabangsa (Eber da Silva et al., 2018). Piawaian ini menyediakan kerangka yang berguna untuk menilai kemajuan dan menjadi alat pengukuran prestasi bagi bandar yang ingin mengukuhkan keupayaan pintar mereka (Yigitcanlar et al., 2022). Dengan adanya metrik yang diiktiraf, bandar dapat membuat perbandingan antara satu sama lain serta mengenal pasti kekuatan dan kelemahan sistem sedia ada (Tampubolon et al., 2021 & Poveda 2023). Melalui pematuan kepada protokol piawai, bandar juga lebih berupaya menyelaraskan

tindakan mereka dengan matlamat kelestarian global dan meningkatkan daya tarikan kepada pelabur serta bakat (Koman et al., 2022).

Satu lagi komponen penting ISO 37122 ialah penekanan terhadap integrasi teknologi pintar seperti Internet benda (IoT), analitik data besar dan kecerdasan buatan (AI) (Mahrooqi & Backhouse, 2020). Teknologi ini memainkan peranan utama dalam menganalisis data bandar, mengoptimumkan perkhidmatan, serta meningkatkan kecekapan operasi (Kamolov & Teteryatnikov, 2020; Daousis et al., 2024). Piawaian ini menggalakkan bandar untuk mengadaptasi teknologi tersebut dalam proses transformasi mereka ke arah persekitaran bandar pintar yang mampan, cekap, dan mesra penduduk. Kajian juga menunjukkan bahawa penyesuaian ini penting untuk memenuhi keperluan penduduk dan pihak berkepentingan (Lobato et al., 2021). Di Bahrain, kajian dengan menggunakan indikator ISO 37122 mendapati hubungan langsung antara keperluan asas seperti infrastruktur dan kualiti hidup dengan prestasi bandar pintar, menekankan keperluan untuk pendekatan yang peka terhadap budaya dan nilai setempat (Khalifa, 2021).

Latar belakang piawaian ISO 37122

Piawaian antarabangsa seperti ISO 37122 telah diperkenalkan untuk menyediakan kerangka pengukuran prestasi bandar pintar yang berstruktur dan piawaian (International Organization for Standardization, 2019) ISO 37122 memberi tumpuan kepada indikator kuantitatif dan kualitatif yang mencakupi pelbagai dimensi seperti tadbir urus pintar, ekonomi pintar, mobiliti pintar, manusia pintar, kehidupan pintar dan persekitaran pintar (International Organization for Standardization, 2019). Piawaian ini menawarkan panduan kepada bandar untuk mengukur keberkesanan inisiatif mereka dan membandingkan pencapaian mereka di peringkat global (Kamal & Soyer, 2024).

ISO 37122:2019 ialah satu piawaian yang diterbitkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO) yang menyediakan rangka kerja untuk mengukur prestasi bandar pintar melalui satu set indikator yang komprehensif. Dikeluarkan pada Mei 2019, piawaian ini dibangunkan daripada piawaian terdahulu, ISO 37120, yang memberi tumpuan kepada perkhidmatan bandar dan kualiti hidup (International Organization for Standardization, 2019). Pengenalan ISO 37122 bertujuan meningkatkan keupayaan bandar untuk melaksanakan teknologi pintar, sekaligus memperbaiki tadbir urus, penyampaian perkhidmatan, dan kelestarian dalam persekitaran bandar (Mahrooqi & Backhouse, 2020). ISO 37122 juga merupakan salah satu piawaian yang dikeluarkan di bawah keluarga piawaian bandar dan komuniti lestari ISO 37100 (International Organization for Standardization, 2018).

Konsep bandar pintar yang berkembang menggabungkan teknologi dengan pengurusan bandar mendorong pembangunan piawaian ISO 37122 yang menetapkan penanda aras prestasi dan mempromosikan amalan terbaik dalam pembangunan mampan (Poveda, 2023). Ketika semakin banyak bandar menggunakan penyelesaian digital untuk menangani isu seperti kesesakan lalu lintas, pencemaran, dan ketidakseimbangan sosial, keperluan untuk kaedah penilaian yang tersusun bagi membandingkan inisiatif ini di pelbagai konteks bandar menjadi semakin jelas (Tampubolon et al., 2021).

Sebelum ISO 37122, beberapa dokumen dan perbincangan telah meletakkan asas untuk mentakrifkan persekitaran bandar pintar. Awalnya piawaian ISO 37120:2018, menetapkan satu set indikator untuk mengukur kualiti perkhidmatan bandar, yang penting untuk penilaian asas (Koman et al., 2022). Namun begitu, para pihak berkepentingan memerlukan panduan yang lebih khusus dalam bidang teknologi pintar, yang membawa kepada pembangunan ISO 37122 merangkumi

indikator khusus untuk menilai keberkesanan teknologi digital, pengurusan data, dan mekanisme penglibatan warga, justeru menggalakkan penyelesaian pintar bagi sistem bandar yang kompleks (Koman et al., 2022).

Pembangunan ISO 37122 turut dipengaruhi oleh gerakan kemampanan global, termasuk komitmen dalam Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022). Penjajaran ISO 37122 dengan matlamat ini menekankan kepentingannya dalam mempromosikan strategi bersepadu untuk pengurusan bandar lestari dan daya tahan terhadap cabaran seperti perubahan iklim (Poveda, 2023; Ramirez et al., 2021). Ia menggalakkan bandar bukan sahaja mengamalkan amalan inovatif tetapi juga mengukur keberkesanannya dalam menyampaikan kehidupan bandar yang berkualiti secara bertanggungjawab terhadap alam sekitar.

Sejak dilancarkan, ISO 37122 telah mendapat sambutan daripada bandar yang ingin mempertingkatkan kerangka bandar pintar mereka (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022). Ia menyediakan satu set indikator menyeluruh sebanyak 80 indikator merentasi pelbagai sektor, termasuk pengangkutan, tenaga, dan keselamatan awam, yang boleh digunakan untuk pengumpulan data dan penilaian prestasi (Aziz et al., 2024; Kristiningrum & Kusumo, 2021). Pilihan yang luas ini membolehkan bandar dari pelbagai saiz dan kapasiti untuk melaksana dan menyesuaikan indikator mengikut keadaan mereka, sekaligus menggalakkan pendekatan pengurusan bandar yang boleh diubah suai (Aziz et al., 2024).

Secara keseluruhannya, piawaian ini menyokong pelaksanaan dasar pintar, peningkatan perkhidmatan, kelestarian inovatif, serta pembangunan ekonomi yang dinamik (Eber da Silva et al., 2018). Digunakan bersama ISO 37120 dan ISO 37123 ia menyediakan kerangka holistik yang merangkumi aspek kelestarian, kepintaran dan ketahanan bandar, sejajar dengan keperluan transformasi digital dan pengurusan berasaskan data dalam konteks bandar moden (Lai et al., 2020).

Metodologi kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur naratif yang digabungkan dengan analisis kandungan secara kualitatif, bagi meneliti pelaksanaan piawaian ISO 37122 dalam konteks pembangunan bandar pintar di Malaysia. Pendekatan ini dipilih bagi membolehkan penilaian yang mendalam terhadap pelbagai sumber data sekunder, merangkumi perspektif akademik, teknikal, dan dasar semasa. Pengumpulan data dilakukan melalui pencarian sumber sekunder daripada pangkalan data ilmiah dalam talian seperti Web of Science (WoS), Scopus dan ResearchGate. Kata kunci pencarian yang digunakan termasuk “ISO 37122”, “Smart City Indicator”, “Smart City Performance Measurement”, “Smart City Assessment” dan “Bandar Pintar di Malaysia”, serta kombinasi carian yang berkaitan. Di samping itu, pencarian turut melibatkan laman sesawang rasmi agensi seperti Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Malaysia (PLANMalaysia), *International Organization for Standardization* (ISO) dan Jabatan Standard Malaysia (JSM), serta institusi lain yang terlibat dalam pelaksanaan dan pemantauan pembangunan bandar pintar di Malaysia. Langkah ini bertujuan memastikan data yang diperoleh merangkumi kedua-dua dimensi akademik dan dasar semasa.

