

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian terkait dampak bangunan terhadap lingkungan beserta hambatan dalam penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan, telah banyak dilakukan di berbagai negara dengan menggunakan berbagai pendekatan penelitian. Oleh karena itu, pendekatan tinjauan literatur sistematis digunakan untuk mengumpulkan dan merangkum berbagai penelitian yang telah ada untuk memberikan pemahaman yang menyeluruh mengenai topik ini. Setelah melalui seluruh tahapan tinjauan sistematis, diperoleh 50 artikel untuk ditelaah lebih lanjut, di mana 28 artikel terkait dampak keberadaan bangunan gedung sepanjang siklus hidupnya terhadap lingkungan, dan 26 artikel terkait hambatan dalam penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan.

Berdasarkan tinjauan literatur sistematis yang dilakukan pada seluruh artikel yang terpilih, ditemukan bahwa bangunan gedung di sepanjang siklus hidupnya menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan, yang dapat dibagi ke dalam tiga kelompok utama berdasarkan penerima dampaknya, yaitu dampak terhadap ekosistem, manusia, dan sumber daya alam. Pemanasan global dan penipisan sumber daya abiotik (non-fosil) dijumpai pada setiap tahap siklus hidup bangunan gedung, dengan sumber referensi terbanyak. Tingginya konsumsi energi pada bangunan gedung dapat meningkatkan potensi terjadinya pemanasan global. Penggunaan bahan bangunan yang ramah lingkungan, serta penerapan teknologi

konstruksi dan konsep bangunan yang berkelanjutan berpotensi mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan.

Terkait hambatan dalam penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan, berdasarkan hasil tinjauan sistematis, dapat dibagi ke dalam lima kelompok, yaitu hambatan terkait pemerintah, manusia, pasar, pengetahuan dan informasi, serta biaya dan risiko. Hambatan yang paling banyak dijumpai terkait pengetahuan dan informasi yaitu kurangnya ketersediaan dan keandalan data, serta terbatasnya pengetahuan dan keterampilan praktisi. Hambatan ini merupakan salah satu hambatan utama dalam penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan, karena akan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil penilaian. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa hambatan dalam melakukan penilaian kinerja bangunan masih dijumpai di banyak negara, baik negara maju maupun negara berkembang. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi diharapkan mampu membantu mengatasi masalah tersebut, yang tentunya harus diimbangi dengan peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya isu lingkungan. Sehingga, dengan meningkatnya permintaan akan bangunan yang ramah lingkungan, peneliti dan praktisi tentunya akan terdorong mengembangkan solusi atas permintaan tersebut, dan hasil penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan menjadi salah satu tolok ukur tingkat keberlanjutan suatu bangunan.

B. Saran

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat mendorong para peneliti maupun praktisi untuk terus mengembangkan teknologi konstruksi dan konsep bangunan yang ramah lingkungan, serta menerapkan konsep bangunan berkelanjutan dalam

lingkup yang lebih luas untuk meminimalisasi dampak yang ditimbulkan oleh bangunan gedung terhadap lingkungan. Juga, meningkatkan kelengkapan dan akses terhadap data, serta meningkatkan sosialisasi, pendidikan, dan pelatihan mengenai sistem penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan untuk membekali praktisi dengan kemampuan untuk melakukan penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan.

Selain itu, untuk penelitian selanjutnya, hasil penelitian ini dapat dilengkapi dengan penelitian kualitatif dengan pendekatan lainnya, seperti wawancara, observasi langsung di lapangan, *focus group discussion* (FGD), dan lain sebagainya, untuk memperkuat hasil tinjauan literatur sistematis ini dengan hasil yang ditemukan secara *real-time* di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboulnaga, M., Amer, A., & Al-Sayed, A. (2020). Towards sustainable development: Mega project's strategic environmental assessment to attain sdg 7, 9, 11, 12 & 13. *Sustainable Mediterranean Construction*, 2020(12), 101–106.
- Alhazmi, H., Alduwais, A. K., Tabbakh, T., Aljamlani, S., Alkahlan, B., & Kurdi, A. (2021). Environmental performance of residential buildings: A life cycle assessment study in Saudi Arabia. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063542>
- Aljundi, K., Rodrigues, F., Pinto, A., & Dias, A. (2020). LCA integration in the construction industry: A case study of a sustainable building in aveiro university. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 163, 159–170. https://doi.org/10.1007/978-981-32-9868-2_14
- Altomonte, S., Saadouni, S., Kent, M. G., & Schiavon, S. (2017). Satisfaction with indoor environmental quality in BREEAM and non-BREEAM certified office buildings. *Architectural Science Review*, 60(4), 343–355. <https://doi.org/10.1080/00038628.2017.1336983>
- Araghi, M. (2015). The Study of Noise Pollution Caused by Birjand Airport on the Surrounding Residents. *Indian Journal of Science and Technology*, 8(1). <https://doi.org/10.17485/ijst/2015/v8i11/71297>
- Arvizu-Piña, V. A., Cuchí-Burgos, A., & Chargoy Amador, J. P. (2019). A bottom-up approach for implementation of Environmental Product Declarations in Mexico's housing sector. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 24(9), 1553–1572. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01587-w>
- Balasbaneh, A. T., & Ramli, M. Z. (2020). A comparative life cycle assessment (LCA) of concrete and steel-prefabricated prefinished volumetric construction structures in Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(34), 43186–43201. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10141-3>
- Balasbaneh, A. T., & Sher, W. (2021). Life cycle sustainability assessment analysis of different concrete construction techniques for residential building in Malaysia. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(7), 1301–1318. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01938-6>
- Boakye, M. K., & Adanu, S. K. (2022). On-site building construction workers perspective on environmental impacts of construction-related activities: a relative importance index (RII) and exploratory factor analysis (EFA) approach. *Sustainable Environment*, 8(1), 0–13. <https://doi.org/10.1080/27658511.2022.2141158>

- Briner, R. B., & Denyer, D. (2012). Systematic Review and Evidence Synthesis as a Practice and Scholarship Tool. *The Oxford Handbook of Evidence-Based Management*, 112–129. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199763986.013.0007>
- Bruce-Hyrkäs, T., Pasanen, P., & Castro, R. (2018). Overview of Whole Building Life-Cycle Assessment for Green Building Certification and Ecodesign through Industry Surveys and Interviews. *Procedia CIRP*, 69(May), 178–183. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.127>
- Buriakovskiy, V., & Saake, G. (2018). *Why , How , and When Refactorings are (NOT) Applied : A Systematic Literature Review*.
- Buyle, M., Braet, J., & Audenaert, A. (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26(October), 379–388. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.001>
- Caruso, M. C., Menna, C., Asprone, D., Prota, A., & Manfredi, G. (2017). Methodology for life-cycle sustainability assessment of building structures. *ACI Structural Journal*, 114(2), 323–336. <https://doi.org/10.14359/51689426>
- Chan, A. P. C., Darko, A., Olanipekun, A. O., & Ameyaw, E. E. (2018). Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1067–1079. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.235>
- Cheng, W., Behzadsodagar, & Feifeisun. (2017). Comparative analysis of environmental performance of an office building using BREEAM and GBL. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 12(3), 528–540. <https://doi.org/10.2495/SDP-V12-N3-528-540>
- Chevalerias, M. (2015). *ASSESSING ENVIRONMENTAL IMPACT OF BUILDING MATERIALS USING THE DUTCH APPROACH The case of the Triodos bank office building using BREEAM.NL*.
- Cole, R. J. (2005). Building environmental assessment methods: Redefining intentions and roles. *Building Research and Information*, 33(5), 455–467. <https://doi.org/10.1080/09613210500219063>
- Collin, C., Linnet, A., & Secher, A. Q. (2018). Life Cycle Engineering from the Perspective of an Engineering Consultancy. *Procedia CIRP*, 69(May), 49–53. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.077>
- Crawford, R. (2011). *Life cycle assessment in the built environment*. Taylor and Francis. <https://cds.cern.ch/record/1613020>
- Dhakal, K. (2022). NVivo. In *Journal of the Medical Library Association* (Vol. 110, Issue 2, pp. 270–272). <https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1271>

- Ding, Z., Fan, Z., Tam, V. W. Y., Bian, Y., Li, S., Illankoon, I. M. C. S., & Moon, S. (2018). Green building evaluation system implementation. *Building and Environment*, 133, 32–40. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.012>
- Dong, Y., Ng, S. T., & Liu, P. (2021). A comprehensive analysis towards benchmarking of life cycle assessment of buildings based on systematic review. *Building and Environment*, 204(March), 108162. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108162>
- Du, X., Zhang, Y., & Lv, Z. (2020). Investigations and analysis of indoor environment quality of green and conventional shopping mall buildings based on customers' perception. *Building and Environment*, 177, 106851. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106851>
- Dybå, T., & Dingsøyr, T. (2008). Strength of Evidence in Systematic Reviews in Software Engineering. *ESEM'08: Proceedings of the 2008 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, June*, 178–187. <https://doi.org/10.1145/1414004.1414034>
- European Commission. (2011). Roadmap to a Resource Efficient Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council and the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. *European Commission*, 1–26.
- Fang, Y., Lu, X., & Zhang, Y. (2019). *Carbon Emissions Analysis for Construction Process*. 241–249.
- Finnveden, G., & Moberg, Å. (2005). Environmental systems analysis tools - An overview. *Journal of Cleaner Production*, 13(12), 1165–1173. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.06.004>
- Goedkoop, M., & Huijbregts, M. (2013). *ReCiPe 2008 Characterisation*. 4–20.
- Haapio, A., & Viitaniemi, P. (2008). A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review*, 28(7), 469–482. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.01.002>
- Harelimana, V., Gao, Z. J., Nyirantzirayayo, E., & Nwankwegu, A. S. (2020). Identification of weaknesses in the implementation of environmental impact assessment regulations in industrial sector: A case study of some industries in Rwanda, Africa. *Journal of Cleaner Production*, 258, 120677. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120677>
- Hatmoko, J. U. D., Agung Wibowo, M., & Prasetyo, F. (2023). Carbon Emissions Analysis of Modular House Construction. *E3S Web of Conferences*, 448, 0–9. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202344803040>

- Herawati, P., Utami, S. B., & Karlina, N. (2022). Analisis Bibliometrik: Perkembangan Penelitian Dan Publikasi Mengenai Koordinasi Program Menggunakan Vosviewer. *Jurnal Pustaka Budaya*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.31849/pb.v9i1.8599>
- Hu, M. (2020). A Building Life-Cycle Embodied Performance. *Energies*, 13. https://www.researchgate.net/publication/340623353_A_Building_Life_Cycle_Embodied_Performance_Index_The_Relationship_between_Embodied_Energy_Embodied_Carbon_and_Environmental_Impact
- Hu, M., Cunningham, P., & Gilloran, S. (2017). Sustainable design rating system comparison using a life-cycle methodology. *Building and Environment*, 126, 410–421. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.010>
- Ismaeel, W. S. E. (2018). Midpoint and endpoint impact categories in Green building rating systems. *Journal of Cleaner Production*, 182, 783–793. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.217>
- Ismaeel, W. S. E., & Elsayed, M. A. (2018). The Interplay of Environmental Assessment Methods; Characterising the Institutional Background in Egypt. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 20(1). <https://doi.org/10.1142/S1464333218500035>
- Ismaeel, W. S. E., & Lotfy, R. A. E. R. (2023). An integrated building information modelling-based environmental impact assessment framework. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(4), 1291–1307. <https://doi.org/10.1007/s10098-022-02443-6>
- Ji, C., Hong, T., Jeong, J., Kim, J., Lee, M., & Jeong, K. (2016). Establishing environmental benchmarks to determine the environmental performance of elementary school buildings using LCA. *Energy and Buildings*, 127, 818–829. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.042>
- Khan, M., Chaudhary, M. N., Ahmad, S. R., Saif, S., & Mehmood, A. (2018). Challenges to EIA consultants whilst dealing with stakeholders in Punjab, Pakistan. *Environmental Impact Assessment Review*, 73(September), 201–209. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.09.001>
- Khasreen, M. M., Banfill, P. F. G., & Menzies, G. F. (2009). Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: A review. *Sustainability*, 1(3), 674–701. <https://doi.org/10.3390/su1030674>
- Lee, D., Kim, J., & Kim, Y. Il. (2023). Economic Evaluation of Small Public Office Buildings with Class 1 of Zero Energy Building (ZEB) in Korea by Reflecting Life Cycle Assessment (LCA). *Buildings*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/buildings13071693>

