



Aplikasi Metode *Performance Metrics* untuk Menjamin Kinerja Daur Hidup Bangunan

Andi Harapan¹

¹ Program Studi Arsitektur, Universitas Komputer Indonesia, Bandung

| Diterima April 26th 2021 | Disetujui June 17th 2021 | Diterbitkan June 30th 2021 |
| DOI <https://doi.org/10.32315/jlbi.v10i02.29> |

Abstrak

Kinerja sebuah bangunan sering menjadi permasalahan yang sulit untuk didefinisikan dan diukur. Berbagai usaha dan metode dapat dilakukan untuk menjamin kinerja bangunan, salah satu caranya adalah melalui konsep kinerja bangunan yang terpadu dengan menggunakan metode *performance metrics*. Di dalam metode ini dinyatakan bahwa untuk mencapai berbagai hal yang diinginkan terhadap bangunan tersebut, seperti bangunan hemat energi, bangunan yang ramah lingkungan, dan lain-lain, penerapannya harus melalui kajian yang terpadu terhadap daur hidup bangunan. Makalah ini akan membahas apa yang disebut dengan konsep kinerja bangunan yang terpadu dan berbagai faktor di dalamnya sebagai upaya untuk mendukung kinerja bangunan yang berkelanjutan. Dijabarkan dua metode yang paling sering digunakan untuk menjamin kinerja bangunan, yaitu metode *metrics* yang dikembangkan oleh Hitchcock dan metode daur hidup bangunan yang dikembangkan oleh Preiser. Kedua metode ini berdasarkan hasil studi yang dilakukan saling melengkapi dan seharusnya digunakan secara bersamaan, yaitu untuk menjamin kinerja bangunan secara menyeluruh harus menggunakan metode yang dijabarkan oleh Preiser, di mana bangunan harus dilihat secara keseluruhan tahapan yang dilakukan. Setiap tahapan memiliki variabel pendukung, sehingga di dalam setiap tahapan masing-masing variabel tersebut perlu diukur melalui sebuah ukuran (*metrics*), seperti yang dinyatakan oleh Hitchcock, sehingga kinerja bangunan dapat diwujudkan secara objektif.

Kata-kunci: kinerja bangunan, penjaminan kinerja, *performance metrics*, daur hidup bangunan

Application of Performance Metric Method to Assure the Building Technical Performance

Abstract

Building performance is usually becoming a problem to define and measure. There are many approaches and methods that can be applied to assure building performance from the beginning of the projects with performance metrics. Many solutions and methods can be used to reach the green infrastructure, such as the integrative framework of building performance as an approach. Integrative building performance is a concept which elaborates the life cycle of a building and the interrelation of phases inside. This paper will discuss the integrative of building performance is and how to interrelate every phase in life cycle building to assure the building's technical performance. Two methods will be elaborated, which are the metrics approach (developed by Hitchcock) and the life cycle approach (developed by Preiser). Based on the study, which has been conducted, both methods should be applied and complemented together. The whole life cycle of a building, as described by Preiser, must be applied when we conduct building assurance with a focus on building staging on the life cycle process. The staging (on the life cycle process) should be objective and measurable with applied metrics on each variable on the staging, as described by Hitchcock.

Keywords: building performance, building performance method, performance metrics, building life cycle

Kontak Penulis

Andi Harapan
Kelompok Keilmuan Teknologi Bangunan, Program Studi Arsitektur, Universitas Komputer Indonesia
Jl. Dipatiukur No. 100-112
Tel : +62-81321328844
E-mail : andi.harapan@email.unikom.ac.id



Pendahuluan

Bangunan terbentuk dan terjadi melalui berbagai tahapan proses, mulai dari tahap gagasan, tahap desain, tahap konstruksi, tahap operasi, dan tahap evaluasi. Tahapan tersebut saling mempengaruhi, di mana hasil dari suatu tahapan akan menjadi input (masukan) bagi tahapan lainnya. Jika input untuk suatu tahapan buruk maka proses dan *output* tahapan tersebut akan ikut buruk, sehingga kinerja bangunan buruk [1]–[3].