Secara keseluruhan, sebanyak 68 dokumen telah dikenal pasti melalui proses pencarian awal. Proses saringan secara manual telah dijalankan bagi memastikan hanya dokumen yang

memenuhi kriteria pemilihan utama digunakan dalam analisis. Antara kriteria pemilihan yang telah digunakan adalah:

- a. Dokumen mesti berkait secara langsung dengan piawaian ISO 37122, bandar pintar, atau penilaian prestasi bandar.
- b. Sumber termasuk artikel jurnal akademik, laporan rasmi kerajaan, dokumen piawaian, dan terbitan agensi antarabangsa.
- c. Akses penuh kepada dokumen diperlukan bagi membolehkan analisis kandungan yang menyeluruh.

Hasil daripada proses ini, sebanyak 44 dokumen utama telah dipilih untuk dianalisis secara mendalam. Dokumen ini telah dikelaskan kepada tiga kategori utama bagi menggambarkan kepelbagaian sumber dan kekuatan data yang digunakan:

- a. Artikel jurnal akademik (n = 31), merangkumi hasil penyelidikan empirikal, kajian kes, dan artikel ulasan sistematik yang berkaitan dengan pelaksanaan bandar pintar, indikator prestasi, kerangka penilaian, dan penggunaan piawaian ISO 37120 dan ISO 37122 di peringkat tempatan dan antarabangsa.
- b. Prosiding persidangan (n = 6), melibatkan kertas kerja yang dibentangkan dalam persidangan akademik dan profesional, yang membincangkan pelbagai aspek pembangunan bandar pintar, pemilihan indikator, serta amalan terbaik pelaksanaan di pelbagai negara.
- c. Dokumen piawaian dan laporan dasar (n = 7), termasuk dokumen rasmi seperti ISO 37120 dan ISO 37122, dokumen piawaian Malaysia (MS ISO 37122:2019), serta laporan dasar dan garis panduan daripada agensi kerajaan berkaitan penarafan dan pembangunan bandar pintar di Malaysia.

Pemilihan yang seimbang ini membolehkan kajian menghasilkan analisis yang komprehensif, merangkumi wacana teori, aplikasi praktikal, dan sokongan dasar terhadap pelaksanaan ISO 37122 dalam konteks bandar pintar Malaysia. Seterusnya, analisis kandungan tematik dijalankan bagi mengenal pasti isu-isu utama berkaitan pelaksanaan ISO 37122. Proses ini melibatkan penyaringan maklumat berdasarkan tema berulang yang muncul dalam sumber rujukan, seperti yang dicadangkan oleh (Bengtsson, 2016). Hasil analisis menghasilkan enam tema utama:

- a. ISO 37122 sebagai alat penilaian dan pengukuran prestasi bandar pintar
- b. Domain dan indikator dalam piawaian ISO 37122
- c. Kekuatan dan kelemahan piawaian ISO 37122
- d. Pemakaian dan pelaksanaan piawaian (identical) MS ISO 37122 di Malaysia
- e. Cabaran pelaksanaan ISO 37122 di peringkat global dan Malaysia
- f. Cadangan penambahbaikan dan pelaksanaan piawaian dalam konteks global dan tempatan

Gabungan pendekatan ini membolehkan kajian mengemukakan analisis menyeluruh terhadap keberkesanan dan kesesuaian piawaian ISO 37122, serta mencadangkan strategi penyesuaian indikator yang lebih mampan dan berorientasikan konteks tempatan.

Keputusan dan perbincangan

ISO 37122 sebagai alat penilaian dan pengukuran prestasi bandar pintar

Penilaian prestasi bandar pintar memerlukan satu sistem pengukuran yang sistematik, berstruktur dan berasaskan bukti bagi memastikan perkhidmatan bandar dapat ditingkatkan secara efisien, inovatif dan inklusif. Salah satu kerangka piawaian yang diiktiraf di peringkat antarabangsa dalam usaha ini ialah ISO 37122:2019 – *Indicators for Smart Cities*. Menurut Estevez et al. (2021), ISO 37122 diperkenalkan sebagai tambahan kepada ISO 37120, khusus untuk menilai aspek "smartness" atau kepintaran bandar. Ia memberi penekanan kepada penggunaan teknologi dan inovasi untuk meningkatkan keberkesanan perkhidmatan bandar dan interaksi dengan penduduk. Estevez et al. (2021) juga menekankan bahawa ISO 37122 digabungkan bersama ISO 37120 (piawaian bagi bandar lestari) dan ISO 37123 (piawaian bagi ketahanan bandar) di bawah keluarga piawaian ISO 37100. Gabungan ini bertujuan menyediakan kerangka holistik untuk menilai prestasi bandar dari pelbagai dimensi kelestarian, kepintaran dan ketahanan.

Huovila et al. (2019) menekankan bahawa ISO 37122 memainkan peranan khusus dalam mengukur elemen bandar pintar, berbeza dengan ISO 37120 yang fokus kepada prestasi bandar dan ISO 37123 yang fokus kepada ketahanan bandar. Ketiga-tiganya adalah sebahagian daripada rangka kerja piawaian ISO 37100 dan dirancang untuk digunakan sebagai pelengkap antara satu sama lain. Kajian yang dijalankan oleh Eber da Silva et al. (2019) menekankan peranan ISO 37122 dalam penilaian tahap kematangan bandar dengan membangunkan *Sustainability Maturity Model (SMM)* yang menggunakan 75 indikator ISO 37122 untuk menilai tahap kemajuan bandar pintar secara sistematik telah membuktikan bahawa ISO 37122 boleh digunakan secara berkesan untuk menilai tahap kematangan bandar pintar melalui kaedah yang sistematik dan piawaian. Eber da Silva et al. (2018) juga menekankan pentingnya ISO 37122 sebagai piawaian global yang menyediakan indikator dan metodologi untuk mengukur prestasi bandar pintar. Ia memberi panduan kepada bandar untuk menilai pengurusan perkhidmatan perbandaran dan kualiti hidup.

Dari sudut aplikasi sebenar, Mahrooqi & Backhouse (2020) menunjukkan bahawa piawaian ISO menjadi rujukan utama dalam penilaian persekitaran, kualiti hidup, dan mobiliti bandar serta memperlihatkan sejauh mana indikator ISO 37122 digunakan dalam mengukur impak teknologi terhadap kesejahteraan masyarakat bandar dalam projek perintis bandar pintar di Knowledge Oasis Muscat, Oman. Kajian Eissa dan El-Nahas (2021) juga telah membandingkan pelbagai kerangka penilaian seperti ISO 37120 (bandar lestari), ISO 37122 (bandar pintar), piawaian *International Telecommunication Union (ITU)* dan *European Smart Cities Model*. Melalui kajian berkenaan menunjukkan bahawa ISO 37122 lebih sesuai menilai aspek teknologi dan inovasi berbanding ISO 37120 terutamanya dalam perkhidmatan bandar dan sistem maklumat di Mesir.

