



KAJIAN PENGARUH DAUR HIDUP BANGUNAN TERHADAP MENINGKATNYA PEMAKAIAN ENERGI DI DALAM BANGUNAN

Andi Harapan¹,

Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia

E-mail: andi.harapan@email.unikom.ac.id

Informasi Naskah:

Diterima:

19 April 2021

Direvisi:

15 Mei 2021

Disetujui terbit:

16 Juni 2021

Diterbitkan:

Cetak:

29 Juli 2021

Online

29 Juli 2021

Abstract: The increased of energy used on building operational is impacted by many factors, specially impacted by building delivering process. Delivering process is starting from design stage, construction stage until operational (occupacion) stage. If one of this staging is worst, would be affecting to the other staging (bad or good). Design stage is the crucial process on building delivering process, because on this stage the building criterias are setted and inputted to the drawing and specification documents. One of the example is energy used of the building, which should be setted on the design process and applied on the drawing and construction processes. This research is conducted with literature study and coparing with some datas about energy used of building in general about energy used of buildings.

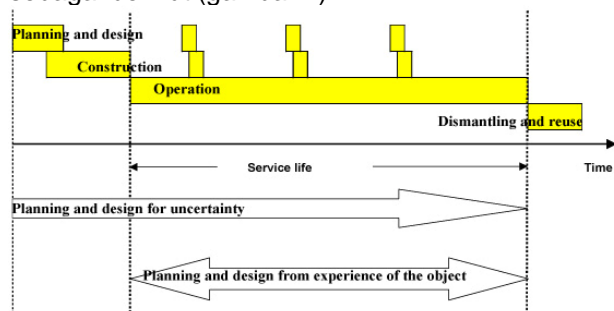
Keyword: Building life cycle, Energy Used, Operational Stage

Abstrak: Meningkatnya pemakaian energi pada tahap operasional (pemakaian) tidak terlepas dari pengaruh tahap-tahap sebelumnya dari bangunan tersebut. Tahap desain, tahap konstruksi, dan tahap operasional dan maintenance merupakan suatu rangkaian kegiatan yang saling mempengaruhi yang sering diistilahkan sebagai daur hidup bangunan. Jika satu tahapan buruk maka akan memberikan dampak bagi tahapan berikutnya. Salah satu dampak negatif dari tidak baiknya daur hidup bangunan adalah meningkatnya pemakaian energi, yang dapat disebabkan oleh tahap desain yang tidak mempertimbangkan desain hemat energi, atau tahap konstruksi yang tidak baik sehingga menyebabkan pemakaian energi meningkat. Makalah ini merupakan studi kajian pustaka dari berbagai sumber terkait berbagai faktor yang mempengaruhi meningkatnya pemakaian energi pada tahap operasional di dalam bangunan yang dikaitkan dengan daur hidup bangunan.

Kata Kunci: Daur hidup bangunan, pemakaian energi, tahap operasional

PENDAHULUAN

Bangunan terbentuk melalui proses dari berbagai tahapan desain dan konstruksi. Marteinsson (2005) menggambarkan proses dari bangunan itu adalah sebagai berikut (gambar 1).



Gambar 1. Bangunan sebagai sebuah proses
Sumber: Marteinsson (2005)

Keputusan-keputusan dan tindakan yang diambil pada satu tahap akan mempengaruhi tahap lainnya. Pada tahap planning dan design ditetapkan berbagai performance requirement (kriteria) yang akan

menjadi dasar pertimbangan sepanjang daur hidup bangunan tersebut.

Penggunaan energi merupakan salah satu performance requirements yang paling banyak dipikirkan untuk bangunan dengan tujuan untuk efisiensi energi. Penggunaan energi suatu bangunan yang berlebih, tidak semata-mata disebabkan oleh pengguna yang terlalu boros tetapi juga disebabkan oleh adanya sistem yang salah dan tidak sesuai, yang disebabkan tidak dimaksukannya aspek ini didalam pertimbangan penetapan performance requirements untuk bangunan tersebut (Hitchcock, 2002) atau sudah menjadi requirements tetapi tidak diterapkan didalam tahapan daur hidup bangunan atau adanya kesalahan informasi akibat dari tidak adanya dokumentasi yang baik (Hitchcock, 2002; Preiser, 2005).