Berdasarkan hal di atas, maka sangat diperlukan pemikiran dan pengerjaan setiap tahapan secara integratif, tidak terpisah-pisah, dan dapat diukur secara objektif. Pada pengerjaan tahap desain, harus pula dipikirkan bagaimana untuk tahap konstruksinya, serta tahapan-tahapan lainnya. Berbagai solusi dapat dilakukan, seperti metode integratif *life-cycle framework* yang dikembangkan oleh Preiser dan *performance metrics* dengan mengukur secara objektif kinerja capaian bangunan [4]. Kedua metode tersebut umumnya sama-sama bertujuan untuk menjadikan siklus daur hidup bangunan dapat berjalan dengan baik, sehingga berbagai dampak negatif dapat diminimalisasi.

Makalah ini membahas penerapan *life-cycle framework* dan *performance metrics* integratif sebagai upaya untuk menuju *green infrastructure* yang terkait dengan bangunan. Pembahasan ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi berbagai *stakeholder* yang terlibat di dalam perencanaan dan perancangan infrastruktur, khususnya bangunan.

Daur Hidup Bangunan dan Tahapannya

Proses bangunan dapat dibagi ke dalam enam tahapan, yaitu tahap *planning*, *design*, *construction*, *operation*, *dismantling*, dan *reuse* [3], [5]. Antara satu tahapan dengan tahapan lainnya saling mempengaruhi [5], [6]. Hubungan baik atau buruknya tahapan tersebut, salah satu dampaknya dapat dilihat dari lamanya umur bangunan tersebut daripada yang direncanakan [5]. Proses bangunan juga dapat dibagi ke dalam tujuh tahapan, yaitu tahap *project initiation*, *project definition*, *critical design*, *detailed design*, *construction*, *commissioning*, dan *operation* [2], [6]. Setiap tahapan ini saling berhubungan, di mana tahap *project initiation* dan *project definition* sebagai input terhadap proses desain, sementara pasca tahap konstruksi (setelah bangunan terwujud) merupakan *output* dari proses desain.

Pembagian tahapan di dalam daur hidup bermacam-macam, tetapi mempunyai pengertian yang sama,

yaitu terdapat tahap desain, konstruksi, dan operasi. Terkait dengan proses pembangunan di Indonesia, maka konsep yang digunakan untuk membagi daur hidup bangunan adalah konsep Preiser. Preiser membagi daur hidup bangunan ke dalam lima tahap, yaitu *planning*, *programming*, *design*, *construction*, dan *occupancy* [1], [2].

Tahap1: *Planning* (Perencanaan)

Planning merupakan tahap awal di dalam daur hidup bangunan, di mana terdapat keinginan dari pemilik proyek untuk membuat sebuah bangunan. Tahap ini sifatnya masih rencana (*ide*) yang disusun dalam bentuk rencana strategi yang disesuaikan dengan *budget* serta hasil yang akan didapatkan (*output*). Walaupun sifatnya perencanaan, Preiser menyebut tahapan ini salah satu yang sangat menentukan daur hidup proyek secara keseluruhan, karena pada tahap ini ditetapkan strategi proyek (jangka pendek maupun jangka panjang) [1].

Tahap 2: *Programming*

Hasil dari tahap *planning* selanjutnya disusun menjadi program dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhinya, sesuai dengan tujuan proyek. Preiser mengistilahkan tahap ini sebagai tahap *briefing*, yang harus berlandaskan pada hasil dari tahap *planning* dan mengantisipasi keseluruhan tahap yang akan dilaksanakan selanjutnya [1].