Eber da Silva et al. (2018) mengesahkan bahawa ISO 37122 diiktiraf sebagai satu-satunya piawaian antarabangsa yang secara spesifik ditujukan kepada penilaian bandar pintar, melengkapkan ISO 37120 dengan menekankan indikator berkaitan penggunaan teknologi moden, kepimpinan kolaboratif dan penglibatan sosial untuk kelestarian bandar. Kajian ini telah membandingkan ISO 37122 dengan 17 model kematangan bandar pintar lain dan ISO 37122 dikenal pasti sebagai paling komprehensif serta sesuai digunakan dalam pelbagai konteks. Ini diperkuatkan oleh penemuan Ulya et al. (2024) yang mengklasifikasikan ISO 37122 sebagai rujukan penting dalam kajian akademik dan kajian sistematik berkaitan indikator bandar pintar. Dapatan Ulya et al. (2024) juga mengenal pasti ISO 37122 termasuk dalam kalangan piawaian dan

model seperti *International Telecommunication Union (ITU)*, *British Standard Institution (BSI)* dan *CityKeys* yang sering dirujuk dalam kajian akademik berkaitan bandar pintar.

Pemakaian piawaian ISO 37122 ini sebagai *identical standard* di beberapa negara telah dijadikan asas kajian oleh Firmansyah et al. (2023), Mulyono et al. (2021) dan Lobato et al. (2021). Firmansyah et al. (2023) mengesahkan bahawa penggunaan SNI ISO 37122:2019 sebagai kerangka penilaian memberikan gambaran objektif terhadap tahap pembangunan bandar pintar di Kabupaten Sumedang, Indonesia. Namun, pelaksanaannya masih menghadapi cabaran besar dari segi ketersediaan data dan komitmen kerajaan. Manakala Mulyono et al. (2021) pula menyatakan bahawa Piawaian SNI ISO 37122:2019 digunakan sebagai asas model penilaian kematangan bandar pintar di Indonesia iaitu adaptasi tempatan bagi ISO 37122:2019. Lobato et al. (2021) pula menerangkan aplikasi piawaian ABNT NBR ISO 37122, versi Brazil bagi ISO 37122, dalam menilai prestasi bandar pintar di peringkat tempatan. Hasil kajian menyatakan ISO 37122 memudahkan penanda aras antara bandar dari pelbagai wilayah di Brazil dilaksanakan kerana piawaian ini menyediakan kerangka indikator seragam yang boleh dibanding secara objektif.

Beberapa kajian lain seperti Lacson et al. (2023) menyatakan bahawa ISO 37122 semakin diiktiraf secara global sebagai kerangka utama untuk menilai prestasi bandar pintar, khususnya dalam konteks pembangunan teknologi, perkhidmatan bandar, dan sistem data pintar. Kajian oleh Shi dan Shi (2023) pula telah mengenal pasti ISO 37122 sebagai salah satu daripada 26 rangka kerja penilaian bandar pintar yang dianalisis secara terperinci dalam kajian yang dijalankan. Ia tersenarai sebagai model ke-11 dalam senarai penilaian (disebut sebagai “ISO/CD 37122 Sustainable cities and communities-Indicators for smart cities”). Kajian lain oleh Yigitcanlar et al. (2022) telah menyatakan bahawa ISO 37122 diiktiraf sebagai piawaian penilaian transformasi bandar pintar dengan menyediakan kerangka indikator yang penting untuk menilai tahap kesediaan bandar terutamanya dalam aspek penggunaan teknologi dan data untuk meningkatkan perkhidmatan bandar.

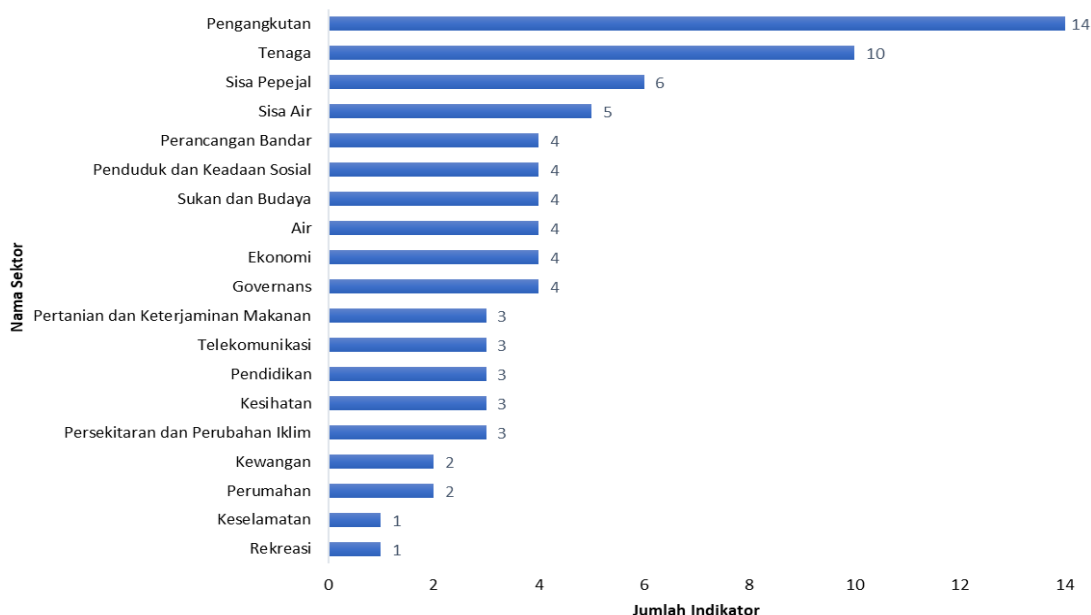
Domain dan indikator dalam piawaian ISO 37122

ISO 37122:2019 menyediakan satu set indikator komprehensif yang direka khusus untuk mengukur tahap “kepintaran” sesebuah bandar (International Organization for Standardization, 2019). Ia menetapkan 80 indikator yang dibahagikan kepada 19 sektor seperti Rajah 1, yang bertujuan menilai pelbagai aspek fungsi bandar, perkhidmatan, dan keseluruhan kualiti hidup di kawasan bandar (Lacson et al., 2023; Mutavdžija, 2024; Salgueiro Narciso Ribeiro & Cerejeira, 2024). ISO 37122 memberi penekanan khusus kepada integrasi teknologi, penggunaan data masa nyata dan prestasi digital, menjadikannya alat penting untuk menilai sejauh mana transformasi digital berlaku dalam pengurusan bandar (Estevez et al., 2021). Piawaian ini meliputi pelbagai bidang utama seperti infrastruktur, perkhidmatan awam, keselamatan, teknologi maklumat, mobiliti, alam sekitar, serta penglibatan masyarakat (Eissa & El-Nahas, 2021).

Salah satu objektif utama ISO 37122:2019 adalah untuk membantu perancang bandar dan pembuat dasar membangunkan bandar pintar yang menggunakan teknologi dan data dengan berkesan untuk meningkatkan kemampuan, daya tahan, dan kualiti hidup warga (Lobato et al., 2021). Indikator yang diperkenalkan meliputi kategori seperti kemampuan ekonomi, mobiliti, tadbir urus, dan perkhidmatan sosial (Lacson et al., 2023; Mutavdžija, 2024). Melalui penggunaan metrik ini, bandar boleh membuat penanda aras terhadap kemajuan mereka serta mengamalkan amalan terbaik yang dipacu oleh pendekatan berasaskan data (Moustaka et al., 2021).