TINJUAN PUSTAKA

Daur hidup merupakan sebuah proses, mulai dari tahap desain, konstruksi sampai kepada pemanfaatan (operasional) yang dilaksanakan

secara sistematis (teratur, memiliki tahap-tahap dan prosedur yang jelas) (Preiser, 2005; Kamali & Hewage, 2016). Preiser (2005) membagi daur hidup bangunan ke dalam 5 tahapan yang berurutan atau sekuensial mulai dari tahap perencanaan, pemrograman (briefing), desain, konstruksi, dan pemakaian. Hal ini pun sebenarnya sama seperti yang diterapkan di Indonesia, dimana tahap perencanaan dan pemrograman merupakan bagian dari tahap FS (Feasibility Study).

a. Tahap 1: Perencanaan

Tahap perencanaan merupakan tahap proses awal dari daur hidup bangunan. Dalam tahap ini dikembangkan perencanaan kebutuhan jangka pendek maupun jangka panjang oleh para klien (khususnya), yang kemudian diterjemahkan oleh konsultan perencana ke dalam sebuah program perencanaan dengan memperhatikan berbagai faktor yang mempengaruhinya. Lebih lanjut menurut Kamali & Hewage, 2016, tahap ini merupakan tahap yang signifikan didalam penentuan tujuan perencanaan sebuah bangunan karena akan mempengaruhi keseluruhan tahapan lainnya (setelahnya), misalnya menentukan rencana umur bangunan secara teknis.

b. Tahap 2: Pemrograman

Tahap pemrograman menurut Preiser (2005) merupakan tahap kedua dari daur hidup bangunan dengan input dari tahap perencanaan. Shakoorian, Amirali (2006) menyatakan bahwa hasil dari tahap perencanaan selanjutnya disusun menjadi program dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhinya, sesuai dengan tujuan proyek. Preiser (2005) mengistilahkan tahap ini sebagai tahap briefing, yang harus berlandas pada hasil dari tahap planning dan mengantisipasi keseluruhan tahap yang akan dilaksanakan selanjutnya.

c. Tahap 3: Design

Tahap desain meliputi schematic design, design development dan construction document (Preiser, 2005). Schematic design merupakan tahap awal dari proses desain bangunan. Dalam tahap ini dikembangkan berbagai solusi mengacu pada berbagai performance objectives yang telah ditetapkan pada awal tahap desain.

Design development merupakan tahap kedua dari proses desain. Dalam tahap ini berbagai alternatif yang dihasilkan pada tahap schematic design dinilai dan kemudian dipilih satu sebagai desain yang akan dikembangkan, mengacu pada berbagai performance objectives yang dikembangkan pada tahap programming.

Tahap terakhir dari proses desain adalah construction documents. Dalam tahap ini semua informasi dan berbagai performance objectives (kriteria) yang ditetapkan pada tahap-tahap sebelumnya harus diakomodasikan.

d. Tahap 4: Konstruksi

Setelah selesai desain dimulai tahap konstruksi. Menurut Oduyemi & Okoroh (2016) bahwa tahap ini merupakan salah satu tahap yang paling menentukan kinerja fisik bangunan karena

konstruksi akan mempengaruhi kondisi fisik dan umur bangunan tersebut.

Pada tahap konstruksi, yang menjadi masukan adalah: (1) keluaran tahap desain, yaitu gambar-gambar desain & spesifikasi teknis bangunan, (2) faktor produksi yang meliputi: kondisi tanah tempat bangunan akan dibangun, kemampuan dan jumlah tenaga kerja yang akan melaksanakan pekerjaan, ketersediaan bahan bangunan, mesin dan alat-alat untuk konstruksi, serta pengetahuan konstruksi pada pihak-pihak yang terlibat.