Tahap 3: *Design*

Hasil dari tahap *programming* (khususnya mengkaji kebutuhan ruang) kemudian diterapkan ke dalam tahap desain. Tahap desain meliputi *conceptual design*, *schematic design*, *design development* dan *construction document* [1], [2]. Tahap desain dimulai dengan mengembangkan berbagai solusi yang mengacu pada berbagai *performance objectives* yang telah ditetapkan pada awal tahap desain, dengan acuan tahap *planning* dan *programming*. Misalnya ditetapkan *performance objectives* dari bangunan tersebut adalah hemat energi, maka *performance objectives* ini akan diterapkan ke dalam desain [7]–[9].

Tahap 4: *Construction*

Setelah tahap desain (sampai kepada *construction documents*) selesai, dimulai tahap pembangunan (konstruksi). Pada tahap ini perangkat *construction administration* dan *quality control* dari kontraktor diperlukan untuk menjamin *contractual compliance* [1], [10]. Faktor kemampuan kontraktor menerjemahkan gambar ke wujud bangunan merupakan hal yang

sangat penting yang mempengaruhi kinerja bangunan [10], [11]. Di akhir tahap konstruksi terdapat proses *commissioning*, di Indonesia disebut dengan tahap Sertifikat Laik Fungsi (SLF), yang dimulai dari SLF ke-0 (pertama) [10].

Tahap 5: *Occupancy*

Tahap *occupancy* merupakan tahap pemakaian dan operasional bangunan, di mana terjadi interaksi antara pemakai (*occupant*) dengan bangunan tersebut [4]. Pada tahap ini yang menjadi masukan adalah keluaran dari tahap konstruksi, berupa bangunan atau fasilitas fisik, ditambah masukan lain berupa (1) ketersediaan dan manajemen energi yang ada untuk pelaksanaan operasional bangunan, (2) keberadaan tenaga kerja baik dari segi jumlah maupun tingkat kompetensinya, dan (3) perilaku pemakai bangunan [5], [10], [12]. Sementara itu, yang menjadi batasan adalah (1) lingkungan fisik yang berkarakter, (2) biaya operasi dan perawatan, pengaruh iklim setempat dan lingkungan fisik sekitar, (3) kontribusi bangunan terhadap lingkungan fisik, serta efisiensi biaya operasional dan perawatannya [8], [10], [13], [14].

Dari masukan dan batasan terjadilah proses operasional yang meliputi (1) cara pemakaian bangunan yang memenuhi persyaratan-persyaratan yang ditentukan, (2) pemeliharaan bangunan yang baik, (3) perawatan yang baik, dan (4) penggantian-penggantian komponen yang direncanakan dan dilaksanakan secara konsisten [4].

Dampak Buruk Daur Hidup Bangunan

Seperti yang dinyatakan di atas, daur hidup bangunan merupakan suatu proses yang terdiri dari berbagai tahap. Jika tahapan tersebut buruk maka akan mengakibatkan berbagai dampak negatif, di antaranya adalah sebagai berikut:

1. Biaya operasional bangunan meningkat [4], [6], [15]. Hal ini terjadi disebabkan oleh berbagai dampak, seperti *performance objectives* yang ditetapkan tidak dilaksanakan atau tidak diterapkan di dalam desain secara menyeluruh, misalnya di dalam pemilihan material, bentuk bangunan, dan lain-lain [6].
2. Dampak negatif terhadap lingkungan (di dalam dan di luar bangunan) [15]. Hal ini terjadi disebabkan oleh berbagai faktor, tetapi intinya disebabkan oleh kesalahan di dalam daur hidup bangunan, khususnya pada tahap desain. Misalnya bangunan tersebut menggunakan material yang tidak aman terhadap lingkungan, adanya perubahan jumlah

penghuni, sistem pembuangan yang tidak baik, dan lain-lain.