Salah satu ciri utama piawaian ini adalah kesesuaiannya secara langsung dengan penggunaan teknologi pintar, seperti contoh dalam sektor pengangkutan pintar yang mempunyai bilangan indikator tertinggi (14 indikator) (Huovila et al., 2019) yang bukan hanya tertumpu mengukur kepada prasarana fizikal, tetapi juga kepada kecekapan operasi, seperti peratusan jalan raya yang sesuai untuk kenderaan pandu sendiri dan liputan peta jalan secara masa nyata (Mutavdzija, 2024). Ini menunjukkan perubahan pemikiran dalam pengurusan bandar yang mana kejayaan bukan sekadar diukur melalui kehadiran perkhidmatan, tetapi melalui tahap kepintaran dan keupayaan perkhidmatan untuk penyesuaian secara dinamik (Huovila et al., 2019).

Jumlah indikator mengikut sektor dalam ISO 37122 juga menunjukkan tumpuan yang besar kepada sistem yang boleh diukur secara digital seperti pengangkutan, tenaga dan keselamatan, sementara sektor yang lebih berfokuskan manusia seperti pendidikan dan keterangkuman sosial mempunyai bilangan indikator yang sedikit (Prevelianaki et al., 2022). Keadaan ini menimbulkan persoalan terhadap ketidakseimbangan dalam penekanan indikator yang mungkin mengecilkan kepentingan domain yang kritikal untuk ketahanan dan kelestarian bandar dalam jangka panjang (Shi & Shi, 2023).



Sumber: International Organization for Standardization, 2019

Rajah 1. Bilangan sektor dan Indikator dalam Piawaian ISO 37122

Piawaian ISO 37122:2019 juga terbukti mampu disesuaikan dalam pelbagai konteks pembangunan bandar pintar yang menjadikannya bukan sekadar kerangka teknikal, sebaliknya juga sebagai satu alat strategik yang inklusif dan adaptif. Sebagai contoh kajian oleh Tampubolon et al. (2021), menunjukkan bahawa SNI ISO 37122 (versi Indonesia) memainkan peranan penting dalam meningkatkan daya tahan bandar semasa Pandemik Covid-19. Tampubolon et al. (2021) mengenal pasti 21 indikator sebagai relevan dalam mengekang penyebaran virus meliputi sektor kesihatan, telekomunikasi, rekreasi awam dan pengurusan air pintar, penggunaan sistem kesihatan berasaskan rekod kesihatan dalam talian dan pemantauan digital yang membantu melaksanakan protokol kesihatan secara efisien dalam ruang bandar pintar.

Manakala Mutavdžija (2024) meneroka aplikasi ISO 37122 dalam menilai kecekapan sistem pengangkutan pintar di bandar-bandar bersaiz sederhana seperti Zagreb dan Rijeka di Croatia. Antara indikator yang dinilai termasuk penggunaan sistem pengangkutan awam secara digital, kewujudan stesen pengecas kenderaan elektrik dan kemudahan berkongsi seperti basikal awam. Kajian Mutavdžija (2024) ini menyarankan penyesuaian indikator mengikut tahap kematangan infrastruktur digital tempatan sekaligus menekankan fleksibiliti piawaian ini untuk disesuaikan berdasarkan keupayaan sesebuah bandar.

Kekuatan dan kelemahan piawaian ISO 37122 dalam pengukuran prestasi bandar pintar

ISO 37122 digunakan untuk menetapkan indikator dan definisi metodologi bagi menilai serta mempertimbangkan amalan yang dapat mempercepat kematangan bandar pintar dalam aspek sosial, ekonomi dan alam sekitar (Eber da Silva et al., 2018). Kajian perbandingan dengan 15 model kematangan bandar pintar yang lain oleh beliau mendapati ISO 37122 adalah satu-satunya model yang mempunyai ciri-ciri berikut:

- a. Piawaian sejagat
- b. Merangkumi semua domain utama bandar pintar
- c. Mempunyai definisi dan metodologi penilaian yang jelas
- d. Dirancang untuk mempercepat pencapaian hasil kematangan bandar pintar

Manakala Eber da Silva et al. (2019) telah mengenal pasti satu kekuatan utama ISO 37122 ialah keupayaannya menyeragamkan definisi dan metodologi pengukuran indikator bandar pintar. Ini membolehkan perbandingan prestasi antara bandar dilakukan secara objektif, konsisten dan boleh diukur dengan seragam yang dapat mengatasi kerencaman model penilaian lain yang tidak mempunyai garis panduan teknikal yang jelas. Dalam kajian perbandingan oleh Mahrooqi & Backhouse (2020), ISO 37122 dikenal pasti sebagai piawaian yang setanding dengan piawaian ITU 4901 (*International Telecommunication Union (ITU)*) dan lebih baik berbanding gagasan Matlamat Strategi Mampan 11 (SDG 11) kerana piawaian yang memenuhi kriteria pengukuran, perbandingan dan kesesuaian dalam semua domain aplikasi bandar pintar.

Di Mesir, Eissa dan El-Nahas (2021) mendapati bahawa ISO 37122 paling sesuai untuk membina sistem penilaian prestasi bandar pintar sejajar dengan matlamat transformasi digital Mesir. Walaupun pelaksanaannya memerlukan adaptasi kepada konteks tempatan, kekuatan piawaian ini terletak pada indikator yang komprehensif dan responsif terhadap keperluan digitalisasi dan inovasi. Kajian oleh Lacson et al. (2023) menekankan bahawa piawaian ISO 37122:2019 digunakan secara meluas dalam penilaian bandar pintar kerana metodologi yang tersusun dan keupayaan dalam mengukur perkembangan dari semasa ke semasa dan berpotensi sebagai penanda aras dengan bandar pintar yang lain.

Eber da Silva et al. (2018) menyimpulkan bahawa ISO 37122 ialah model paling menyeluruh kerana ia menggabungkan penunjuk prestasi utama (KPI) bandar dengan metodologi pengumpulan data yang membolehkan penanda aras global dilaksanakan. Ini sekaligus menyokong proses penambahbaikan berterusan berasaskan data sebenar bandar yang menjadikan ISO 37122 bukan sekadar alat pelaporan tetapi juga sebagai panduan strategik dalam pembangunan bandar pintar. Kajian oleh Backhouse (2020) telah mengenal pasti ISO 37122 sebagai salah satu kerja utama yang digunakan untuk menilai prestasi bandar pintar berdasarkan

kepada perbandingan dengan tujuh (7) rangka kerja prestasi yang lain. Kajian ini menyimpulkan ISO 37122 menonjol sebagai rangka kerja bandar pintar yang berfokus kepada teknologi, inovasi, dan penglibatan sosial dengan indikator yang menyokong pemantauan masa nyata dan tadbir urus pintar.