Batasan pada tahap konstruksi menurut Göçer et al. (2015) berupa tujuan fasilitas ini dibangun, seperti: (1) keterbatasan dalam teknik konstruksi, (2) keterbatasan dalam mengorganisasi kegiatan konstruksi, (3) keterbatasan biaya konstruksi, (4) biaya-biaya lain yang harus dikeluarkan, (5) kebijakan ekonomi yang belum mendukung sepenuhnya dalam proses konstruksi, dan (6) iklim setempat. Lebih lanjut Preiser (2005) menyatakan bahwa kriteria dalam tahap konstruksi berupa (1) perilaku komponen-komponen terkait seperti tenaga kerja lapangan, pengawasan lapangan, dan (2) efisiensi biaya konstruksi.

e. Tahap 5: Pemakaian

Tahap pemakaian menurut Göçer et al. (2015) merupakan tahap pemakaian dan operasional bangunan, di mana terjadi interaksi antara pemakai (occupant) dengan bangunan tersebut. Pada tahap ini menurut Preiser (2005) yang menjadi masukan adalah keluaran dari tahap konstruksi yang 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. Sedangkan 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.

Dari masukan dan batasan menurut Göçer et al. (2015), 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.

Keluaran yang dihasilkan dari proses ini adalah bangunan dan lingkungan fisik yang memenuhi syarat dalam hal kenyamanan seperti suhu ruangan (termal), penerangan ruang dalam (illuminasi), pengaturan pengaruh bunyi (akustik), penataan ruang dalam & luar, dan estetika bangunan (visual). Selama proses operasional terdapat pula mekanisme umpan balik yang akan merupakan masukan berupa penyesuaian dan koreksi-koreksi bagi tahap konstruksi dan desain dalam siklus daur hidup berikutnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode didalam penelitian ini adalah kajian pustaka dari berbagai sumber terkait berbagai faktor yang mempengaruhi meningkatnya pemakaian energi pada tahap operasional di dalam bangunan yang dikaitkan dengan daur hidup bangunan. Data didapatkan melalui kajian literatur dan data sekunder dari laporan pemakaian energi bangunan.

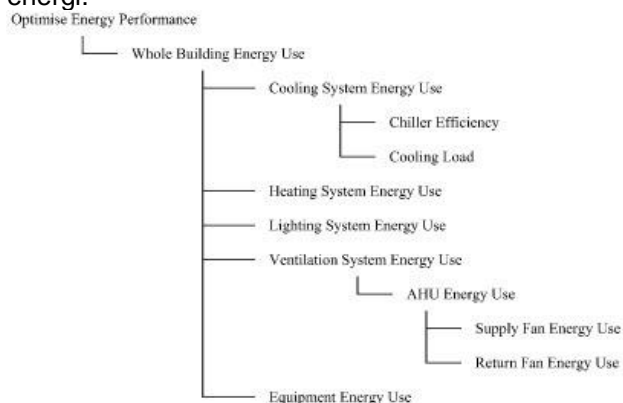
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemakaian Energi Didalam Bangunan

Pemakaian energi umumnya dilihat pada tahap occupancy (pemakaian). Yang dimaksud dengan pemakaian energi pada tulisan ini adalah penggunaan energi listrik untuk bangunan tersebut. Hitchcock (2002) menggambarkan hierarki pemakaian energi listrik didalam bangunan secara umum adalah: 1) pemakaian energi untuk sistem pendinginan (cooling), yang dipengaruhi oleh penggunaan mesin chiller dan cooling load, 2) pemakaian kebutuhan energi untuk sistem pemanasan (heating), 3) pemakaian kebutuhan energi untuk sistem pencahayaan (lighting), 4) pemakaian energi untuk sistem ventilasi, yaitu penggunaan energi untuk AHU, dan 5) pemakaian energi untuk peralatan (equipment).