- Liang, S., Gu, H., & Bergman, R. (2021). Environmental life-cycle assessment and life-cycle cost analysis of a high-rise mass timber building: A case study in pacific Northwestern United States. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13147831>
- Lotfy, R. A. E. R., & Ismaeel, W. S. E. (2022). Challenges for Implementing Environmental Impact Assessment method for construction projects in Egypt. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1056(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1056/1/012028>
- Lu, K., Jiang, X., Tam, V. W. Y., Li, M., Wang, H., Xia, B., & Chen, Q. (2019). Development of a carbon emissions analysis framework using building information modeling and life cycle assessment for the construction of hospital projects. *Sustainability (Switzerland)*, 11(22), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su11226274>
- Lützkendorf, T., & Balouktsi, M. (2020). The level of knowledge, use and acceptance of LCA among designers in Germany: A contribution to IEA EBC Annex 72. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 588(4). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/4/042046>
- Marsh, E., Allen, S., & Hattam, L. (2023). Tackling uncertainty in life cycle assessments for the built environment: A review. *Building and Environment*, 231(August 2022), 109941. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109941>
- Mirzaie, S., Thuring, M., & Allacker, K. (2020). End-of-life modelling of buildings to support more informed decisions towards achieving circular economy targets. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 25(11), 2122–2139. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01807-8>
- Mohebbi, G., Hasan, A., Blay-Armah, A., Bahadori-Jahromi, A., Mylona, A., & Barthorpe, M. (2023). Comparative analysis of the whole life carbon of three construction methods of a UK-based supermarket. *Building Services Engineering Research and Technology*, 44(3), 355–375. <https://doi.org/10.1177/01436244231161070>
- Ngwepe, L., & Aigbavboa, C. (2015). A Theoretical Review of Building Life Cycle Stages and Their Related Environmental Impacts. *J. Civil Eng. Environ. Technol*, 2, 7–15.
- Nwodo, M. N., & Anumba, C. J. (2019). A review of life cycle assessment of buildings using a systematic approach. *Building and Environment*, 162(July), 106290. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106290>
- Oke, A., Aghimien, D., Aigbavboa, C., & Madonsela, Z. (2019). *Environmental Sustainability: Impact of Construction Activities*. 1070(September).

- Oladazimi, A., Mansour, S., & Hosseinijou, S. A. (2020). Comparative life cycle assessment of steel and concrete construction frames: A case study of two residential buildings in Iran. *Buildings*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/buildings10030054>
- Olinzock, M. A., Landis, A. E., Saunders, C. L., Collinge, W. O., Jones, A. K., Schaefer, L. A., & Bilec, M. M. (2015). Life cycle assessment use in the North American building community: summary of findings from a 2011/2012 survey. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(3), 318–331. <https://doi.org/10.1007/s11367-014-0834-y>
- Park, W. J., Kim, R., Roh, S., & Ban, H. (2020). Analysis of major environmental impact categories of road construction materials. *Sustainability (Switzerland)*, 12(17), 1–18. <https://doi.org/10.3390/su12176951>
- Pearson, A., Wiechula, R., Court, A., & Lockwood, C. (2005). The JBI model of evidence-based healthcare. *International Journal of Evidence-Based Healthcare*, 3(8), 207–215. <https://doi.org/10.1097/01258363-200509000-00001>
- Rasmussen, F. N., Malmqvist, T., & Birgisdóttir, H. (2020). Drivers, barriers and development needs for LCA in the Nordic building sector - A survey among professionals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 588(3). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/588/3/032022>
- Razman, R., Khaw, S. T., Md Noh, N. I. F., Ng, J. L., Abd Wahid, A. Z., & Yasin, M. N. (2023). Readiness of Malaysia's construction industry in adopting green building rating tools. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1205(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1205/1/012031>
- Rezaei, F., Bulle, C., & Lesage, P. (2019). Integrating building information modeling and life cycle assessment in the early and detailed building design stages. *Building and Environment*, 153(January), 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.01.034>
- Sartori, T., Drogemuller, R., Omrani, S., & Lamari, F. (2022). Challenges in developing a holistic Whole Building Life Cycle Assessment (WBLCA) software tool: Developers' goals. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1101(9). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1101/9/092012>
- Scofield, J. H. (2013). Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings. *Energy and Buildings*, 67, 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.08.032>

- Shen, K., Cheng, C., Li, X., & Zhang, Z. (2019). Environmental cost-benefit analysis of prefabricated public housing in Beijing. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(1). <https://doi.org/10.3390/su11010207>
- Shen, Z., Yang, X., Liu, C., & Li, J. (2021). Assessment of indoor environmental quality in budget hotels using text-mining method: Case study of top five brands in China. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(8). <https://doi.org/10.3390/su13084490>
- Song, X., Carlsson, C., Kiilsgaard, R., Bendz, D., & Kennedy, H. (2020). Life cycle assessment of geotechnical works in building construction: A review and recommendations. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(20), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12208442>
- Soust-Verdaguer, B., Palumbo, E., LLatas, C., Acevedo, A. V., Hoxha, E., & Passer, A. (2022). Environmental Product Declarations (EPDs) of construction products in Spain: Current status and future challenges. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1078*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1078/1/012128>
- Stern, C., Jordan, Z., & Mcarthur, A. (2014). Developing the review question and inclusion criteria. *American Journal of Nursing*, *114*(4), 53–56. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000445689.67800.86>
- Stevanovic, M., Allacker, K., & Vermeulen, S. (2019). Development of an approach to assess the life cycle environmental impacts and costs of general hospitals through the analysis of a belgian case. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(3). <https://doi.org/10.3390/su11030856>
- Su, S., Wang, Q., Han, L., Hong, J., & Liu, Z. (2020). BIM-DLCA: An integrated dynamic environmental impact assessment model for buildings. *Building and Environment*, *183* (May), 107218. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107218>
- Švajlenka, J., Kozlovská, M., & Pošiváková, T. (2018). Analysis of selected building constructions used in industrial construction in terms of sustainability benefits. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(12). <https://doi.org/10.3390/su10124394>
- Szalay, Z., & Lupíšek, A. (2022). Attitude Towards Lca in Hungary and Czechia – Results of a Survey Among Building Design Professionals. *Acta Polytechnica CTU Proceedings*, *38*, 72–76. <https://doi.org/10.14311/APP.2022.38.0072>
- Taylor-Powell, E. dan Renner, M. (2003). Analyszing Qualitative Data.
- Thiel, C. L., Champion, N., Landis, A. E., Jones, A. K., Schaefer, L. A., & Bilec, M. M. (2013). A materials life cycle assessment of a net-zero energy building. *Energies*, *6*(2), 1125–1141. <https://doi.org/10.3390/en6021125>

- Thiel, C. L., Campion, N., Landis, A. E., Jones, A. K., Schaefer, L. A., & Bilec, M. M. (2013). A materials life cycle assessment of a net-zero energy building. *Energies*, 6(2), 1125–1141. <https://doi.org/10.3390/en6021125>
- Trebs, I., Lett, C., Krein, A., & Junk, J. (2023). Air quality impacts of aviation activities at a mid-sized airport in central Europe. *Atmospheric Pollution Research*, 14(3). <https://doi.org/10.1016/j.apr.2023.101696>
- Vollstedt, M., & Rezat, S. (2019). *An Introduction to Grounded Theory with a Special Focus on Axial Coding and the Coding Paradigm*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15636-7_4
- Wang, S., & Sinha, R. (2022). Life Cycle Assessment of Different Prefabricated Rates for Building Construction. *Architectural Drafting for Interior Design*, 217–264. <https://doi.org/10.5040/9781501361166.ch-009>
- Wijerathna, B. V. M. K., & Abeynayake, M. D. T. E. (2021). Challenges and issues of environmental protection instruments related to infrastructure development projects in sri lanka. *World Construction Symposium, July*, 171–182. <https://doi.org/10.31705/WCS.2021.15>
- Wong, S. C., & Abe, N. (2014). Stakeholders' perspectives of a building environmental assessment method: The case of CASBEE. *Building and Environment*, 82, 502–516. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.09.007>
- Yang, X., Yu, Q., Zhang, Y., & Ma, W. (2023). Occupational health risk assessment of construction workers caused by particulate matter exposure on construction sites. *Heliyon*, 9(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20433>
- Yao, F., Liu, G., Ji, Y., Tong, W., Du, X., Li, K., Shrestha, A., & Martek, I. (2020). Evaluating the environmental impact of construction within the industrialized building process: A monetization and building information modelling approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 1–22. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228396>
- Yukhymenko, M. a, Brown, S. W., Lawless, K. a, Brodowinska, K., & Mullin, G. (2014). Thematic Analysis of Teacher Instructional Practices and Student Responses in Middle School Classrooms with Problem-Based Learning Environment. *Global Education Review*, 1(3), 93–109.
- Zhang, R., & Xu, Y. (2022). The Air Quality Impact Evaluation of Modular Construction Practices in Hong Kong and Singapore. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/su14021016>
- Zimmermann, R. K., Bruhn, S., & Birgisdóttir, H. (2021). Bim-based life cycle assessment of buildings—an investigation of industry practice and needs. *Sustainability (Switzerland)*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/su13105455>

Zítková, J., Wimmerová, L., Fronk, K., Zdražil, V., & Keken, Z. (2022). Applying principles of EIA post-project analysis in the context of suburban infrastructure development. *Ecological Indicators*, 138(July 2021). <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108820>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Sintaks Pencarian

Basis data	Tanggal pencarian	Hasil	Sintaks
Scopus	31 Desember 2023	4.294 dokumen	TITLE-ABS-KEY (building* OR "built environment" OR construction*) AND TITLE-ABS-KEY ("environment* impact*" OR "environment* assessment") AND TITLE-ABS-KEY (challenge* OR factor* OR barrier* OR obstacle*) AND PUBYEAR > 2012 AND PUBYEAR < 2024 AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , "j") OR LIMIT-TO (SRCTYPE , "p")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENVI") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENER") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATE"))
Google Scholar	01 Februari 2024	17.800 dokumen	building* environment* impact* OR assessment* barrier* OR challenge* OR obstacle* Pembatasan rentang tahun pada tahun 2013 - 2023

Lampiran 2. Kriteria penilaian kualitas berdasarkan CASP dan Dybå dan Dingsøyr (2008)

Topik: Judul Artikel	Score	Catatan
1. Apakah ini merupakan makalah penelitian? 1.1 Apakah makalah tersebut didasarkan pada penelitian (atau hanya laporan “pelajaran yang dapat dipetik” berdasarkan pendapat para ahli)?		
2. Apakah ada pernyataan yang jelas tentang tujuan penelitian? 2.1 Apakah ada alasan mengapa penelitian ini dilakukan? 2.2 Apakah ada pernyataan yang jelas tentang hasil utama penelitian?		
3. Apakah ada deskripsi yang memadai tentang konteks penelitian yang dilakukan?		
4. Apakah desain penelitian sudah tepat untuk menjawab tujuan penelitian? 4.1 Apakah peneliti telah menjustifikasi desain penelitian (misalnya, apakah mereka telah mendiskusikan bagaimana mereka memutuskan metode yang akan digunakan)? 4.2 Apakah desain penelitian sesuai dengan tujuan penelitian?		
5. Apakah strategi perekrutan sudah sesuai dengan tujuan penelitian? 5.1 Apakah peneliti telah menjelaskan bagaimana partisipan atau kasus diidentifikasi dan dipilih? 5.2 Apakah kasus-kasus tersebut didefinisikan dan dijelaskan dengan tepat? 5.3 Apakah kasus-kasus tersebut mewakili populasi yang ditentukan? 5.4 Apakah peneliti telah menjelaskan mengapa partisipan atau kasus yang mereka pilih adalah yang paling tepat untuk memberikan akses ke jenis pengetahuan yang dicari oleh penelitian? 5.5 Apakah ukuran sampel cukup besar?		
6. Apakah ada kelompok kontrol yang dapat digunakan untuk membandingkan perlakuan?		