Walaupun ISO 37122:2019 merupakan piawaian yang diiktiraf sebagai alat untuk pengukuran pencapaian bandar pintar, namun piawaian ini turut dilaporkan mempunyai kelemahan dalam penggunaannya yang menjejaskan keberkesanan serta aplikasi praktikal piawaian ini. Prevelianaki et al. (2022) mengenal pasti ketiadaan ambang pencapaian atau penanda aras jelas bagi menentukan tahap “kepintaran” sesebuah bandar seperti ketiadaan tahap minimum atau nilai sasaran yang ditetapkan bagi setiap indikator menjadikan penilaian prestasi bandar sukar untuk ditafsir secara objektif. Kajian Prevelianaki et al. (2022) juga menegaskan perbezaan ketara antara piawaian ISO dengan kaedah penarafan bandar pintar antarabangsa yang lain seperti *IESE Cities in Motion* atau *Smart City Index* yang menyebabkan bandar yang menggunakan ISO 37122 tidak tersenarai dalam penarafan mengikut indeks bandar pintar global kerana metodologi dan kriteria yang berbeza. Pelaksanaan ISO 37122 di negara sedang membangun menghadapi cabaran dan halangan utama seperti infrastruktur digital, kekurangan data berkualiti, kos pelaksanaan yang tinggi, serta ketiadaan keupayaan teknikal dalam kalangan pihak berkuasa tempatan untuk melaksanakan penilaian berasaskan indikator secara konsisten (Lacson et al., 2023).

Shi dan Shi (2023) menunjukkan bahawa terdapat ketidakseimbangan dalam penekanan dimensi bandar pintar, di mana aspek seperti persekitaran, ekonomi dan kehidupan pintar lebih diutamakan, manakala elemen penting lain seperti tadbir urus, mobiliti, dan keterlibatan masyarakat kurang mendapat perhatian. Menurut Huovila et al. (2019), kebergantungan indikator ISO 37122 kepada data masa nyata dan sistem teknologi yang kompleks, hanya boleh dilaksanakan oleh bandar yang mempunyai infrastruktur pintar yang mantap. Kekurangan ini akan mewujudkan jurang prestasi antara bandar maju dan bandar permulaan.

Pemakaian piawaian MS ISO 37122 di Malaysia

Jabatan Standard Malaysia (JSM) dan Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Malaysia atau PLANMalaysia telah mengadaptasi dengan menggunakan piawaian ISO 37122 secara "identical" yang mengekalkan 19 Sektor dan 80 Indikator yang dinamakan sebagai MS ISO 37122:2021 untuk dijadikan asas mengukur kemajuan sesebuah bandar ke arah menjadi bandar pintar di Malaysia (Jabatan Standard Malaysia, 2021). Adaptasi piawaian ISO 37122 sebagai MS ISO 37122:2019, selaras dengan usaha memperkukuh kerangka pembangunan bandar pintar nasional (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022). Piawaian ini diurus oleh PLANMalaysia dan Jabatan Standard Malaysia (JSM), yang turut menyediakan *Malaysia National Annex to MS ISO 37122:2019, Sustainable cities and communities– Indicators for smart cities* untuk memastikan kesesuaian pelaksanaan indikator antarabangsa tersebut sesuai dengan konteks Malaysia (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022).

Piawaian ini, menetapkan definisi dan kaedah pelaksanaan bagi satu set indikator yang digunakan untuk bandar pintar (Jabatan Standard Malaysia, 2021). Piawaian ini bersama-sama dengan piawaian ISO 37120 dirangka bertujuan menyediakan rangka indikator yang lengkap untuk perkhidmatan bandar dan kualiti hidup merupakan asas kepada takrif bandar pintar seperti di Rajah 2. Penggunaan MS ISO 37122 di Malaysia disesuaikan dengan rangka kerja bandar pintar Malaysia (MSCF) meliputi tujuh domain utama bandar pintar iaitu kerajaan pintar, ekonomi pintar, kehidupan pintar, mobiliti pintar, masyarakat pintar, persekitaran pintar dan infrastruktur digital

pintar (KPKT, 2022). Rajah 3 menunjukkan pembahagian indikator MS ISO 37122 mengikut domain Rangka Kerja Bandar Pintar Malaysia.

Kajian oleh Aziz et al. (2024) di Majlis Bandaraya Diraja Klang (MBDK), telah menunjukkan tahap penerimaan dan keberkesanan MS ISO 37122 yang tinggi terutamanya bagi domain kerajaan dan pengangkutan pintar. Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Malaysia (PLANMalaysia) telah menjelaskan bahawa pemakaian piawaian MS ISO 37122 bertujuan untuk membantu Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) sebagai penanda aras untuk prestasi bandar pintar, pengukuran dan pemantauan penyampaian perkhidmatan bandar.

Piawaian MS ISO 37122 memainkan peranan penting dalam menyokong pengurusan strategik bandar pintar, terutamanya dalam aspek perancangan projek, penilaian tahap kematangan bandar, pemantauan prestasi serta pengiktirafan status bandar pintar (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022). Penggunaan MS ISO 37122 adalah selaras dengan Agenda Malaysia Berdaya Huni, yang menekankan kepada penyampaian perkhidmatan bandar secara inklusif dan efisien melalui pendekatan berasaskan data (Rameli, 2022).



Sumber: Jabatan Standard Malaysia, 2021

Rajah 2. Hubungan antara keluarga piawaian indikator bandar berdasarkan piawaian ISO

Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) juga telah menggariskan metrik panduan dalam penarafan bandar pintar di Malaysia melalui beberapa kategori seperti dalam Jadual 1 berdasarkan kepada pematuhan indikator dalam MS ISO 37122 (Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2025).

Cabaran pelaksanaan di peringkat global dan konteks tempatan (Malaysia)

Walaupun ISO 37122:2019 diiktiraf sebagai kerangka penilaian bandar pintar yang komprehensif, pelaksanaannya di peringkat global dan tempatan masih berdepan dengan pelbagai kekangan struktur, teknikal, dan institusi. Cabaran ketelusan dan ketersediaan data juga menjadi isu utama seperti kajian oleh Lobato et al. (2021) dan Mulyono et al. (2021) mengenal pasti ketiadaan data yang lengkap dan konsisten sebagai penghalang besar terhadap pelaksanaan. Cabaran ini turut di sokong oleh Shi dan Shi (2023) yang menegaskan kebanyakan model termasuk ISO 37122 tidak menjelaskan sumber data kaedah pengiraan dan pemberat indikator secara telus, yang menjejaskan kebolehgunaan dan kebolehpercayaan penilaian

Huovila et al. (2019) mencadangkan perlunya indikator dalam ISO 37122 yang lebih seimbang, meliputi seluruh rangkaian penilaian bandar pintar bermula dari input, proses, output, keberhasilan (outcome) hingga kepada kesan. Menurut Huovila et al. (2019) indikator input mengukur sumber yang digunakan untuk memulakan proses bandar pintar, indikator proses mengukur cara pelaksanaan aktiviti atau sistem, indikator output mengukur hasil langsung daripada proses yang dijalankan, indikator keberhasilan mengukur perubahan atau hasil jangka sederhana daripada output dan indikator impak menilai kesan jangka panjang terhadap masyarakat atau alam sekitar.

Dalam konteks negara membangun seperti Malaysia, pelaksanaan MS ISO 37122 berdepan dengan cabaran tersendiri. Lim (2022) menunjukkan bahawa Malaysia belum sepenuhnya menggunakan indikator secara menyeluruh, terutamanya dari sudut input dan proses. Ini menjejaskan keberkesanan dalam menilai kemajuan sebenar bandar pintar. Lim (2022) juga menekankan pentingnya pendekatan dari peringkat bawah dalam pelaksanaan bandar pintar, termasuk cadangan menjadikan rangkaian Internet 5G sebagai salah satu kemudahan awam supaya semua orang mendapat akses yang adil kepada teknologi. Jika tiada penyelesaian jangka panjang dalam aspek infrastruktur digital, keupayaan institusi, dan pendekatan yang melibatkan semua pihak, penggunaan ISO 37122 berkemungkinan besar hanya tinggal sebagai idea teknikal tanpa kesan nyata dalam kehidupan sebenar. Aziz et al. (2024) mengenal pasti cabaran lain yang menjadi penghalang utama termasuklah kos pelaksanaan yang tinggi, isu keselamatan data, kurangnya kesedaran orang ramai, dan penolakan terhadap perubahan daripada sistem tradisional.