Pemakaian energi tersebut umumnya dikaitkan dengan biaya, dimana semakin besar biaya maka semakin tidak hemat bangunan tersebut. Faktor-faktor yang menyebabkan meningkatnya pemakaian energi atau menurunnya pemakaian energi tidak terlepas dari proses didalam daur hidup bangunan tersebut, terutama dikaitkan dengan performance requirements yang ditentukan untuk bangunan tersebut.

Hitchcock (2002) memberikan gambaran bagaimana mengoptimasi penggunaan energi melalui hierarki dari pemakaian energi tersebut seperti pada gambar 2. Dengan hierarki tersebut dapat diketahui root dari setiap performance objectives, seperti penggunaan energi.



Gambar 2. Hierarki optimasi penggunaan energi
Sumber: Hitchcock (2002)

Daur Hidup Bangunan Dan Optimasi Penggunaan Energi

Optimasi penggunaan energi merupakan salah satu performance requirements yang ingin diterapkan pada suatu bangunan. Ketika hal ini menjadi pertimbangan maka akan berakibat terhadap daur hidup bangunan tersebut. Menurut Foliente (2000) performance requirements tersebut akan

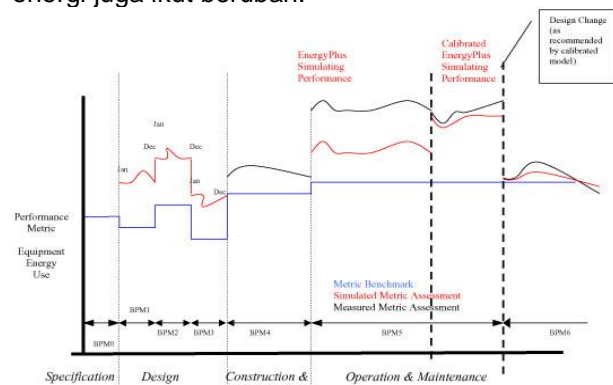
mempengaruhi semua tahapan, terutama didalam pengaruhnya terhadap penggunaan suatu product dan teknologi membangun yang akan di terapkan.

Dari berbagai tahapan didalam daur hidup bangunan, terdapat 2 tahapan yang menjadi perhatian untuk optimasi penggunaan energi, yaitu tahap desain (Chiterlet, 2001; Preiser 2005, Hitchcock, 2002; O'Sullivan et al., 2004) dan tahap commissioning (Hitchcock, 2002; Preiser, 2005; O'Sullivan et al., 2004; Shakoorian, 2006).

1. Tahap Desain dan Optimasi Penggunaan Energi
Bila dilihat dari tahapan daur hidup bangunan tersebut, tahap desain merupakan tahap yang paling mempengaruhi tahapan lainnya didalam daur hidup proyek (Chiterlet, 2001) dan tahap yang paling kritis yang akan memberikan input dan feedback pada tahapan lainnya (Preiser, 2005). Hal ini disebabkan karena pada tahap ini terdapat 3 hal yang ditentukan, yaitu (Chiterlet, 2001): 1) konsep desain bangunan tersebut, yang berpengaruh terhadap persyaratan teknis yang direncanakan, 2) posisi dan arah bangunan, yang beroengaruh terhadap bukaan dan desain bangunan, 3) pemilihan material yang digunakan.

Menurut Chiterlet (2001), tahap desain merupakan yang paling menentukan kinerja bangunan termasuk daur hidup dari bangunan tersebut. Göçer et al. (2015) menambahkan bahwa untuk tahap desain, perlu suatu pendekatan yang utuh terhadap tahap ini. Tahap desain merupakan faktor penentu dari kinerja bangunan (O'Sullivan et.al, 2004), dimana pada tahapan ini performance objectives ditentukan dan didefinisikan yang akan diimplementasikan terhadap tahapan lainnya (Hitchcock, 2002).