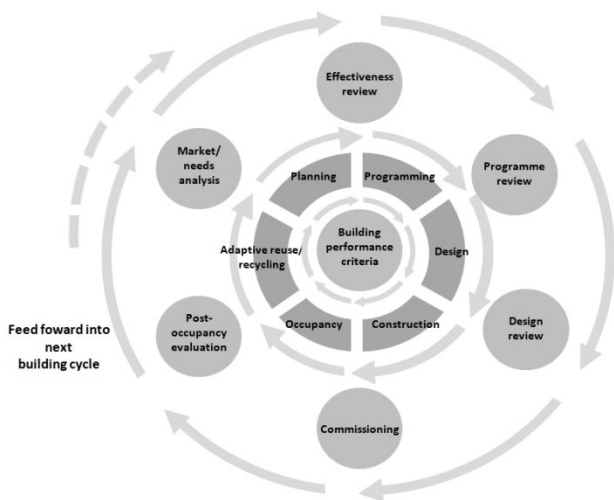
3. Meningkatnya pemakaian energi (listrik). Penyebab hal ini terjadi hampir sama dengan penyebab biaya operasional yang meningkat. Penyebab utama dari meningkatnya pemakaian energi ini adalah karena adanya perubahan di dalam desain (tahap desain), dan perubahan tersebut tidak didokumentasikan [16].
4. Degradasi umur fisik bangunan, misalnya bangunan tersebut seharusnya berumur 50 tahun, tetapi baru pada umur 20 tahun sudah mengalami degradasi yang signifikan (tidak layak pakai) [5].

Berbagai dampak tersebut harus dihindari dengan membuat atau mendokumentasikan berbagai data tentang proses bangunan tersebut. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah dengan membuat *integrative framework* terhadap kinerja bangunan tersebut [1], [2]. Tetapi bisa juga dilakukan dengan cara yang berbeda, yaitu melalui *metrics* [7], [8]. Pendekatan *metrics* dilakukan melalui dokumentasi pada tahap desain, melalui *performance objectives* yang ditetapkan untuk bangunan tersebut oleh *stakeholders* [7]. Melalui *performance objectives* kemudian disusun hierarkinya sehingga didapatkan *performance metrics (performance indicator)* dari setiap *performance objectives* tersebut [7], [8]. Metode ini disebut Hitchcock sebagai metode *performance metrics*.

***Integrative Framework* sebagai Konsep Mengurangi Dampak Negatif Daur Hidup Bangunan**

Konsep *integrative framework* diawali dengan POE (*Post Occupancy Evaluation*) untuk menghindari dampak buruk dari kinerja bangunan, yaitu dengan memahami dan mempelajari setiap tahapan sehingga input tahapan tersebut layak untuk tahapan berikutnya [1], [2]. Untuk menjadi layak terhadap tahapan berikutnya perlu reviu. terhadap *output* suatu tahapan yang akan menjadi input untuk tahapan berikutnya [2]. Misalnya suatu tahapan dimulai dengan tahap *planning*, maka setelah didapatkan *output* tahap *planning* harus dilakukan reviu, yang diistilahkan oleh Preiser sebagai *effectiveness review*. Melalui reviu ini akan diketahui apakah *output* tahap *planning* layak menjadi input tahap *programming*. Jika layak maka tahap *programming* dapat dimulai. Di akhir tahap *programming (output)*, juga dilakukan reviu, yaitu *program review*, sehingga menjadi input yang layak bagi tahap *design*. Demikian pula untuk di akhir tahap konstruksi terdapat *commissioning*, serta *post-occupancy evaluation* di akhir tahap *occupancy* pada

gambar satu. Proses ini akan berulang terus sehingga kinerja bangunan tersebut layak (baik), sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 1. Proses penjaminan [1]

Konsep Performance Objectives sebagai Konsep Mengurangi Dampak Negatif Daur Hidup Bangunan

Konsep *performance objectives* difokuskan pada tahap desain, karena *performance objectives* ditetapkan pada tahap ini [7], [9], [16]. Selain alasan tersebut, terdapat berbagai alasan mengapa tahap desain menjadi fokus, sebagai berikut:

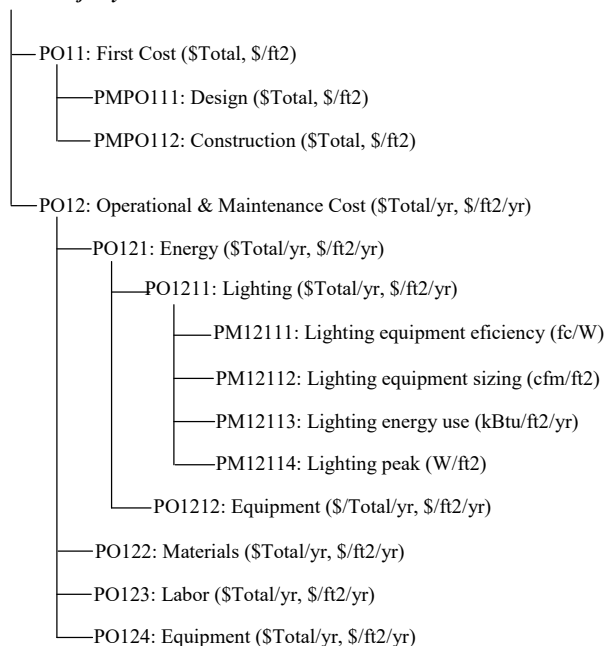
1. Tahap desain memberikan pengaruh 51% terhadap kinerja bangunan [6], [16].
2. Tahap desain merupakan tahap yang paling mempengaruhi tahapan lainnya di dalam daur hidup proyek dan tahap yang paling kritis yang akan memberikan input dan *feedback* pada tahapan lainnya [1], [6].
3. Hal ini disebabkan karena pada tahap ini terdapat tiga hal yang ditentukan [6]:
 - a. *The building's concept is defined (performance objectives ditentukan).*
 - b. *A site is selected.*
 - c. *Construction materials are chosen.*

Performance objectives ini merupakan pernyataan yang ditentukan dalam tahap desain dengan input dari tahap perencanaan dan *programming* [7], [9]. *Performance objectives* ini harus objektif dan mempunyai indikator untuk mengukurnya (dapat diukur), seperti efisiensi energi, dampak lingkungan, kesehatan penghuni, durabilitas bangunan (terkait dengan umur capaian bangunan), dan sebagainya [7], [8], [16]. Setiap *performance objectives* yang sifatnya

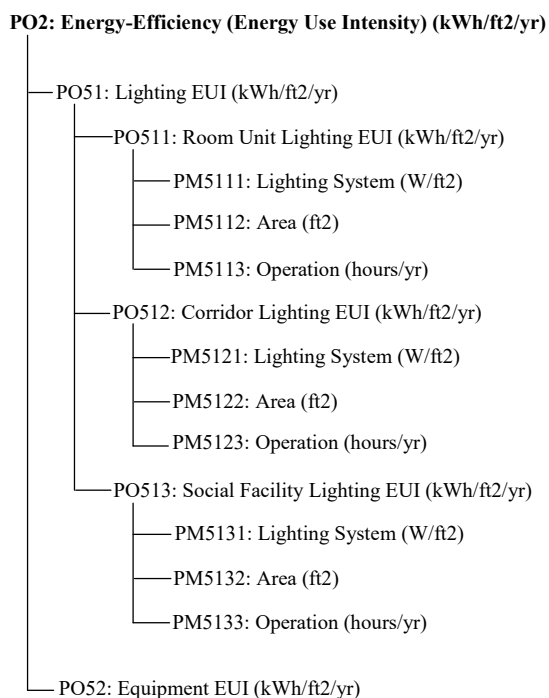
masih kualitatif (pernyataan) tersebut dapat dikuantitatifkan melalui metode *performance metrics*. Di dalam metode *performance metric* setiap pernyataan kualitatif tersebut tersusun dari variabel yang dapat diukur (untuk menentukan besarnya) [7]. Melalui metode ini dapat dibuat hierarki dari setiap *performance objectives* yang diinginkan untuk suatu bangunan, sampai kepada unit terkecil yaitu *performance metrics* sebagai indikator yang dapat diukur nilainya, sehingga *performance objectives* tersebut mempunyai nilai.