Penjajaran indikator MS ISO 37122 mengikut 7 domain bandar pintar Malaysia																													
Domain	Sektor dan pernyataan indikator																												
Ekonomi pintar	Ekonomi (4)	Kewangan (2)																											
		1. Data terbuka/bekaitan perkhidmatan bandar	2. Pemangan baharu	3. Tenaga kerja dalam bidang ICT	4. Tenaga kerja dalam bidang pendidikan dan R&D	1. Ekonomi perkongsian sebagai sumber pendapatan	2. E-Pembayaran																						
Infrastruktur digital pintar	Telekomunikasi (3)																												
		1. Jalur lebar pantas	2. Zon ketersambungan telekomunikasi	3. Liputan ketersambungan internet																									
Mobiliti pintar	Pengangkutan (14)																												
		1. Maklumat dan amaran lalulintas dalam talian	2. Pengangkutan untuk ekonomi perkongsian	3. Kenderaan dengan perlepasan karbon rendah	4. Mikro-mobiliti dan perkhidmatan perkongsian	5. Laluan pengangkutan dengan sistem masa nyata	6. Sistem pembayaran pengangkutan bersepadu	7. Ruang parkir dengan sistem e-bayaran	8. Ruang parkir dengan sistem masa nyata	9. Lampu isyarat pintar	10. Peta jalan interaktif secara masa nyata	11. Kenderaan pandu sendiri	12. Laluan pengangkutan awam dengan keterhubungan internet	13. Sistem pemanduan untuk kenderaan pandu sendiri	14. Bas bandar yang digerakkan oleh enjin motor														
Masyarakat pintar	Pendidikan (3)																												
		1. Kemahiran bahasa lain	2. Peranti pembelajaran digital	3. Ijazah pendidikan tinggi																									
Persekitaran Pintar	Tenaga (10)	Perubahan iklim (3)		Keterjaminan makanan dan pertanian bandar (3)		Air (4)	Sisa pepejal (6)	Sisa Air (5)																					
		1. Tenaga termal dan elektrik yang dihasilkan melalui campuran daripada sisa buangan air	2. Tenaga termal dan elektrik yang dihasilkan daripada sisa buangan air dan cecair	3. Tenaga elektrik daripada sistem pengaliran tenyulapusat	4. Kapasiti penyimpanan grid tenaga	5. Sistem pemantauan prestasi lampu jalan	6. Pemantauan baru/baik pulih lampu jalan	7. Pengubahsuaian/baik pulih bangunan awam	8. Meter tenaga pintar	9. Steryen pengecasan EV	1. Pembinaan baharu/baik pulih bangunan hijau	2. Siseyen pemantauan kualiti udara secara masa nyata	3. Sistem pemantauan kualiti udara dalaman (indoor)	1. Bajet khas untuk pertanian bandar	2. Pengkomposan sisa makanan	3. Liputan/tenaga pembekal makanan secara dalam talian	1. Bekalan air secara masa nyata	2. Pemantauan kualiti air secara masa nyata	3. Agihan bekalan air melalui sistem pintar	4. Bangunan dengan meter air pintar	1. Kontena sisa pepejal dengan telemeter	2. Pengambilan sampah dari rumah ke rumah dengan sistem pemantauan sisa air	3. Penghasilan sisa kepada tenaga	4. Pusat kitar semula sisa plastik	5. Bin sampah dengan penderia	6. Pusat kitar semula sisa elektronik (e-waste)	1. Penggunaan sisa air yang dirawat	2. Bio-solid yang digunakan semula	3. Tenaga yang dihasilkan daripada sisa air
Kehidupan pintar	Kesihatan (3)	Perumahan (2)		Komuniti dan Sosial (4)		Rekreasi (1)	Keselamatan (1)	Sukan dan Budaya (4)																					
		1. Rekod kesihatan bersepadu dalam talian	2. Janjitem kesihatan dilaksanakan secara jarak jauh	3. Sistem amaran masa nyata bagi kualiti udara dan air	1. Meter tenaga pintar	2. Meter air pintar	1. Akses bangunan kepada komuniti keperluan khas	2. Bajet kepada komuniti keperluan khas	3. Lintasan pejalan kaki dengan isyarat khas	4. Bajet untuk literasi digital	1. Tempahan kemudahan rekreasi secara dalam talian	1. Tempahan kemudahan rekreasi secara dalam talian	1. Kamera pengawasan digital	1. Tempahan kemudahan kebudayaan dalam talian	2. Rekod kebudayaan secara digital	3. Buku dalam talian	4. Pengguna perputakaan yang aktif												
Kerajaan pintar	Tabii unsur (4)	Perancangan Bandar (4)																											
		1. Data terbuka dalam talian	2. Permodanan perkhidmatan perbandaran dalam talian	3. Tempoh maklum balas bagi laporan bukan kecemasan	4. Waktu henti kemudahan IT	1. Pengibatan masyarakat dalam proses perancangan bandar	2. Permohonan permit bangunan dalam talian	3. Kehibutan permit bangunan dalam talian	4. Kepadatan populasi bandar																				

Sumber: Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2022

Rajah 3. Pembahagian indikator MS ISO 37122 mengikut domain bandar pintar Malaysia

Jadual 1. Kategori penarafan bandar pintar di Malaysia

Kategori	Pematuhan indikator MS ISO 37122
Smart City Early Adopter	10 indikator
Developing Smart City	35 indikator
Leading Smart City	63 indikator
Visionary Smart City	85 indikator

Sumber: Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia, 2025

Cadangan penambahbaikan pelaksanaan ISO 37122 di peringkat global dan konteks tempatan (Malaysia)

Pelaksanaan piawaian ISO 37122 sebagai alat pengukuran prestasi bandar pintar telah mendapat perhatian global, namun pelbagai kajian mencadangkan keperluan untuk penambahbaikan agar ia lebih sesuai dan berkesan dalam konteks sebenar di peringkat tempatan. Menurut Mahrooqi dan Backhouse (2020), badan piawaian antarabangsa disarankan untuk menambah jenis indikator peringkat input dan proses, bagi membantu dan memudahkan pihak perancang bandar yang masih di peringkat awal dalam pelaksanaan. Ini kerana kebanyakan indikator yang ada sekarang lebih fokus kepada hasil dan pencapaian akhir (*output* dan *outcome*) yang biasanya memerlukan sistem data dan keupayaan yang sudah kukuh.