Tahun 2004 O'Sullivan dan Hitchcock melakukan penelitian untuk melihat pengaruh dari proses daur hidup bangunan penggunaan energi. Penelitian tersebut menghasilkan bahwa tahap desain merupakan tahap yang memberikut input terbesar terhadap tahap lainnya dan yang paling mempengaruhi optimasi penggunaan energi, karena pada tahap ini performance objectives (criteria) ditetapkan. Pada gambar 3 dapat dilihat hasil penelitian yang dilakukan O'Sullivan dan Hitchcock pada tahun 2004, dimana dengan merubah performance objectives (requirements) dan tidak mengikuti performance requirements yang ditetapkan pada tahap desain menyebabkan tahap lainnya juga ikut berubah, sehingga pemakaian energi juga ikut berubah.

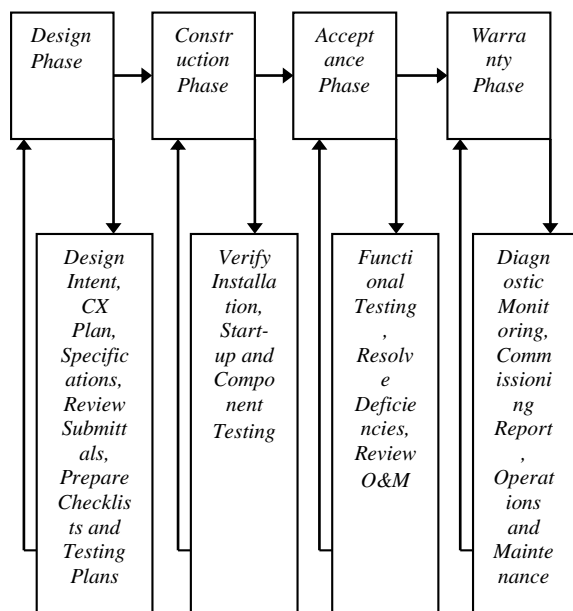


Gambar 3. Dampak dari perubahan tahap desain terhadap pemakaian energi
 Sumber: O’Sullivan, et.al (2004)

Tahap Commissioning dan Optimasi Penggunaan Energi

Selain tahap desain, tahap yang perlu menjadi pertimbangan untuk menjamin optimasi pemakaian energi adalah tahap commissioning (Hitchcock, 2002; O’Sullivan, et.al, 2004). Di Indonesia, tahap ini disebut sebagai tahap sertifikat laik fungsi ke 0.

Pada tahap commissioning, dimana bangunan sudah dibangun, harus dilakukan pengecekan (commissioning) untuk menyesuaikan dengan performance objectives yang ditentukan untuk bangunan tersebut. Preiser (2005) menyatakan tahap ini adalah acceptance and warranty phase commissionings. Dalam proses commissioning, dilakukan review terhadap design phase commissioning, construction phase commissioning, acceptance phase commissioning, dan warranty phase commissioning (gambar 4) (Preiser, 2005).



Gambar 4. Empat tahapan dalam proses commissioning
 Sumber: Preiser, 2005

KESIMPULAN

Preiser (2005) menyatakan bahwa pengaruh setiap tahapan terhadap bangunan sangat berperan, termasuk peranannya didalam menghemat energi untuk bangunan tersebut. Salah satu solusi yang ditawarkan oleh Preiser adalah adanya penjaminan kinerja bangunan yang continue melalui daur hidup bangunan tersebut, sehingga pemakaian energi bisa dikendalikan dan dihemat sesuai fungsi dan kebutuhan energi untuk bangunan tersebut. Penjaminan ini lebih ditujukan untuk melihat kesesuaian antara performance requirements (performance objectives) yang disusun untuk suatu bangunan dan penerapannya didalam proses daur hidup bangunan.