6.1 Bagaimana kontrol dipilih?

6.2 Apakah mereka mewakili populasi yang ditentukan?

7. Apakah data dikumpulkan dengan cara yang sesuai dengan masalah penelitian?

7.1 Apakah semua ukuran didefinisikan dengan jelas (misalnya, unit dan aturan penghitungan)?

7.2 Apakah jelas bagaimana data dikumpulkan (misalnya, wawancara semi-terstruktur, kelompok fokus, dan lain-lain)?

7.3 Apakah peneliti telah menjustifikasi metode yang dipilih?

7.4 Apakah peneliti telah membuat metode-metode tersebut eksplisit (misalnya, apakah ada indikasi bagaimana wawancara dilakukan, apakah mereka menggunakan panduan wawancara)?

7.5 Apakah bentuk data sudah jelas (misalnya, rekaman kaset, materi video, catatan, dan lain-lain)?

7.6 Apakah metode kontrol kualitas digunakan untuk memastikan kelengkapan dan keakuratan pengumpulan data?

8. Apakah analisis data berhasil dilakukan dengan baik?

8.1 Apakah ada penjelasan mendalam tentang proses analisis?

8.2 Apakah data yang memadai telah disajikan untuk mendukung temuan?

8.3 Sejauh mana data yang kontradiktif telah diperhitungkan?

8.4 Apakah metode kontrol kualitas digunakan untuk memverifikasi hasil?

9. Apakah hubungan antara peneliti dan partisipan telah dipertimbangkan secara memadai?

9.1 Apakah peneliti secara kritis memeriksa peran mereka sendiri, potensi bias dan pengaruhnya selama perumusan pertanyaan penelitian, perekrutan sampel, pengumpulan data, dan analisis serta pemilihan data untuk disajikan?

-
10. Apakah ada pernyataan yang jelas tentang temuan?
- 10.1 Apakah temuan-temuannya eksplisit (misalnya, besaran, dan sebagainya)?
 - 10.2 Apakah diskusi yang memadai mengenai bukti, baik yang mendukung maupun yang menentang argumen peneliti, telah ditunjukkan?
 - 10.3 Apakah peneliti telah mendiskusikan kredibilitas temuannya (misalnya, triangulasi, validasi responden, lebih dari satu analisis)?
 - 10.4 Apakah keterbatasan penelitian dibahas secara eksplisit?
 - 10.5 Apakah temuan-temuan dibahas dalam kaitannya dengan pertanyaan-pertanyaan awal penelitian?
 - 10.6 Apakah kesimpulan dibenarkan oleh hasil penelitian?
-
11. Apakah studi ini bermanfaat untuk penelitian atau praktik?
- 11.1 Apakah peneliti mendiskusikan kontribusi yang diberikan oleh penelitian terhadap pengetahuan atau pemahaman yang ada (misalnya, apakah mereka mempertimbangkan temuan-temuan yang berkaitan dengan praktik saat ini atau literatur berbasis penelitian yang relevan)?
 - 11.2 Apakah penelitian mengidentifikasi bidang-bidang baru yang memerlukan penelitian?
 - 11.3 Apakah peneliti mendiskusikan apakah atau bagaimana temuan-temuannya dapat ditransfer ke populasi lain, atau mempertimbangkan cara-cara lain untuk menggunakan penelitian tersebut?
-

Skala

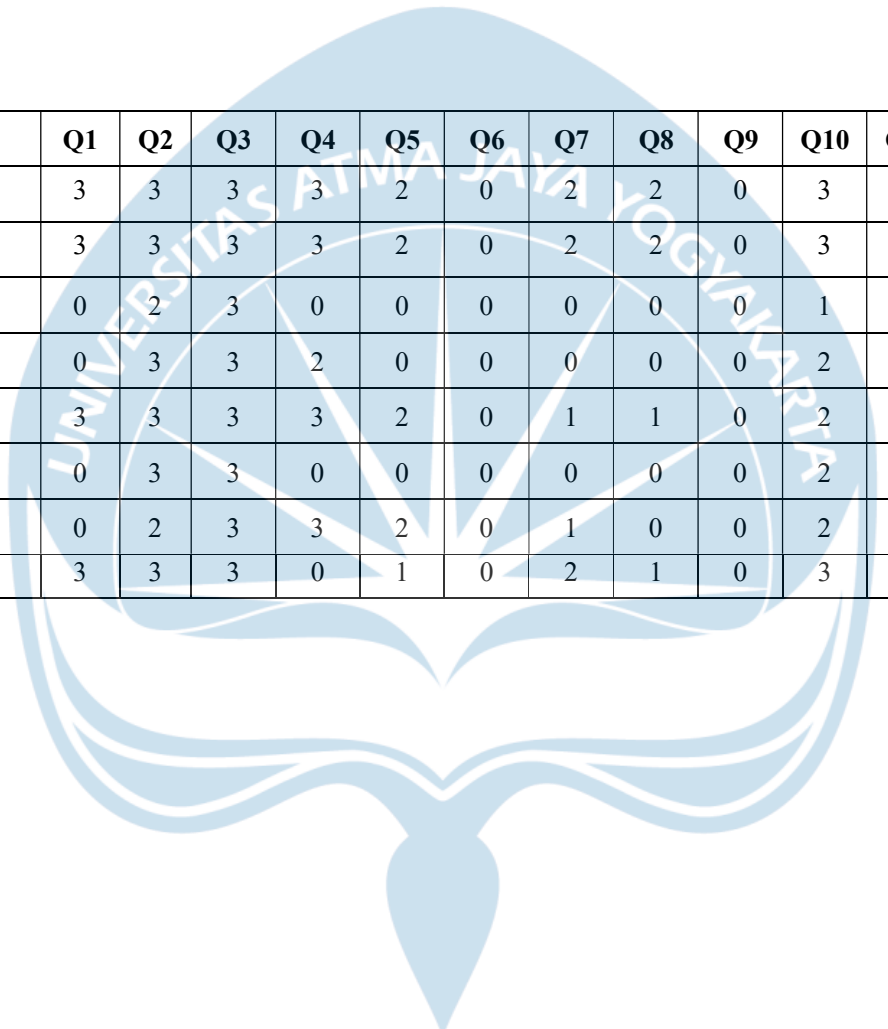
Tidak menyebutkan topik (<i>not mention the topic</i>)	0
Topiknya ditampilkan sedikit (<i>the topic is slightly analysis</i>)	1
Topik ditampilkan sebagian (<i>the topic shown partially</i>)	2
Topik disebutkan secara lengkap (<i>the topic mentioned totally</i>)	3
Sertakan (<i>Include</i>)	20
Tidak termasuk (<i>Exclude</i>)	< 20

Lampiran 3. Hasil penilaian kualitas untuk semua literatur yang memenuhi kriteria dalam seleksi data

No	Penulis (Tahun)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Score	Selected
01	Lu et al. (2019)	3	3	3	3	2	3	3	3	0	3	3	29	Yes
02	Zítková et al. (2022)	3	3	3	3	1	3	3	2	0	2	2	25	Yes
03	Hu et al. (2017)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes
04	Boakye dan Adanu (2022)	3	3	3	3	2	0	3	2	0	2	2	23	Yes
05	Yang et al. (2023)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes
06	Oke et al. (2019)	3	3	3	3	2	0	3	2	0	2	2	23	Yes
07	Shen et al. (2019)	3	3	3	3	3	0	2	2	0	3	1	23	Yes
08	Zhang dan Xu (2022)	3	3	3	3	2	3	2	2	0	2	1	24	Yes
09	Trebs et al. (2023)	3	3	3	3	1	0	2	2	0	2	3	22	Yes
10	Aboulnaga et al. (2020)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes
11	Araghi dan Yaghobi (2015)	3	3	3	3	3	0	3	2	0	2	2	24	Yes
12	Altomonte et al. (2017)	3	3	3	3	2	0	3	3	0	3	3	26	Yes
13	Du et al. (2020)	3	3	3	2	3	0	2	2	0	2	2	22	Yes
14	Yao et al. (2020)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	3	23	Yes
15	Stevanovic et al. (2019)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes

No	Penulis (Tahun)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Score	Selected
16	Shen et al. (2021)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes
17	Švajlenka et al. (2018)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes
18	Mohebbi et al. (2023)	3	3	3	3	3	0	2	3	0	3	3	26	Yes
19	Hatmoko et al. (2023)	3	3	3	3	3	0	2	2	0	2	2	23	Yes
20	Hu (2020)	3	3	3	3	3	0	2	2	0	3	3	25	Yes
21	Liang et al. (2021)	3	3	3	1	2	3	2	2	0	2	2	23	Yes
22	Wang dan Sinha (2022)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	3	23	Yes
23	Balasbaneh dan Sher (2021)	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	30	Yes
24	Oladazimi et al. (2020)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	3	23	Yes
25	Lee et al. (2023)	3	3	3	3	3	0	2	2	3	2	2	26	Yes
26	Balasbaneh dan Ramli (2020)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	3	2	23	Yes
27	Ji et al. (2016)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	2	22	Yes
28	Mirzaie et al. (2020)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	1	21	Yes
29	Lotfy dan Ismaeel (2022)	3	3	3	3	2	0	2	1	0	2	2	21	Yes
30	Khan et al. (2018)	3	3	3	3	2	0	2	1	3	2	2	24	Yes
31	Wong dan Abe (2014)	3	3	3	3	2	0	2	3	3	3	3	28	Yes
32	Fang et al. (2019)	3	3	3	3	2	0	2	1	0	2	1	20	Yes

No	Penulis (Tahun)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Score	Selected
33	Ismaeel dan Elsayed (2018)	3	3	3	3	2	0	2	1	0	2	1	20	Yes
34	Ismaeel dan Lotfy (2023)	3	3	3	3	2	0	3	2	0	2	3	24	Yes
35	Lützkendorf dan Balouktsi (2020)	3	3	3	3	3	0	2	2	0	2	2	23	Yes
36	Rasmussen et al. (2020)	3	3	3	3	3	0	2	2	3	2	1	25	Yes
37	Sartori et al. (2022)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	2	3	23	Yes
38	Szalay dan Lupíšek (2022)	3	3	3	3	2	0	2	1	0	2	2	21	Yes
39	Razman et al. (2023)	3	3	3	3	2	0	2	2	3	2	3	26	Yes
40	Collin et al. (2018)	3	3	3	3	1	0	2	2	0	2	2	21	Yes
41	Ding et al. (2018)	3	3	3	3	2	0	2	2	3	2	3	26	Yes
42	Soust-Verdaguer et al. (2022)	3	3	3	2	3	0	2	2	0	3	2	23	Yes
43	Wijerathna dan Abeynayake (2021)	3	3	3	3	3	0	2	2	3	2	3	27	Yes
44	Zimmermann et al. (2021)	3	3	3	3	2	0	3	2	0	3	3	25	Yes
45	Harelimana et al. (2020)	3	2	3	3	2	0	2	2	3	2	2	24	Yes
46	Olinzock et al. (2015)	3	3	3	3	2	0	2	2	3	2	2	25	Yes
47	Bruce-Hyrkäs et al. (2018)	3	3	3	3	2	0	2	2	3	2	2	25	Yes
48	Arvizu-Piña et al. (2019)	3	3	3	3	2	0	2	2	3	2	2	25	Yes