Dalam konteks negara membangun, Eissa dan El-Nahas (2021) menekankan keperluan untuk menyesuaikan indikator dengan realiti teknologi tempatan. Mereka menyarankan penyesuaian indikator agar bersesuaian dengan kapasiti sosial, ekonomi dan infrastruktur semasa. Perkara ini disokong oleh Lacson et al. (2023) yang mencadangkan penyesuaian kontekstual terhadap indikator, termasuk pemilihan berdasarkan sumber data yang tersedia dan keutamaan pembangunan tempatan. Kristiningrum dan Kusumo (2021) pula mencadangkan supaya pelaksanaan dibuat secara berfasa, bermula dengan indikator asas mengikut keutamaan sektor dan ketersediaan data. Penyelidikan oleh Lobato et al. (2021) turut menyokong pendekatan ini, dengan mencadangkan agar indikator dilaksanakan secara berperingkat mengikut kemampuan institusi tempatan. Mutavdžija (2024) pula mencadangkan agar indikator disesuaikan untuk bandar kecil dan sederhana yang mempunyai kekangan dari segi teknologi. Beliau menekankan pentingnya panduan khusus yang membolehkan pendekatan lebih fleksibel. Dari segi polisi, Estevez et al. (2021) menekankan keperluan untuk menyelaraskan pelaksanaan ISO 37122 dengan dasar kebangsaan dan perbandaran agar matlamat bandar pintar dapat dicapai secara mampan dan bersesuaian dengan strategi pembangunan tempatan

Huovila et al. (2019) dan Yigitcanlar et al. (2022) menyarankan agar pelaksanaan ISO 37122 disesuaikan dengan tahap kematangan bandar. Bagi bandar yang berkemampuan tinggi lebih sesuai menggunakan indikator lanjutan, manakala bandar pada tahap permulaan perlu bermula dengan indikator asas. Gabungan fleksibel antara ISO 37120, 37122 dan 37123 akan membolehkan penilaian yang lebih strategik dan bersesuaian dengan objektif pembangunan bandar pintar (Estevez et al. 2021).

Di Malaysia, Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT, 2022) telah menyediakan *Malaysia National Annex to MS ISO 37122:2019, Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities* untuk memastikan pemakaian MS ISO 37122:2019 lebih relevan dan boleh dilaksanakan di peringkat pihak berkuasa tempatan (PBT). Lim (2022) menyarankan agar pelaksanaan ISO 37122 dijalankan secara holistik dengan memberi penekanan kepada keseimbangan antara inovasi, kelestarian, keselamatan data, dan penglibatan komuniti. Manakala Aziz et al. (2024) turut menegaskan kepentingan kerjasama rentas sektor antara kerajaan, industri dan masyarakat bagi menjamin keberkesanan pelaksanaan bandar pintar.

Rumusan dan kesimpulan

Berdasarkan kajian-kajian terdahulu membuktikan bahawa ISO 37122 adalah alat yang kukuh dan berstruktur serta inklusif dan berkesan untuk menilai prestasi bandar pintar dengan kesesuaian indikator yang memberi penekanan kepada teknologi dan komunikasi maklumat untuk meningkatkan keberkesanan perkhidmatan bandar dan interaksi dengan penduduk. Piawaian ini juga dapat disesuaikan dengan pelaksanaan dalam konteks tempatan sesebuah negara berkenaan.

Di samping itu kekuatan utama ISO 37122 terletak pada penyeragaman indikator dan metodologi, liputan sektor yang luas dan pelbagai, keboleh bandingan global, responsif terhadap keperluan digital bandar moden, sokongan terhadap pembangunan berasaskan data. Piawaian ini telah membuktikan ia bukan sahaja sebagai alat teknikal tetapi juga sebagai pemangkin kepada transformasi bandar yang inklusif, mampan dan berdaya saing di peringkat antarabangsa. Walaupun ISO 37122 menyumbang kepada kerangka penilaian yang tersusun dan konsisten, kelemahan dalam penentuan ambang pencapaian, penekanan berlebihan kepada teknologi, jurang antara pendekatan ISO dengan metodologi penarafan global, serta kekangan pelaksanaan di negara membangun, menunjukkan bahawa piawaian ini memerlukan adaptasi dan sokongan pelaksanaan yang lebih menyeluruh agar benar-benar berkesan dan inklusif dalam konteks pembangunan bandar pintar global.

Pemakaian Piawaian MS ISO 37122 yang diadaptasi daripada ISO 37122 oleh Jabatan Standard Malaysia (JSM) dan Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Malaysia (PLANMalaysia) merupakan satu langkah yang strategik dalam menetapkan pencapaian sesebuah rangka kerja bandar pintar di Malaysia. Pemakaian piawaian ini juga adalah visi dan misi yang telah digagaskan dalam Rangka Kerja Bandar Pintar Malaysia (MSCF). Tambahan pula dalam menangani cabaran dan disesuaikan dengan konteks Malaysia, Jabatan Standard Malaysia (JSM) dan Jabatan Perancangan Bandar dan Desa Malaysia (PLANMalaysia) telah menerbitkan dokumen sokongan tambahan iaitu (*MS ISO 37122:2019 (National Annex:2023): Malaysia National Annex to MS ISO 37122:2019, Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities*) bagi menjelaskan lagi penggunaan indikator bagi pelaksanaan rangka tindakan bandar pintar di Malaysia. Selain itu, Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan (KPKT) Malaysia juga telah menjelaskan panduan yang jelas bagi penarafan bandar pintar mengikut kategori berdasarkan kepada jumlah kepatuhan indikator MS ISO 37122. Ini akan memudahkan dan melancarkan pematuhan kepada piawaian dan seterusnya pengiktirafan penarafan bandar pintar di Malaysia.

Akhir sekali, piawaian ini tidak hanya menjadi alat pengukuran teknikal tetapi juga berfungsi sebagai instrumen dasar yang menyelaras antara inisiatif pembangunan bandar tempatan dengan piawaian global. Malaysia kini berada di landasan yang progresif dalam menyepadukan ISO 37122 dengan pelbagai dasar nasional terutamanya Rangka Kerja Bandar Pintar Malaysia yang menetapkan matlamat untuk mewujudkan bandar yang menggunakan kemajuan teknologi maklumat dan komunikasi bagi menangani isu-isu bandar termasuk meningkatkan kualiti hidup, menggalakkan pertumbuhan ekonomi, membangunkan persekitaran yang mampan dan selamat serta menggalakkan amalan pengurusan bandar yang cekap.

Penghargaan

Terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam memberikan input, idea dan sokongan yang telah membantu menjayakan kajian ini.

Rujukan

Aziz, D. S., Lim, B. S., & Sutriadi, R. (2024). Evaluating the smart city status and acceptance of ISO standards: A case study of Malaysian local authority. *Environment-Behaviour Proceedings Journal*, 9(30), 181-187.