Berbagai contoh hierarki dapat dilihat pada gambar dua dan gambar tiga. Pada gambar dua terlihat hierarki dari *performance objectives life cycle cost*, sehingga diketahui hierarki dan indikator dari *life-cycle cost* tersebut. Di dalam gambar tiga dapat dilihat hierarki dari *performance objectives energy use intensity*, sehingga dapat diketahui indikator apa yang paling memberikan nilai terbesar terhadap *performance objectives* tersebut.

PO1: Life Cycle Economic



Gambar 2. Hierarki performance objectives life-cycle cost [7]



Gambar 3. Hierarki *performance energy use intensity* [7]

Metrics atau ukuran dari setiap *performance objectives* tersebut menjadi acuan di dalam tahap desain, konstruksi, dan *occupancy*. Jika tidak sesuai dengan ukuran yang ditetapkan maka harus dilakukan revisi terhadap tahap tersebut.

Kesimpulan

Kedua pendekatan di atas memiliki tujuan yang sama namun dengan metode yang berbeda. Keduanya memiliki tujuan untuk membuat daur hidup bangunan dapat berjalan sesuai dengan yang direncanakan, sehingga bangunan mempunyai kinerja yang baik (sesuai *performance objectives* yang ditetapkan). Kedua pendekatan tersebut dapat digunakan untuk menuju konsep *green infrastructure*, seperti minimalisasi penggunaan energi, biaya yang murah, dan lain-lain.

Kedua pendekatan (konsep Preiser dan Hitchcock) melihat bangunan sebagai suatu daur hidup yang menyeluruh (*integrative*), di mana antar tahapan saling mempengaruhi. Tahap *planning* akan mempengaruhi tahap desain, tahap desain akan mempengaruhi tahap konstruksi, dan seterusnya. Jika satu tahapan buruk maka akan memberikan dampak buruk juga bagi tahapan berikutnya, sehingga kinerja bangunan buruk. Misalnya jika tahap desain buruk (informasi gambar tidak jelas), maka ketika tahap konstruksi informasi tersebut akan hilang dan tidak diterapkan pada fisik bangunan, akibatnya kinerja bangunan pada tahap

occupancy (operasional/ *maintenance*) akan banyak dipengaruhi.

Berdasarkan kedua konsep di atas, tahap desain merupakan tahap paling penting karena pada tahap inilah semua informasi diterapkan dan hasil desain tersebut yang akan dibangun. Jika tahap ini buruk maka akan memberikan pengaruh paling besar terhadap kinerja bangunan (khususnya kinerja fisik).

Penggabungan antara konsep Preiser dan Hitchcock merupakan suatu penggabungan pendekatan yang utuh. Konsep Hitchcock dapat dimasukkan ke dalam tahap desain pada konsep Preiser, sehingga *output* mejadi lebih baik dan mempunyai dokumen yang bisa dirujuk untuk tahap berikutnya. Penerapan konsep ini diharapkan dapat mewujudkan *green infrastructure* secara menyeluruh.

Untuk pembangunan infrastruktur di Indonesia, khususnya bangunan, kedua konsep ini dapat diterapkan dengan *stakeholder* bangunan yang sadar akan pentingnya kinerja bangunan yang baik. Salah satu permasalahan di Indonesia adalah *stakeholder* yang terlibat di dalam pembangunan berbeda-beda, sehingga dokumentasi *performance objectives* serta tahapan daur hidup tidak sesuai antara satu tahapan dengan lainnya, akibatnya input terhadap suatu tahapan buruk. Hal ini mengakibatkan kinerja bangunan juga ikut buruk.