No	Penulis (Tahun)	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Score	Selected
49	Su et al. (2020)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	3	3	24	Yes
50	Chan et al. (2018)	3	3	3	3	2	0	2	2	0	3	3	24	Yes
51	Awada et al. (2020)	0	2	3	0	0	0	0	0	0	1	1	7	No
52	Cao et al. (2016)	0	3	3	2	0	0	0	0	0	2	1	11	No
53	Deng et al. (2014)	3	3	3	3	2	0	1	1	0	2	1	19	No
54	Hernandez et al. (2014)	0	3	3	0	0	0	0	0	0	2	2	10	No
55	Passer et al. (2015)	0	2	3	3	2	0	1	0	0	2	1	14	No
56	Jones dan Fischer (2016)	3	3	3	0	1	0	2	1	0	3	2	18	No

Lampiran 4. Tabel Ekstraksi Data

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
01	Lu et al. (2019)	Kota Chuzou, Anhui, Tiongkok	Mengembangkan kerangka kerja analisis emisi karbon berdasarkan LCA yang mendukung BIM	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil dari studi kasus ini menunjukkan bahwa jumlah emisi karbon yang dihasilkan pada tahap konstruksi, operasi, dan pembongkaran rumah sakit masing-masing sebesar 3166,8 tCO₂-eq (7,90%), 36.600,0 tCO₂-eq (91,31%), dan 316,7 tCO₂-eq (0,79%). - Rekayasa beton bertulang memberikan kontribusi emisi karbon terbesar selama tahap konstruksi. Pada tahap operasional, HVAC menghasilkan jumlah emisi karbon terbesar, yaitu 53,63%. Alasannya terkait dengan lokasi geografis yang memiliki musim panas dan musim dingin, serta karakteristik bangunan rumah sakit.
02	Zítková et al. (2022)	Praha, Republik Ceko	Mengevaluasi dampak terhadap lingkungan di bidang polusi suara dan perubahan hidrokimia dari proyek perumahan, dengan membandingkan antara dampak yang diprediksi dan dampak nyata	Kuantitatif, studi kasus	Nilai konsentrasi klorida tertinggi sebelum penerapan kompleks perumahan yang ditinjau mencapai sekitar 53 mg/L, dan setelah penerapan (selama penggunaan kompleks perumahan) masing-masing sekitar 120 mg/L dan 114 mg/L. Perbandingan timbal balik menunjukkan bahwa tidak ada konsentrasi klorida yang tidak biasa di area tersebut; sebaliknya, angkanya agak rendah. Juga, untuk mempertimbangkan beban kebisingan, yang nilainya sebelum implementasi adalah 47 dB±1,8, sedangkan prediksi konstruksi dan pengoperasian sebesar 48 dB±1,8. Nilai riil beban kebisingan berkisar antara 43,6 dB±1,8 hingga 46,6dB±1,8. Banyak proyek infrastruktur mempunyai masalah dalam melaksanakan komitmen keberlanjutan yang dibuat pada awal proses perencanaan.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
03	Hu et al. (2017)	Amerika Serikat	1) mengusulkan metode untuk membandingkan berbagai sistem peringkat, 2) memperkirakan potensi penghematan energi primer siklus hidup dari setiap sistem peringkat dibandingkan dengan garis dasar ASHRAE 2010, dan 3) membandingkan potensi pengurangan dampak lingkungan dari setiap sistem peringkat	Kuantitatif, studi kasus	- Untuk konsumsi energi primer siklus hidup, Living Building Challenge menghasilkan penghematan energi operasional tertinggi dengan pengurangan sekitar 95%. Rumah Pasif berada di peringkat kedua dengan pengurangan 80%. Bangunan Net Zero Energy akan mencapai sekitar 60% pengurangan karena sebagian besar bangunan NZE yang ada berfokus pada keseimbangan antara permintaan dan produksi energi. Dalam kategori pengurangan dampak lingkungan, semua sistem rating yang dibandingkan memiliki pengurangan yang substansial. - Living Building Challenge adalah yang paling efektif dalam hal pengurangan potensi pemanasan global dengan pengurangan 48%, dan Passive House adalah yang paling efektif dalam hal pengurangan potensi penipisan ozon dengan pengurangan 11,76% dibandingkan dengan standar ASHRAE. Namun, untuk potensi dampak kesehatan manusia, tidak ada satu pun sistem peringkat yang memiliki pengurangan yang memuaskan. Sebaliknya, semua bangunan berkinerja tinggi memberikan hasil dengan potensi yang lebih tinggi untuk menyebabkan dampak negatif pada kesehatan manusia. - Secara umum, dapat dikatakan bahwa tidak ada perbedaan teknis yang signifikan di antara berbagai sistem peringkat karena dasar ilmiah dan metode konstruksi bangunan mengikuti standar dan peraturan yang sama. Sebagai sebuah tren, penerapan salah satu sistem rating dapat menghasilkan pengurangan konsumsi energi primer dan beberapa dampak lingkungan pada tahap siklus hidup bangunan tertentu.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
04	Boakye dan Adanu (2022)	Ghana, Afrika Barat	Menentukan apakah perspektif pekerja konstruksi di lapangan mengenai dampak lingkungan utama konsisten dengan para manajer konstruksi yang sebelumnya diteliti di Ghana	Kuantitatif, dengan Survei kuesioner	- Temuan studi ini menunjukkan bahwa peringkat tingkat keparahan dampak lingkungan yang dilakukan pekerja konstruksi di lokasi berbeda dengan peringkat manajer konstruksi yang sebelumnya ditentukan di Ghana. Studi ini mengungkapkan bahwa pengalaman di lokasi mempengaruhi besarnya dampak lingkungan yang dirasakan terkait dengan aktivitas terkait konstruksi. - Persentase varian total RII dan EFA menunjukkan bahwa dampak lingkungan yang paling penting bagi pekerja di lokasi terkait dengan tingkat keparahannya adalah debu dan kebisingan yang dihasilkan dari aktivitas di lokasi. Polusi debu dan suara muncul sebagai dampak paling parah yang mempengaruhi lingkungan.
05	Yang et al. (2023)	Tiongkok	Mengevaluasi secara kuantitatif pengaruh kegiatan konstruksi terhadap kesehatan personel melalui pengukuran di tempat, perhitungan kuantitatif, dan simulasi, untuk memberikan dukungan teknologi terhadap peningkatan perlindungan kesehatan di lokasi. dan manajemen konstruksi berkelanjutan	Kuantitatif, studi kasus	- Konsentrasi massa materi partikulat di lokasi konstruksi secara signifikan lebih tinggi daripada data nilai latar belakang lingkungan dari titik kontrol nasional terdekat. Emisi materi partikulat dari kegiatan konstruksi mempengaruhi lingkungan sekitar dan menimbulkan bahaya kesehatan bagi pekerja di lokasi. - Konsentrasi materi partikulat yang tinggi di lokasi konstruksi yang terpapar ke lingkungan kerja sangat memengaruhi kesehatan kerja pekerja konstruksi. Secara khusus, operasi dasar lubang pada tahap pondasi, pemrosesan batang baja pada tahap struktur utama, dan pekerja plesteran, pemasangan bata, dan dempul pada tahap pemasangan dan dekorasi merupakan kelompok dengan risiko kesehatan kerja tertinggi di lokasi konstruksi.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
06	Oke et al. (2019)	Afrika Selatan	Mengidentifikasi dampak kegiatan konstruksi terhadap lingkungan dengan tujuan untuk menyoroti pendekatan mitigasi dan strategi penegakannya	Kuantitatif, dengan Survei kuesioner	Dampak dari kegiatan konstruksi meliputi timbulan limbah, konsumsi sumber daya, polusi suara, polusi udara yang merusak ekosistem, dan timbulan emisi gas rumah kaca sebagai akibat dari pergerakan kendaraan dan mesin yang digunakan dalam konstruksi.
07	Shen et al. (2019)	Beijing, Tiongkok	Untuk memperkenalkan kondisi umum perumahan umum prefabrikasi di Beijing berdasarkan beberapa proyek; menentukan apakah prefabrikasi lebih baik dan lebih efisien daripada metode tradisional dalam hal biaya konstruksi dan dampak lingkungan	Kuantitatif, dengan kuesioner dan investigasi lapangan	Investasi perumahan umum prefabrikasi ramah lingkungan dan efisien. Kinerja lingkungan dari proyek prefabrikasi lebih unggul dibandingkan proyek tradisional, namun manfaatnya tidak signifikan, khususnya di bidang perlindungan lingkungan. Konstruksi prefabrikasi tidak menghemat banyak energi dan tidak efisien, serta upaya konservasi air atau pengurangan limbah konstruksi tidak signifikan. Keunggulan rumah prefabrikasi, dengan keterbatasan teknologi dan manajemen, masih belum jelas.
08	Zhang dan Xu (2022)	Hong Kong dan Singapura	Mengeksplorasi dampak konstruksi modular terhadap lingkungan ekologi di Hong Kong dan Singapura	Kuantitatif, studi kasus	Studi ini mengeksplorasi dampak dari praktik konstruksi modular terhadap GRK dan emisi polutan udara di Hong Kong dan Singapura melalui implementasi kebijakan. Ditemukan bahwa di Hong Kong, implementasi kebijakan konstruksi modular dapat mengurangi konsentrasi PM10, serta berdampak pada GRK, NO ₂ , O ₃ , dan SO ₂ , sedangkan di Singapura tidak berdampak secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa implementasi kebijakan konstruksi modular memiliki dampak yang terbatas terhadap kualitas udara di kota-kota tersebut dan tidak dapat secara efektif meningkatkan kualitas udara di wilayah tersebut.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
09	Trebs et al. (2023)	Findel, Luxemburg	(a) Investigasi dampak kegiatan penerbangan terhadap kualitas udara ambien selama dua musim meteorologi yang berbeda, (b) Perbandingan konsentrasi polutan dengan konsentrasi polutan di lokasi lain, (c) Analisis distribusi ukuran UFP yang relevan dengan kesehatan termasuk identifikasi dan karakterisasi sumber emisi	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil pengukuran polutan udara di Bandara Luxembourg Findel menemukan bahwa selama musim panas dan musim dingin, semua konsentrasi polutan (kecuali O₃), termasuk UFP (nukleasi dan partikel mode Aitken) berkurang secara substansial pada siang hari, meskipun pergerakan penerbangan paling tinggi pada saat itu. Hal ini berbeda dengan hasil yang ditemukan di bandara lain, di mana variasi temporal konsentrasi polutan umumnya berkorelasi dengan aktivitas penerbangan. - Kontribusi NO₂ dari pesawat yang lepas landas dan mendarat terhadap konsentrasi latar belakang lokal serta aktivitas bandara lainnya, tidak signifikan. Emisi NO₂ utama bandara terjadi selama musim dingin/musim semi dan sebagian besar disebabkan oleh gas buang dari area parkir. - Operasi bandara Findel hanya memiliki dampak moderat terhadap kualitas udara ambien pada siang hari, yang sebagian besar terkait dengan aktivitas penerbangan yang secara substansial lebih rendah dibandingkan dengan bandara berukuran besar.
10	Aboulnaga et al. (2020)	Kairo, Mesir	Melihat dan menilai keberlanjutan dan dampak lingkungan strategis (SEI) dari proyek besar di Kairo, Mesir dengan mengidentifikasi dan mendiskusikan dampak dari proyek tersebut dari sisi sosial, ekonomi, dan lingkungan, yaitu dari sudut pandang SEA	Kuantitatif - kualitatif, studi kasus	- CCA memiliki dampak yang sangat besar terhadap masyarakat dan lingkungan di semua tingkat pengaruh strategis. - CCA menggunakan teknik hemat energi dan mengintegrasikan energi terbarukan untuk mengurangi kebutuhan energi bangunan dan menghemat energi. - Penilaian cradle-to-gate terhadap emisi EmEn dan CO₂ dari bahan bangunan yang digunakan menunjukkan bahwa total EmEn dari seluruh bangunan hampir 900 TJ dan total emisi