- Backhouse, J. (2020, September 23-25). A taxonomy of measures for smart cities. Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV 2020), Athens, Greece.
- Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlusOpen*, 2, 8-14.
- Bifulco, F., Tregua, M., Amitrano, C. C., & D'Auria, A. (2016). ICT and sustainability in smart cities management. *International Journal of Public Sector Management*, 29(2), 132-147.
- Daousis, S., Peladarinos, N., Cheimaras, V., Papageorgas, P., Piromalis, D. D., & Munteanu, R. A. (2024). Overview of protocols and standards for wireless sensor networks in critical infrastructures. *Future Internet*, 16(1), 33.
- Eber da Silva, d. S., Nunes, É. d. O., & Santos, L. B. (2018). The use of ISO 37122 as standard for assessing the maturity level of a smart city. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 5(12), 309-315.
- Eber da Silva, d. S., Nunes, É. d. O., Passos, D. C., & Santos, L. B. (2019). SMM: A maturity model of smart cities based on sustainability indicators of the ISO 37122. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6(2), 13-20.
- Eissa, H., & El-Nahas, A. N. A. (2021). A proposed model for measuring the performance of smart cities in Egypt. *Erj Engineering Research Journal*, 44(1), 51-71.
- Estevez, E., Cenci, K., Fillotrani, P., & Janowski, T. (2021). Review of international standards and policy guidelines for smart sustainable cities. In E. Estevez, T. A. Pardo, & H. J. Scholl (Eds.), *Smart Cities and Smart Governance: Towards the 22nd Century Sustainable City* (pp. 69-99). Springer International Publishing.
- Firmansyah, E., Binti Abd. Rahman, A., & Subiyakto, A. (2023). Pengukuran kesiapan kota cerdas berdasarkan SNI ISO 37122:2019. *Infoman's : Jurnal Ilmu-Ilmu Informatika dan Manajemen*, 17(2), 1-8.
- Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardized indicators for Smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when?. *Cities*, 89, 141-153.
- International Organization for Standardization. (2018). ISO 37120 Sustainable cities and communities - Indicators for city services and quality of life.
- International Organization for Standardization. (2019). ISO 37122 Sustainable cities and communities - Indicators for smart cities.
- Jabatan Standard Malaysia. (2021). MS ISO 37122:2019 Sustainable cities and communities – Indicators for smart cities (ISO 37122:2019, IDT).
- Kamolov, S., & Kornaukhova, K. (2021). International Smart Cities Ratings and Russian Cities IQ Rating Comparative Study. *SHS Web of Conferences*, 92, 1-10.
- Karal, F. S., & Soyer, A. (2024). A systematic literature review: Setting a basis for smart and sustainable city performance measurement. *Sustainable Development*, 32(1), 555-573.
- Karatzimas, S. (2024). Smart cities' actions, performance and reporting practices on climate change challenges: An exploratory analysis in a sample of awarded smart cities. *Cities*, 153, 1-12.
- Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia. (2022). Standard Indikator Bandar Pintar Malaysia.
- Kementerian Perumahan dan Kerajaan Tempatan Malaysia. (2025). Latar Belakang Penarafan Bandar Pintar Malaysia.

- Khalifa, F. A. (2021). An approach to define smart sustainable urbanism locally through expert's perspective. *International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development*, 12(1), 14-26.
- Koman, G., Bubelíny, O., Tumová, D., & Jankal, R. (2022). Sustainable transport within the context of smart cities in the Slovak Republic. *Journal of Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 10(1), 175-199.
- Kristiningrum, E., & Kusumo, H. (2021). Indicators of smart city using SNI ISO 37122:2019. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 1096(1), 012013.
- Lacson, J. J., Lidasan, H. S., Spay Putri Ayuningtyas, V., Feliscuzo, L., Malongo, J. H., Lactuan, N. J., Bokinkito, P., & Velasco, L. C. (2023). Smart city assessment in developing economies: A scoping review. *Smart Cities*, 6(4), 1744-1764.
- Lai, C. S., Jia, Y., Dong, Z., Wang, D., Tao, Y., Lai, Q. H., Wong, R. T. K., Zobia, A. F., Wu, R., & Lai, L. L. (2020). A review of technical standards for smart cities. *Clean Technologies*, 2(3), 290-310.
- Lim, B. S. (2022). Issues and way forward for the smart sustainable cities and communities standards: The Malaysian case in the Post-COVID-19 era. *Journal of the Malaysian Institute of Planners*, 20(5), 108-121.
- Lobato, E. P. d. S., Souza, A. C. D. B. d., Muse, L. P., Bezerra, U. H., Tostes, M. E. d. L., Paixão, U. C., Fonseca, W. D. S., Cerqueira, E., & Nascimento, A. A. D. (2021, August 15-18). Smart City: application of the ABNT NBR ISO 37122:2020 Standard in the University City of UFPA. Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Industry Applications (INDUSCON), São Paulo, Brazil.
- Mahrooqi, S. A., & Backhouse, J. (2020, September 23-25). Selecting Indicators for the Smart City Pilot in Knowledge Oasis Muscat (KOM), Sultanate of Oman. Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance (ICEGOV 2020), Athens, Greece.
- Manoharan, G., Durai, S., Gunaseelan, A., Rajesh, Razak, A., Rao, B., & Ashtikar, S. (2023). An investigation into the effectiveness of smart city projects by identifying the framework for measuring performance. In V. Basetti, C. K. Shiva, M. R. Ungarala, & S. S. Rangarajan (Eds.), *Artificial Intelligence and Machine Learning in Smart City Planning* (pp. 71-84). Elsevier.
- Midor, K., & Płaza, G. (2020). Moving to smart cities through the standard indicators ISO 37120. *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, 3(1), 617-630.
- Moustaka, V., Maitis, A., Vakali, A., & Anthopoulos, L. G. (2021). Urban data dynamics: A systematic benchmarking framework to integrate crowdsourcing and smart cities' standardization. *Sustainability*, 13(15), 8553.
- Mulyono, A., Tampubolon, B., Isharyadi, F., Ayuningtyas, U., Purwanto, E. H., & Basuki, B. (2021, October 21). Identification of Indicator Data in SNI ISO 37122:2019 Supporting Smart City Maturity Assessment Model Development. Proceeding of the 1st International Conference on Standardization and Metrology (ICONSTAM), Jakarta, Indonesia.
- Mutavdžija, M. (2024). Moving Towards Sustainable Mobility: A Comparative Analysis of Smart Urban Mobility in Croatian Cities. *Sustainability*, 16(5), 2004.
- New South Wales Government. (2021). *Smart Places Playbook Standards*. In (pp. 1-25). New South Wales Government.

- Poveda, C. (2023). The criticality of using Frameworks Designed by Consensus (FDC) to identify and select criteria and indicators to assess sustainability performance of cities and communities. *Challenges in Sustainability*, 11(1), 19-33.
- Prevelianaki, K., Sherratt, F., & Henjewe, C. (2022). ISO standards or global indices: Who decides if a city is smart?. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, 1101, 022045.
- Przybyłowski, A., Kałaska, A., & Przybyłowski, P. (2022). Quest for a tool measuring urban quality of life: ISO 37120 standard sustainable development indicators. *Energies*, 15(8), 1-17.
- Rabito, D. H. F., Sanches, S. L. R., Carvalho, L. C., & Paiva, I. (2022). Influence of contingency factors on the development of smart cities in Brazil. *International Journal of Innovation*, 10(4), 696-728.
- Rameli, A. (2022, September 28). Smart cities towards liveable Malaysia. Proceedings of the Asean Smart Cities Congress 2022, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Ramirez, F., Palominos, P., Camargo, M., & Grimaldi, D. (2021). A new methodology to support smartness at the district level of metropolitan areas in emerging economies: The case of Santiago de Chile. *Sustainable Cities and Society*, 67, 102713.
- Salgueiro Narciso Ribeiro, A., & Cerejeira, A. (2024, April 15-18). ISO Standards for Urban Planning and Transport in Future Sustainable Medium-Size Cities. Proceedings of the 10th Transport Research Arena (TRA) Conference, Dublin, Ireland.
- Shi, F., & Shi, W. (2023). A critical review of smart city frameworks: New criteria to consider when building smart city framework. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 12(9), 1-13.
- Tampubolon, B. D., Mulyono, A. T., Isharyadi, F., Purwanto, E., & Anggundari, W. C. (2021, October 27-29). Indicator Analysis of Smart City Standard Sni Iso 37122 Plays a Role in the Covid-19 Pandemic. Proceedings of the 6th International Conference on Smart City Applications, Karabuk University, Virtual Safranbolu, Turkey.
- Ulya, A., Susanto, T. D., Dharmawan, Y. S., & Subriadi, A. P. (2024). Major dimensions of smart city: A systematic literature review. *Procedia Computer Science*, 234, 996-1003.
- Yigitcanlar, T., Degirmenci, K., Butler, L., & Desouza, K. C. (2022). What are the key factors affecting smart city transformation readiness? Evidence from Australian cities. *Cities*, 120, 103434.