Daftar Pustaka

- [1] W. F. E. Preiser and J. C. Vischer, *Assessing Building Performance*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005.
- [2] S. Mallory-Hill, W. F. E. Preiser, and C. G. Watson, *Enhancing Building Performance*. Chichester: John Wiley & Sons, 2012.
- [3] A. H. Siregar, "Aspek-Aspek Penjaminan Kinerja Teknis Komponen Arsitektur Pada Bangunan Rumah Susun Sederhana Sewa Di DKI Jakarta," *J. Permukiman*, vol. 15, no. 1, pp. 19–33, 2020, [Online]. Available: <https://scholar.archive.org/work/wktkbhsonjgtzh2m3tej5vaq3i/access/wayback/http://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/download/356/pdf>.
- [4] W. O'Brien, I. Gaetani, S. Carlucci, P.-J. Hoes, and J. L. Hensen, "On Occupant-Centric Building Performance Metrics," *Build. Environ.*, vol. 122, pp. 373–385, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.028>.
- [5] B. Marteinson, "Service Life Estimation in the Design of Buildings: A Development of the Factor Method," KTH Royal Institute of Technology, 2005.

- [6] S. Citherlet, "Towards The Holistic Assessment of Building Performance Based on an Integrated Simulation Approach," Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), 2001. Building Lifecycle (BLC)," *Energy Build.*, vol. 36, no. 11, pp. 1075–1090, 2004, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2004.03.003>.
- [7] R. J. Hitchcock, "High Performance Commercial Building Systems Program, Element 2 Project 2.1-Task 2.1. 2, Standardized Building Performance Metrics," Berkeley, 2002. [Online]. Available: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.114.4117&rep=rep1&type=pdf>.
- [8] R. J. Hitchcock, M. A. Piette, and S. E. Selkowitz, "A Building Life-Cycle Information System for Tracking Building Performance Metrics," 1999, [Online]. Available: <https://www.osti.gov/servlets/purl/760308>.
- [9] K. M. Fowler, A. E. Solana, and K. L. Spees, "Building Cost and Performance Metrics: Data Collection Protocol, Revision 1.0.," Richland, 2005. [Online]. Available: https://www.pnnl.gov/main/publications/external/technical_reports/PNNL-15217.pdf.
- [10] L. O. Oyewobi and D. R. Ogunsemi, "Factors Influencing Reworks Occurrence in Construction: A Study of Selected Building Projects in Nigeria," *J. Build. Perform.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–20, 2010, [Online]. Available: <http://spaj.ukm.my/jsb/index.php/jbp/article/view/3/36>.
- [11] J. Bhattacharjee, "Quality Control and Quality Assurance in Building Construction," *Int. Res. J. Manag. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 4, pp. 10–16, 2018, [Online]. Available: https://www.academia.edu/36810030/QUALITY_CONTROL_AND_QUALITY_ASSURANCE_IN_BUILDING_CONSTRUCTION.
- [12] J. A. Clarke and J. L. . Hensen, "Integrated Building Performance Simulation: Progress, Prospects and Requirements," *Build. Environ.*, vol. 91, pp. 294–306, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.002>.
- [13] E. Maslesa, P. A. Jensen, and M. Birkved, "Indicators for Quantifying Environmental Building Performance: A systematic Literature Review," *J. Build. Eng.*, vol. 19, pp. 552–560, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.06.006>.
- [14] X. Pang, M. Wetter, P. Bhattacharya, and P. Haves, "A Framework for Simulation-Based Real-Time Whole Building Performance Assessment," *Build. Environ.*, vol. 54, pp. 100–108, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.02.003>.
- [15] C. J. Hopfe and J. L. . Hensen, "Uncertainty Analysis in Building Performance Simulation for Design Support," *Energy Build.*, vol. 43, no. 10, pp. 2798–2805, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.06.034>.
- [16] D. T. J. O'Sullivan, M. M. Keane, D. Kelliher, and R. J. Hitchcock, "Improving Building Operation by Tracking Performance Metrics Throughout the