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					CO₂ sekitar 78 G-ton. Namun, beton bertulang memiliki jejak bangunan tertinggi, yang berkontribusi terhadap dua pertiga dari total energi yang terkandung dan tiga perempat dari emisi karbon bangunan. Selain itu, polusi udara dan tanah juga bergantung pada transportasi karena pengoperasian mal. Akhirnya, hasil penelitian menunjukkan bahwa mega proyek ini berkontribusi terhadap pencapaian SDG 7, 11, 12, dan 13.
11	Araghi dan Yaghobi (2015)	Birjand, Iran	Mengevaluasi pengaruh polusi suara dari bandara Birjand terhadap kesehatan fisik dan mental penduduk	Kuantitatif, studi kasus	Polusi suara dari bandara Birjand mempengaruhi mode tidur dan tidak akan mempengaruhi kegelisahan, stres dan penyakit mental serta mengganggu kemampuan berbicara. Namun, karena efek polusi suara yang disebabkan oleh suara pesawat terbang, mereka yang tinggal di daerah ini dapat diisolasi komponen-komponen bangunan perkantoran dan perumahan untuk mengurangi kebisingan dan waktu lepas landas dan pendaratan pesawat terbang yang terbatas, terutama di malam hari (jam 10 sampai jam 8 pagi).
12	Altomonte et al. (2017)	Inggris	Menyajikan analisis awal mengenai kepuasan IEQ yang terjadi pada gedung-gedung perkantoran yang baru saja dibangun dengan peringkat BREEAM di Inggris, dan membandingkan tanggapan yang diberikan oleh pengguna gedung-gedung non-bersertifikat BREEAM yang memiliki	Kuantitatif, dengan kuesioner cross-sectional (transversal); dan, survei point-in-time (saat itu juga)	- Dalam kumpulan data yang dianalisis, peringkat BREEAM sendiri tampaknya tidak secara signifikan dan substantif mempengaruhi kepuasan penghuni terhadap bangunan dan ruang kerja. - Penghuni gedung-gedung yang tidak memiliki peringkat BREEAM menunjukkan kecenderungan kepuasan yang lebih tinggi secara signifikan dan substantif terhadap kualitas udara dan privasi visual dibandingkan dengan pengguna kantor-kantor yang memiliki peringkat BREEAM.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
			kesamaan dalam hal usia, fungsi, ukuran, dan lokasi		Kepuasan yang lebih rendah pada sebagian besar kategori IEQ terdeteksi di kantor-kantor BREEAM untuk penghuni yang telah menghabiskan waktu lebih dari 24 bulan di gedung dan ruang kerja mereka, dan untuk pengguna yang bekerja dengan tata ruang terbuka.
13	Du et al. (2020)	Beijing, Tiongkok	Melakukan studi perbandingan pada bangunan mal hijau dan konvensional di Beijing, Cina, selama musim peralihan (musim semi), musim panas, dan musim dingin	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil kuesioner subyektif menunjukkan bahwa pelanggan lebih puas dengan IEQ bangunan mal hijau dibandingkan dengan bangunan mal konvensional. - Hasil pengukuran obyektif menunjukkan bahwa gedung pusat perbelanjaan hijau lebih unggul daripada gedung pusat perbelanjaan konvensional dalam hal kelembaban relatif, pencahayaan, konsentrasi karbon dioksida, dan tingkat suara (terutama pencahayaan dalam ruangan). Namun, dalam hal lingkungan termal dalam ruangan, hanya ada sedikit perbedaan antara kedua bangunan tersebut, dan keduanya tidak dapat memenuhi persyaratan suhu dalam ruangan di Cina pada musim panas dan musim dingin.
14	Yao et al. (2020)	Beijing, Tiongkok	Menganalisis dampak lingkungan konstruksi dari lapisan standar bangunan industri dari empat tahap siklus hidup, yaitu pengangkutan, penumpukan, perakitan, dan pengecoran di tempat	Kuantitatif, studi kasus	Dari hasil penelitian tersebut, ditemukan bahwa tahap perakitan memiliki dampak terbesar terhadap lingkungan yaitu 66,13% di antara empat tahap siklus hidup, diikuti oleh tahap transportasi sebesar 16,39%, penumpukan sebesar 10,29%, dan cor di tempat sebesar 7,19%. Selain itu, terlihat bahwa kontributor utama termasuk konsumsi daya, polusi suara, konsumsi bahan bakar, kehilangan material dan komponen, yang secara keseluruhan mencapai lebih dari 85% dari total dampak.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
15	Stevanovic et al. (2019)	Flanders, Belgia	Mendapatkan wawasan tentang dampak lingkungan siklus hidup dan biaya keuangan bangunan rumah sakit di Flanders (Belgia)	Kuantitatif, studi kasus	- Alat bantu MMG+ KULeuven sebagian besar dikembangkan untuk analisis bangunan tempat tinggal dan membutuhkan adaptasi untuk memastikan penerapannya pada fasilitas rumah sakit. Berbagai elemen dan produk konstruksi yang umum digunakan di rumah sakit masih kurang dan harus ditambahkan. - Ekstraksi data inventaris dari model Revit sering kali menimbulkan masalah, karena penataan dalam model Revit tidak selalu sejalan dengan alat LCA/LCC. Hal ini mengakibatkan perhitungan jumlah bahan bangunan yang tepat memakan waktu. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk menyelaraskan model Building Information Modeling (BIM) dengan struktur inventaris data LCA dengan lebih baik di masa depan untuk memungkinkan pengumpulan data yang lebih efisien. - Dari perspektif lingkungan, penggunaan listrik untuk peralatan diidentifikasi sebagai proses yang paling berdampak, dengan 51% dampak siklus hidup. Dalam hal dampak lingkungan, prioritasnya adalah mengurangi kebutuhan listrik rumah sakit, jika memungkinkan. Proses yang paling berdampak kedua berdasarkan indikator CEN adalah energi untuk pemanasan, sedangkan dalam hal indikator CEN+, fase produksi menempati posisi kedua. Proses pembersihan diidentifikasi sebagai proses yang paling berdampak pada lingkungan ketiga dari perspektif indikator CEN, diikuti oleh proses produksi.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
16	Shen et al. (2021)	Tiongkok	Mengidentifikasi keluhan tentang IEQ di hotel budget dengan bantuan data ulasan online dan teknologi text mining, serta mengeksplorasi berbagai faktor yang mempengaruhi tingkat keluhan IEQ	Kualitatif, dengan sumber data ulasan <i>online</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa hotel-hotel murah di Tiongkok memiliki masalah IEQ yang lebih serius. Tingkat keluhan mereka sekitar tiga kali lebih tinggi dari tingkat keluhan hotel bintang lima yang diukur oleh penelitian yang ada. Dari semua masalah IEQ, masalah lingkungan akustik paling sering terjadi. Selain itu, musim dan wilayah iklim memiliki dampak yang signifikan terhadap IEQ.
17	Švajlenka et al. (2018)	Republik Ceko, Republik Slovakia, Polandia, dan Hongaria, Eropa Tengah	Menganalisis dan memverifikasi sistem konstruksi terpilih pada bangunan yang dirancang untuk produksi primer pertanian dalam kaitannya dengan dampak lingkungannya.	Kuantitatif, studi kasus	- Manfaat yang disebutkan di atas terlihat terutama pada bidang evaluasi parameter lingkungan yang mencakup energi, potensi pengasaman, dan, khususnya, potensi pemanasan global. Perbedaan persentase potensi pemanasan global sangat tinggi untuk sistem berbasis baja dibandingkan dengan sistem konstruksi berbasis kayu (62,9–91,1%), dan perbedaan antara sistem kayu dan beton berkisar antara 68,6% hingga 92,5%. - Dari sudut pandang generasi emisi CO₂ selama pengangkutan material dan komponen, keunggulan sistem berbasis baja dan kayu telah terbukti dibandingkan sistem besi-beton, sebagian besar disebabkan oleh bobot material yang diangkut dan elemen yang diperlukan untuk konstruksi besi-beton jauh lebih tinggi.
18	Mohebbi et al. (2023)	Inggris	Membandingkan WLC dari tiga variasi supermarket LIDL pada umumnya. Ketiga struktur ini mengikuti desain dan sistem HVAC yang sama serta variasinya	Kuantitatif, studi kasus	- Emisi karbon seumur hidup (WLC) terbukti mencapai 4123 tonCO₂e untuk model P1, di mana EC menyumbang 30%. Menunjukkan emisi WLC sebesar 3938 tonCO₂e untuk model P2, di mana EC berkontribusi sebesar 26%. - P3 memiliki WLC terbesar yaitu 4219 tonCO₂e yang menunjukkan peningkatan kontribusi EC sebesar 32% tanpa mempertimbangkan karbon biogenik.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					Temuan investigasi ini mengamati bahwa emisi karbon bangunan supermarket dapat dikurangi (kurang lebih 6,6%) dengan membuat pilihan material secara hati hati tanpa memerlukan desain ulang atau konfigurasi ulang yang ekstrem pada sistem bangunan
19	Hatmoko et al. (2023)	Tangerang, Banten	Menganalisis emisi karbon dan dampak lingkungan dari konstruksi rumah modular	Kuantitatif, studi kasus	- Dalam lima tahap ini, aktivitas yang berkontribusi terhadap emisi karbon mencakup karbon yang terkandung dalam bahan mentah, konsumsi bahan bakar selama aktivitas transportasi, dan konsumsi energi dalam fabrikasi, pemasangan, dan perakitan modul bangunan. - Analisis emisi karbon menghasilkan total 1588,44 kg CO₂. Tahap ekstraksi bahan mentah diidentifikasi sebagai penyumbang emisi karbon terbesar, yaitu sebesar 94,1% dari total emisi karbon. Selain itu, diantara ketiga material yang digunakan, baja galvanis mendominasi. - Analisis ReCiPe lebih lanjut mengungkapkan kerusakan pada kualitas ekosistem (25,15 poin), kesehatan manusia (55,32 poin), dan sumber daya (2,64 poin).
20	Hu (2020)	n/a	Mengidentifikasi kegunaan rasio antara energi yang terkandung dan karbon yang terkandung	Kuantitatif, studi kasus	- Kategori dampak lingkungan tidak bergantung pada energi yang terkandung, atau karbon yang terkandung. Sebaliknya, angka tersebut sebanding dengan LCEP. LCEP berbanding terbalik dengan potensi dampak lingkungan. - Di antara berbagai studi bahan bangunan, logam dan beton menunjukkan kontribusi tertinggi terhadap perwujudan energi dan karbon. Untuk komponen bangunan, sistem dinding eksterior bangunan merupakan konsumen energi dan pencemar terbesar, yang menunjukkan bahwa sistem fasad

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					dan dinding bangunan dapat berperan penting dalam mengurangi karbon dan energi. Ada banyak hambatan untuk memperoleh data aktual ini, terutama untuk bangunan yang sudah ada. Kebanyakan bangunan tua yang ada tidak memiliki arsip dengan dokumen konstruksi asli yang lengkap. Sering kali bangunan-bangunan ini juga telah mengalami beberapa kali renovasi, sehingga pengumpulan data nyata menjadi sangat menantang.
21	Liang et al. (2021)	Portland, Amerika Serikat	Menganalisis dampak lingkungan dan kontribusi ekonomi dari pembangunan kayu massal CLT	Kuantitatif, studi kasus	Hasil LCA <i>cradle-to-grave</i> (modul A–C) menunjukkan bangunan kayu massal memiliki kinerja yang lebih baik dalam hal GW (1,6% lebih rendah) dan dampak lingkungan lainnya dibandingkan bangunan beton. Seperti yang diharapkan, energi operasional mendominasi emisi GRK bangunan, menyumbang lebih dari 90% emisi dari bangunan kayu massal.
22	Wang dan Sinha (2022)	Stockholm, Swedia	Membandingkan kinerja lingkungan bangunan prefabrikasi dengan laju prefabrikasi yang berbeda dalam perspektif siklus hidup dan mengkaji apakah peningkatan laju prefabrikasi lebih ramah lingkungan	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan beton pracetak adalah jenis pekerjaan dengan dampak lingkungan terkecil, dan di antara semua tahapan siklus hidup, ekstraksi material bertanggung jawab atas dampak lingkungan paling besar. - Ketika tingkat produksi prefabrikasi meningkat, total jejak air pada bangunan prefabrikasi berkurang; namun, jejak energi siklus hidup dan jejak karbon pada kasus yang dipilih meningkat. - Di antara kategori dampak lainnya, ekotoksistas terestrial mempunyai tren peningkatan yang paling signifikan ketika tingkat produksi prefabrikasi meningkat. Studi ini mengidentifikasi transportasi sebagai faktor sensitif terhadap

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					perubahan jejak energi, jejak karbon, dan ekotoksitas terestrial, karena meningkatnya dampak lingkungan selama masa tersebut.
23	Balasbaneh dan Sher (2021)	Malaysia	Memilih metode konstruksi yang paling diinginkan dengan mempertimbangkan tidak hanya aspek lingkungan dari produk tetapi juga aspek ekonomi dan sosial, untuk menguji keberlanjutan bangunan tempat tinggal yang dibangun menggunakan konstruksi beton modular di luar lokasi dan di lokasi, untuk mengukur dampak lingkungan serta kriteria lain termasuk aspek sosial	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil lingkungan menunjukkan bahwa kontroversi antar kriteria yang berbeda sebagian besar berkaitan dengan pemborosan, transportasi, dan penggunaan crane. PPVC adalah pilihan terbaik untuk GHG, OLD, dan FD sedangkan OSC adalah pilihan terbaik untuk HT dan TE. - Keberlanjutan siklus hidup dilakukan untuk menggabungkan indikator lingkungan, biaya, dan sosial menggunakan metode TOPSIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PPVC merupakan alternatif terbaik.
24	Oladazimi et al. (2020)	Teheran, Iran	Menyelidiki dampak lingkungan dari dua bangunan tempat tinggal bertingkat di Teheran dengan fungsi serupa, yang dibangun dengan rangka baja dan bangunan lainnya dibangun dengan rangka beton	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil penelitian menunjukkan bahwa bangunan beton memiliki polusi yang jauh lebih tinggi dibandingkan bangunan baja. Jumlah total pencemaran pada berbagai tahap oleh bangunan beton 38% lebih banyak dibandingkan bangunan baja. Selain itu, dua tahap perolehan bahan mentah dan EoL menciptakan lebih banyak polusi dibandingkan tahap siklus hidup lainnya. - Pada tahap EoL, potongan baja dapat didaur ulang dan digunakan kembali, sedangkan rangka konstruksi beton dibuang ke TPA yang berdampak buruk pada ekosistem.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan rangka baja pada industri bangunan lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan rangka beton.
25	Lee et al. (2023)	Korea Selatan	Menganalisis secara kuantitatif dua bangunan kecil non-perumahan (gedung perkantoran publik) dengan struktur berbeda (beton bertulang dan struktur kayu berat) yang telah memperoleh sertifikasi desain dan konstruksi ZEB di Korea, untuk membandingkan teknologi utama yang digunakan untuk mencapai ZEB	Kuantitatif, studi kasus	- Mengenai LCA, Kasus 1 dan 2 mencapai model ZEB, yang secara signifikan meningkatkan tingkat kemandirian energi dan mengurangi beban dampak lingkungan. Berdasarkan GWP, LCA Kasus 1 dan 2 diturunkan sebesar-56,66% dan masing-masing 44,92%. - Terkait material, bangunan berukuran kecil dapat memberikan dampak yang lebih besar terhadap berat masing-masing material dibandingkan bangunan berukuran sedang dan besar. Oleh karena itu, dari sudut pandang LCA, pemilihan dan penerapan material yang memiliki efek lebih besar dalam mengurangi berat material dan beban dampak lingkungan adalah penting.
26	Balasbaneh dan Ramli (2020)	Malaysia	Menilai dampak lingkungan dan ekonomi dari dua jenis PPVC yang paling umum—yaitu beton dan baja—dan, untuk menilai limbah dan penggunaan listrik yang timbul selama kegiatan konstruksi pabrik	Kuantitatif, studi kasus	- Hasil penelitian menunjukkan bahwa emisi struktur baja melebihi emisi struktur beton hanya pada kategori GRK, sedangkan emisi struktur beton lebih tinggi pada kategori lingkungan lainnya. - Penggunaan listrik untuk peralatan lebih besar pada baja dibandingkan beton pada semua kategori; Namun, pemborosan materi lebih besar untuk beton dibandingkan baja di semua kategori. - Penggunaan baja dapat meminimalkan pemborosan, serta penggunaan material dan listrik—yang pada akhirnya berkontribusi terhadap pengurangan dampak terhadap lingkungan.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
27	Ji et al. (2016)	Tiongkok	(1) Menetapkan batasan sistem pengukuran emisi GRK; (2) mengembangkan model kuantitatif untuk menghitung emisi GRK khususnya pada tahap konstruksi dan; (3) untuk membandingkan Emisi GRK dari metode konstruksi pracetak in-situ dan konvensional hingga akhir tahap konstruksi	Kuantitatif, studi kasus	- Temuan dalam penelitian ini menggambarkan bahwa metode konstruksi pracetak in-situ menghasilkan emisi GRK yang lebih sedikit dibandingkan dengan konstruksi konvensional. - Terdapat kesulitan dalam mengumpulkan data yang detail dan akurat. Selain itu, saat ini perhitungan perlu dilakukan secara manual dan memakan waktu. Akibatnya, terkadang hasilnya kurang dapat diandalkan. - Penggunaan penggunaan alat inovatif seperti BIM (Building Information Modeling) dan RFID (Radio Frekuensi Identifikasi) bisa dipertimbangkan untuk perhitungan jejak karbon yang efisien dan efektif.
28	Mirzaie et al. (2020)	Inggris	Memberikan wawasan tentang pendekatan EoL dalam kedua metode tersebut ketika diterapkan pada bangunan untuk lebih memahami implikasi dari setiap pendekatan terhadap dampak lingkungan siklus hidup yang dialokasikan untuk bangunan yang dinilai	Kuantitatif, studi kasus	- Berbagai tantangan metodologis diidentifikasi saat menerapkan metode tersebut. Yang utama adalah kurangnya basis data yang kompatibel dengan persyaratan pemodelan akhir masa pakai dari kedua metode tersebut. Ketidakcocokan ini membutuhkan pemodelan ulang dari dataset akhir masa pakai dan memakan waktu serta dapat menjadi tidak konsisten di seluruh pemodel. - Selain ketidakcocokan, basis data juga menunjukkan kekurangan penting untuk komponen bangunan tertentu, dengan dua hal penting yaitu sistem mekanik dan listrik, dan proses daur ulang. Oleh karena itu, direkomendasikan agar sektor konstruksi dan pengembang database LCI berusaha keras untuk menyediakan informasi yang kurang ini.
29	Lotfy dan Ismaeel (2022)	Mesir	Menyelidiki tantangan utama dalam menerapkan AMDAL dalam proyek konstruksi proyek-proyek konstruksi di Mesir	Kualitatif dan kuantitatif, dengan	Tantangan dan potensi tersebut adalah: kurangnya ketersediaan dan keandalan data, terbatasnya kemampuan dan pengetahuan praktisi tentang alat yang tersedia,

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
				tinjauan literatur dan survei kuesioner	tingginya biaya yang harus dikeluarkan dan waktu yang tersedia untuk melakukan penilaian. Peran pemerintah untuk memastikan ketersediaan dan keandalan data merupakan suatu keharusan untuk melaksanakan proses AMDAL sesuai dengan waktu dan biaya yang telah direncanakan.
30	Khan et al. (2018)	Punjab, Pakistan	Mengidentifikasi tantangan yang dihadapi oleh para konsultan di Punjab ketika berhadapan dengan para pemangku kepentingan	Kualitatif, dengan wawancara	Implementasi lemah karena EPA tidak memiliki kapasitas untuk menjalankan fungsinya, termasuk tinjauan laporan, tindak lanjut dan evaluasi AMDAL. Kurangnya kesadaran telah menyebabkan para pemrakarsa tidak menganggap AMDAL sebagai prioritas dan mengalokasikan dana yang terbatas untuk AMDAL. Para konsultan juga mengorbankan kualitas laporan dalam upaya mereka untuk mendapatkan keuntungan, yang pada akhirnya mengorbankan kualitas AMDAL. Kemauan politik yang kuat diperlukan untuk memastikan implementasi yang lebih baik dan skema kesadaran mengenai AMDAL.
31	Wong dan Abe (2014)	Jepang	Memperjelas persepsi tentang CASBEE dari sudut pandang mereka yang sudah dikenal dan memiliki pengalaman dalam penerapan praktis sistem CASBEE dalam profesinya	Kuantitatif, dengan Survei kuesioner	- Studi ini mengungkapkan bahwa adopsi dan difusi CASBEE masih terbatas di pasar bangunan di Jepang, dan hal ini menunjukkan kurang berkembangnya lingkungan bisnis yang mendukung penyebaran CASBEE. - Keseluruhan bukti menunjukkan bahwa terdapat kesenjangan yang cukup besar antara perspektif pemerintah daerah dan komunitas bangunan. Secara khusus, sistem penghargaan untuk mempromosikan CASBEE tidak ada atau tidak tepat sasaran. - Sehubungan dengan perspektif para pemangku kepentingan proyek mengenai persepsi, motivasi, insentif dan hambatan, studi ini telah mengungkapkan perbedaan yang lebih besar

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					antara sektor bangunan (sektor perumahan dan non-perumahan) dan antar wilayah, dibandingkan dengan perbedaan antar profesi.
32	Fang et al. (2019)	Tiongkok	Menganalisis emisi karbon selama tahap konstruksi, dan mencari tahu kegiatan mana yang memiliki potensi pengurangan emisi yang lebih besar	Kuantitatif, studi kasus	Kurangnya data proses di dalam dan di luar proyek yang terperinci juga menyulitkan penelitian evaluasi emisi karbon selama proses konstruksi. Untuk mengatasi masalah jangkauan penelitian dan data, penelitian ini menggunakan kuota konstruksi untuk penelusuran emisi karbon. Penelitian ini berfokus pada proses konstruksi, yang dimulai dari pengumpulan material di lokasi hingga digunakan. Emisi karbon pada setiap tahapan proses konstruksi kemudian dihitung dan dibandingkan untuk menemukan titik penghematan energi sehingga dapat mengurangi emisi karbon.
33	Ismaeel dan Elsayed (2018)	Mesir	Membandingkan status saat ini dan kerangka kerja yang diusulkan yang mencirikan latar belakang kelembagaan penilaian lingkungan hidup di Mesir	Kualitatif, dengan wawancara terstruktur dan survei kuesioner	▪ Urutan yang optimal untuk mempromosikan metode penilaian lingkungan dalam konteks yang ditentukan harus diawali dengan studi LCA yang diikuti oleh studi AMDAL dan SEA. Hal ini berguna untuk mengatasi tantangan yang berkaitan dengan ketidakcukupan basis data dan kompleksitas program perangkat lunak. ▪ Masih terdapat kekurangan data dan alat untuk melakukan penilaian lingkungan yang berkualitas untuk proyek pembangunan yang diusulkan, di samping beban biaya dan waktu tambahan.
34	Ismaeel dan Lotfy (2023)	Mesir	Mengusulkan kerangka kerja untuk membandingkan tiga proyek konstruksi besar di negara berkembang, dengan kasus di Mesir, untuk	Kualitatif dan kuantitatif, dengan tinjauan	Penelitian ini menunjukkan tantangan yang ada dalam tiga poin utama: (1) penerapan model BIM tingkat lanjut yang buruk untuk mendukung analisis keberlanjutan untuk studi AMDAL, (2) ketidakseimbangan penerapan aplikasi BIM di berbagai fase proyek yang berbeda; hal ini kurang terlihat pada tahap operasi

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
			menunjukkan area-area yang memiliki kekurangan	literatur dan survei kuesioner	dan pemeliharaan serta skenario akhir masa pakai, dan (3) kurangnya integritasi alat BIM untuk mendukung langkah mitigasi.
35	Lützkendorf dan Balouktsi (2020)	Jerman	1) Menyajikan status terkini dari penerapan metode LCA di antara para perancang di Jerman; 2) Mengidentifikasi dan menganalisa kemajuan yang telah dicapai sejak survei terakhir pada tahun 2005; 3) Memberikan rekomendasi mengenai cara mengatasi hambatan-hambatan dalam menggunakan LCA selama proses desain	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	- Tidak dapat dan tidak harus diasumsikan bahwa semua perancang harus memahami prinsip-prinsip metodologi LCA secara rinci. Akan tetapi, cukup jika mereka mengetahui indikator-indikator yang relevan, dapat menginterpretasikan hasil perhitungan pada kategori dampak yang dihasilkan oleh alat yang berbeda, dan memahami bagaimana keputusan desain mempengaruhi hasil penilaian. - Dorongan untuk meningkatkan penggunaan LCA harus berasal dari pemilik bangunan atau melalui persyaratan hukum yang mengikat. Pendidikan dan pelatihan para profesional desain dan konsultan harus lebih banyak membahas pertanyaan-pertanyaan tentang LCA yang diterapkan. Referensi standar seperti ISO 14040 kurang membantu di sini dibandingkan dengan presentasi alat dan basis data desain tertentu. Adaptasi kurikulum di universitas harus segera dimulai.
36	Rasmussen et al. (2020)	Norwegia, Swedia, Finlandia, dan Denmark	Menganalisis hasil survei sehubungan dengan perkembangan persyaratan LCA yang sedang berlangsung di negara-negara Nordik, dan untuk merefleksikan implikasi untuk harmonisasi lebih lanjut dari metode dan praktik industri di wilayah Nordik	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	- Survei ini menunjukkan bahwa hambatan utama untuk memasukkan LCA dalam desain bangunan berkisar pada kurangnya insentif yang dirasakan serta kurangnya data dan informasi yang memadai. - Namun, survei saat ini juga menunjukkan adanya komitmen penting dari para profesional desain dalam menerapkan LCA, dan beberapa perusahaan tampaknya mengintegrasikan desain yang bertanggung jawab terhadap lingkungan sebagai nilai utama bisnis mereka. Mengenai kebutuhan

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					pengembangan, responden menunjukkan upaya harmonisasi dalam LCA untuk digunakan dalam BIM. Upaya ini dapat dilengkapi dengan standar umum untuk alat bantu berbasis LCA untuk tahap desain awal.
37	Sartori et al. (2022)	Amerika Serikat, Jerman, Swedia, Australia, Denmark, Finlandia, dan Prancis	Menyelidiki tantangan dalam mengintegrasikan WBLCA dengan BPP	Kualitatif, dengan survei kuesioner dan wawancara	▪ Untuk mencapai akar masalah, yaitu mengintegrasikan WBLCA dengan BPP, ada banyak lapisan tantangan yang perlu diatasi. Lapisan pertama, yang akan membuka semua tantangan lainnya, adalah "meningkatkan permintaan WBLCA". Cara yang paling efektif untuk meningkatkan permintaan WBLCA adalah dengan mewajibkannya melalui peraturan. Selain itu, permintaan akan meningkat dengan memberikan insentif fiskal atau meningkatkan dampak kinerja WBLCA pada kredit yang diberikan oleh sistem sertifikasi. ▪ Ketika permintaan meningkat, lapisan kedua tercapai, yaitu ketika industri konstruksi akan mencari cara untuk beradaptasi dengan status quo yang baru. Seiring dengan permintaan para perancang alat simulasi yang lebih efisien, para pengembang akan meningkatkan integrasi perangkat lunak mereka ke dalam alur BPP. Integrasi ini akan lebih mudah dilakukan jika ada kolaborasi antara sektor WBLCA lainnya, seperti arsitek, insinyur, produsen, akademisi, pengembang perangkat lunak dan pembuat kebijakan. ▪ Mengurangi waktu dan biaya pelaksanaan WBLCA dan membuat metodologi lebih mudah bagi para perancang diwakili pada lapisan ketiga grafik. Dengan kata lain, membuat penilaian menjadi hemat biaya dan layak bagi para

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					perancang adalah konsekuensi dari mengatasi semua tantangan lain yang telah dibahas sebelumnya.
38	Szalay dan Lupišek (2022)	Hungaria dan Ceko	Memperoleh gambaran umum tentang sikap, praktik, dan hambatan yang dirasakan para perancang bangunan dalam LCA dan juga beberapa area terkait, misalnya aplikasi Building Information Modelling (BIM)	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	Pendorong yang paling penting saat ini adalah keyakinan pribadi para desainer tentang pentingnya isu-isu lingkungan, sementara permintaan klien masih rendah dan kurangnya insentif hukum. Faktor-faktor ini merupakan hambatan terbesar. Mayoritas responden berpendapat bahwa persyaratan tentang jejak karbon terkait siklus hidup dan akhir masa pakai harus diperkenalkan dalam peraturan bangunan.
39	Razman et al. (2023)	Malaysia	Menyelidiki praktik-praktik saat ini dari berbagai jenis bangunan hijau di Malaysia, juga menyelidiki faktor penghalang atau faktor keberhasilan untuk masing-masing alat pemeringkatan	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	Temuan menunjukkan bahwa faktor keuangan karena adanya biaya tambahan dari alat pemeringkatan, kurangnya minat dari pemangku kepentingan, pemilik atau tim proyek, dan kurangnya pemahaman atau informasi merupakan hambatan yang mempengaruhi pengembangan alat pemeringkatan di Malaysia. Strategi seperti penegakan peraturan bangunan, peningkatan sistem pendidikan, kolaborasi dengan pihak ketiga dan penggunaan media sosial harus digunakan dalam mempromosikan alat pemeringkatan kepada masyarakat.
40	Collin et al. (2018)	Denmark	Mengkaji bagaimana rekayasa siklus hidup (LCE) melalui penilaian siklus hidup (LCA) dapat digunakan untuk mendukung keputusan desain dalam lingkungan binaan	Kuantitatif, studi kasus	- Tidak semua proyek bangunan mendapatkan manfaat dari implementasi awal LCE. Hal ini disebabkan oleh budaya yang sudah tertanam dalam industri bangunan dan juga kurangnya alat bantu yang cepat dan mudah digunakan. Ketika alat bantu tidak saling terkait, prosesnya bisa saja gagal karena kurangnya waktu dan ekonomi. - Terdapat kebutuhan akan alat bantu yang praktis dan transparan yang mudah digunakan dan ditransfer ke berbagai

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					perangkat lunak dan alat bantu untuk mengimplementasikan pengetahuan LCE pada tahap desain awal.
41	Ding et al. (2018)	Tiongkok	Mengidentifikasi hambatan yang menghalangi sertifikasi bangunan hijau selama tahap operasional dan strategi untuk mengatasi hambatan tersebut	Kualitatif, dengan wawancara terstruktur	- Promosi pengoperasian bangunan hijau yang efektif sesuai dengan persyaratan desain harus menggabungkan partisipasi berbagai pemangku kepentingan dengan konsep pembangunan berkelanjutan, pertimbangan siklus hidup, dan konsep terkait lainnya. Mempertimbangkan status bangunan gedung hijau dan kondisi dasar nasional, para pemangku kepentingan harus menemukan jalan yang sesuai untuk pengembangan bangunan gedung hijau sambil memberikan perhatian penuh pada tahap operasional bangunan gedung hijau. - Selain itu, diamati bahwa standar internasional dan Cina memiliki kriteria evaluasi yang sama untuk tahap operasional. Namun, badan pengatur dan pemerintah memiliki peran penting dalam mengembangkan standar dan kebijakan untuk mempromosikan penggunaan sertifikasi bangunan hijau selama tahap operasional bangunan.
42	Soust-Verdaguer et al. (2022)	Spanyol	Menganalisis karakteristik utama pasar/pengembangan EPD di Spanyol dan utilitas/ruang lingkup EPD yang representatif secara regional dalam melaksanakan LCA dan bertujuan untuk mendeteksi tantangan yang harus diatasi untuk peningkatan penggunaan	Kualitatif, dengan tinjauan literatur dan studi kasus	Hasil penelitian menunjukkan bahwa tantangan yang ada terkait dengan peningkatan jumlah dan jenis produk konstruksi dengan EPD, sehingga mencakup lebih banyak produk struktur, partisi, selubung, dan sistem peralatan. Selain itu, tantangan lain yang perlu diatasi terkait dengan harmonisasi program sertifikasi dan PCR. Studi ini juga mendeteksi bahwa integrasi penilaian lingkungan yang didukung oleh sumber data yang terverifikasi dan tervalidasi (seperti EPD) harus menjadi persyaratan wajib yang didukung oleh lembaga publik, dan tidak hanya diturunkan menjadi penerapan sukarela dalam GBRS.

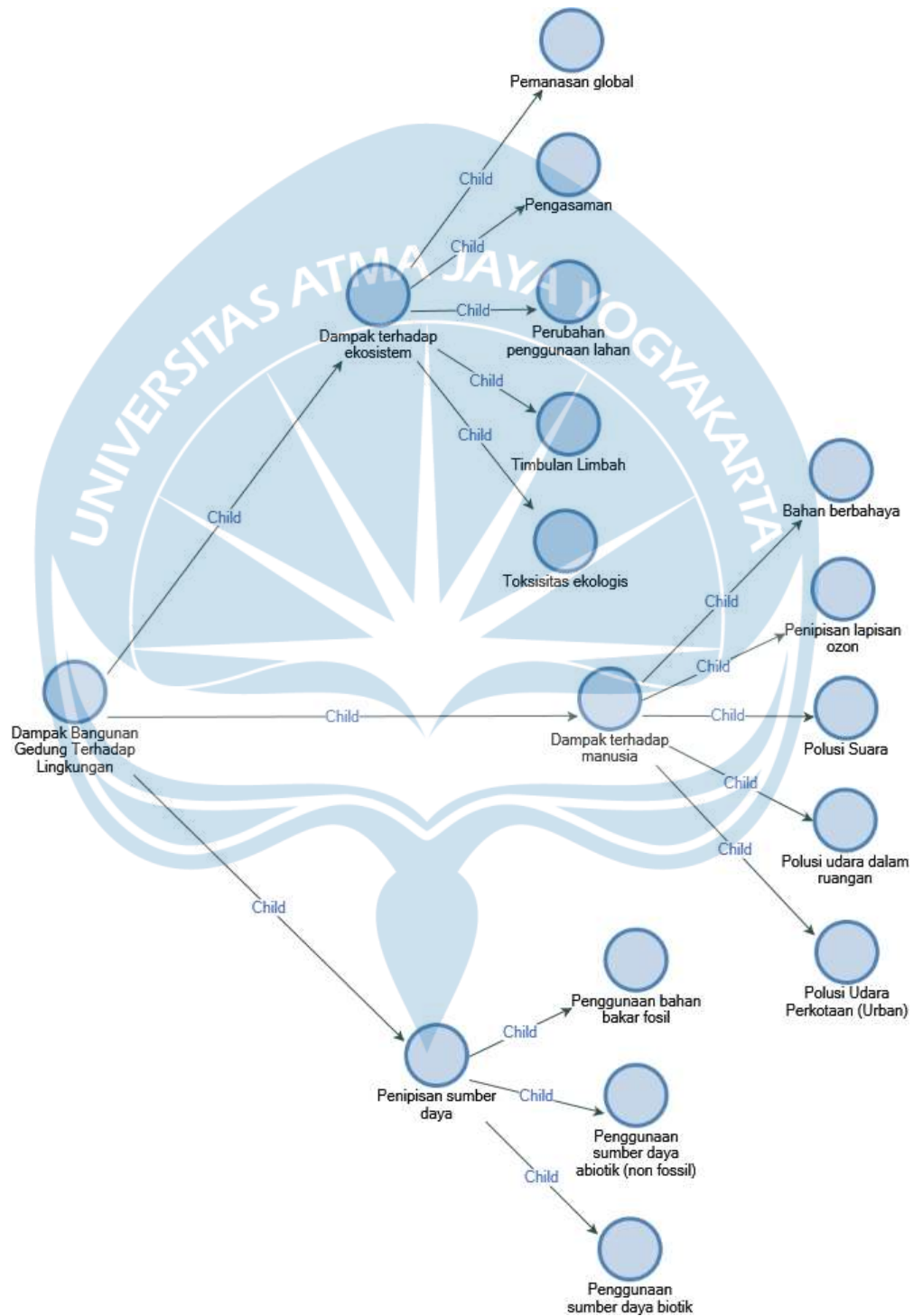
No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
			EPD dalam LCA dalam praktik saat ini dan dalam GBRS		
43	Wijerathna dan Abeynayake (2021)	Sri Lanka	Mengidentifikasi tantangan dan isu-isu instrumen perlindungan lingkungan dan membuat rekomendasi untuk implementasi yang efektif dari AMDAL, IEE, dan EPL untuk proyek-proyek pembangunan infrastruktur di Sri Lanka	Kualitatif dan kuantitatif, dengan survei kuesioner dan wawancara	- Tantangan dan masalah tersebut adalah: terkait dengan undang-undang dan badan pengatur AMDAL, IEE, dan EPL di Sri Lanka ; Terkait dengan Kinerja AMDAL, IEE, dan EPL saat ini di Sri Lanka; Terkait dengan proses AMDAL, IEE, dan EPL di Sri Lanka. - Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Sri Lanka telah memperkenalkan beberapa legislasi dan badan pengawas untuk menerapkan beberapa instrumen peraturan perlindungan lingkungan yang diakui di dunia untuk mengatur dampak buruk terhadap lingkungan oleh industri konstruksi dan mendorong mereka menuju hasil yang berkelanjutan yang diharapkan. AMDAL, IEE, dan EPL adalah instrumen utama yang dapat diidentifikasi sebagai instrumen perlindungan lingkungan (peraturan) di Sri Lanka.
44	Zimmermann et al. (2021)	Denmark	Menelaah praktik dan kebutuhan industri dalam BIM-LCA, yang mencakup tantangan khusus yang terkait dengan desain model, dan umpan balik terhadap prototipe yang dikembangkan untuk konteks Denmark yang berfokus pada penggunaan format file netral terbuka dan tampilan 3D	Kualitatif, dengan wawancara	- Karena kurangnya kualitas dalam model, sering kali perlu untuk melengkapi data model dengan data dari sumber lain, seperti deskripsi elemen dan menghubungkan disiplin ilmu teknik dan subkontraktor. Kurangnya kualitas dan variasi dalam pemodelan merupakan tantangan dominan yang disebutkan oleh perusahaan. Banyak dari masalah ini mengarah pada manajemen model, yang tidak optimal untuk meningkatkan kuantitas. - Informan juga memberikan kebutuhan untuk BIM-LCA dan mengevaluasi prototipe untuk BIM-LCA dalam konteks Denmark dengan penggunaan format file netral terbuka dan tampilan 3D. Perusahaan-perusahaan tersebut

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					mempertimbangkan beberapa aspek penting dalam BIM-LCA, termasuk antarmuka visual, transparansi data, otomatisasi, fleksibilitas sumber data, dan akses mudah ke evaluasi solusi desain. Banyak yang menganggap tampilan 3D pada prototipe berharga untuk transparansi dan komunikasi, tetapi beberapa mempertanyakan efisiensi dan penggunaannya untuk model mereka yang lebih besar.
45	Harelimana et al. (2020)	Rwanda, Afrika	Mengevaluasi kelemahan dalam kepatuhan terhadap ketentuan AMDAL di antara tiga sektor industri terbesar yang dipilih di Rwanda, Afrika	Kualitatif, dengan survei kuesioner dan wawancara	- Secara umum, studi ini menemukan bahwa kepatuhan terhadap rekomendasi ESMP, EMoP, dan EIA oleh industri terpilih di Rwanda masih belum memuaskan. Rendahnya status kepatuhan ini disebabkan oleh tidak efektifnya pelaksanaan persyaratan AMDAL yang diakibatkan oleh adanya kelemahan dalam pelaksanaan AMDAL yang menghambat kepatuhan yang efektif terhadap ESMP dan EMoP. - Sebagian besar industri tidak melakukan pelatihan peningkatan kapasitas mengenai pelaksanaan AMDAL kepada para pekerjanya sehingga sebagian besar pekerja tidak mengetahui tentang ESMP dan EMoP industri sehingga pelaksanaannya tidak efektif.
46	Olinzock et al. (2015)	Amerika Serikat	Memperjelas kondisi pengetahuan tentang LCA di industri AEC dan memahami manfaat yang dirasakan dan hambatan dalam penerapannya	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	- Pada saat ini, hanya 12% responden yang melaporkan menggunakan LCA di lebih dari separuh proyek mereka, meskipun keberlanjutan diakui sebagai komponen proyek yang penting oleh 86% responden. - Beberapa aspek LCA tampaknya disalahpahami bahkan oleh para praktisi LCA itu sendiri, dan edukasi terkait topik-topik ini diperlukan untuk mengkuifikasikannya dengan lebih baik sebagai manfaat penting atau hambatan penghalang.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
					Peningkatan promosi LCA sebagai metodologi berbasis standar ISO dapat meminimalkan persepsi kompleksitas dan menawarkan panduan prosedural, terutama bagi mereka yang tidak terbiasa melakukan LCA.
47	Bruce-Hyrkäs et al. (2018)	Eropa, Timur Tengah, dan Asia Tenggara	Mengkaji keuntungan dan tantangan saat ini dalam melakukan perhitungan Life-Cycle Assessment (LCA) dan Life-Cycle Costing (LCC) di sektor bangunan	Kualitatif, dengan survei kuesioner dan wawancara	- Berdasarkan wawancara, 84% responden menganggap bahwa mengejar skema sertifikasi Bangunan Gedung Hijau merupakan insentif utama untuk melakukan LCA seluruh bangunan. - Integrasi BIM dengan LCA telah memberikan cara yang cepat dan andal untuk menghasilkan perkiraan kuantitas material desain bangunan dan memungkinkan pemetaan otomatis material dengan faktor dampak lingkungan.
48	Arvizu-Piña et al. (2019)	Meksiko	Menganalisis kemungkinan penerapan EPD di sektor perumahan Meksiko dari sektor bisnis, dengan menentukan tantangan yang mungkin timbul dari pendekatan ini	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	Ada beberapa perusahaan bangunan perumahan yang telah menyatakan mengetahui metodologi LCA dan keuntungannya tetapi belum menerapkannya dalam bangunan mereka. Mereka menyatakan bahwa hal ini terutama disebabkan oleh kurangnya sumber daya teknis dan/atau personil khusus yang memiliki pengetahuan yang lebih mendalam tentang penerapan metodologi ini.
49	Su et al. (2020)	Tiongkok	Mengusulkan sistem BIM-DLCA untuk mengukur dampak lingkungan dari siklus hidup dinamis bangunan	Kuantitatif, studi kasus	Studi ini menunjukkan kelayakan mengintegrasikan BIM dengan metodologi DLCA, dan menyediakan model penilaian dinamis yang dapat dioperasikan untuk aplikasi. Analisis komparatif menunjukkan bahwa melakukan DLCA sangat berarti dan menawarkan perspektif temporal baru untuk kinerja lingkungan.

No	Penulis (Tahun)	Lokasi Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Kesimpulan yang Terkait
50	Chan et al. (2018)	Ghana, Afrika Barat	Menyelidiki hambatan kritis terhadap adopsi GBT di pasar konstruksi dengan mengacu pada negara berkembang Ghana	Kuantitatif, dengan survei kuesioner	- Hasil penelitian menunjukkan bahwa 20 dari 26 hambatan merupakan hambatan kritis terhadap adopsi GBT, dengan hambatan yang paling kritis adalah biaya yang lebih tinggi dari GBT, kurangnya insentif dari pemerintah, dan kurangnya skema pembiayaan. Selain itu, analisis komparatif menunjukkan bahwa meskipun hambatan paling kritis terhadap adopsi GBT di negara berkembang Ghana sebagian besar berbeda dengan di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, Kanada, dan Australia, biaya yang lebih tinggi dari GBT tetap menjadi hambatan utama di semua negara. - Analisis faktor menunjukkan bahwa hambatan yang mendasari pengelompokan 20 hambatan kritis adalah hambatan yang berhubungan dengan pemerintah, yang berhubungan dengan manusia, yang berhubungan dengan pengetahuan dan informasi, yang berhubungan dengan pasar, serta hambatan yang berhubungan dengan biaya dan risiko. Hambatan yang paling dominan dari lima kelompok tersebut adalah hambatan terkait pemerintah. Hal ini mengimplikasikan bahwa ada kebutuhan bagi pemerintah untuk memainkan peran yang lebih aktif dalam mempromosikan GBT di Ghana.

Lampiran 5. *Project map* dampak bangunan gedung terhadap lingkungan



Lampiran 6. *Project map* hambatan dalam penilaian kinerja bangunan terhadap lingkungan