Penjaminan yang dimaksud oleh Preiser setelah performance objectives disusun adalah penjaminan per tahapan, yaitu: 1) pada tahap programming, dimana performance objectives sudah mulai dikaji yang disesuaikan dengan user needs dan berbagai stakeholders, fungsi bangunan, biaya, dan berbagai pertimbangan lainnya harus direview melalui effectiveness review (sebagai penjaminannya), 2) pada tahap desain, dimana performance requirements ditetapkan, di review melalui design review sebagai penjaminannya, 3) pada tahap konstruksi direview melalui commissioning, dan 4) pada tahap occupancy, direview melalui post occupancy evaluation.

Dari berbagai kajian diatas, dapat diketahui bahwa daur hidup bangunan merupakan suatu proses yang integratif yang terdiri dari berbagai tahapan yang saling mempengaruhi. Jika satu tahapan buruk akan menyebabkan dampak bagi tahapan berikutnya dan menyebabkan daur hidup bangunan tersebut buruk. Kondisi buruk ini menyebabkan berbagai hal seperti meningkatnya pemakaian energi, yang berakibat terhadap biaya yang dikeluarkan terhadap bangunan tersebut akan meningkat.

Tahap penting yang harus diperhatikan didalam daur hidup bangunan adalah tahap dibentuknya performance requirements, yaitu pada tahap desain. Performance requirements inilah yang digunakan sebagai requirements terhadap tahapan lainnya.

Optimasi penggunaan energi merupakan salah satu performance requirements yang umumnya dinyatakan untuk suatu bangunan, yang akan mempengaruhi desain development sehingga tercipta ruang dan susunannya yang mempertimbangkan optimasi energi, tahap detail desain terutama didalam pemilihan komponen bangunan yang mempertimbangkan komponen yang hemat energi, dan konstruksi melalui teknik-teknik pembangunan dan sambungan.

Pada tahap commissioning, perlu dilakukan pengecekan terhadap tahapan sebelumnya untuk melihat kesesuaian antara performance requirements dengan bangunan yang sudah dibangun. Yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah data-data tentang performance requirements dan aplikasinya terhadap tahapan-tahapan berikutnya harus tetap di record, sehingga ketika pada tahap commissioning bisa dicocokkan.

DAFTAR PUSTAKA

Chiterlet, Stephane (2001). Towards the Holistic Assessment of Building Performance Based on an Integrated Simulation Approach. Dissertation of Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland
 Oduyemi, O., & Okoroh, M. (2016). Building performance modelling for sustainable building design. International Journal of Sustainable Built Environment, 5(2), 461-469.
 Foliente, Greg C. (2000). Developments in Performance-Based Building Codes and Standards. Forest Products Journal, Vol. 50. No. 7/8
 Göçer, Ö., Hua, Y., & Göçer, K. (2015). Completing the missing link in building design process:

- Enhancing post-occupancy evaluation method for effective feedback for building performance. *Building and Environment*, 89, 14-27.
- Hitchcock, R.J., O'Sullivan, D.T.J., Keane, M., Kelliher, D. (2002). Improving Building Performance by Tracking Performance Metrics throughout the Building Life Cycle (BLC. *Energy in Buildings Journal*, pp.1075-1090
- Marteinsson, Bjorn (2005). Service Life Estimation in the Design of Buildings a Development of the Factor Method. Doctoral Thesis, KTH Research School, Sweden: KTH Research School, Center for Built Environment
- O'Sullivan, D.T.J, Keane, M.M, Kelliher, D., Hitchcock, R.J. (2004). Improving Building Operation by Tracking Performance Metrics throughout the Building Life Cycle. Elsevier Publications, Vol. 8, pp.1075-1090
- Preiser, Wolfgang F.E. (2005). *Assessing Building Performance*. USA: University of Cincinnati Press
- Shakoorian, Amirali (2006). Performance Assessment of Building Commissioning Process as A Quality Assurance System. Dissertation in College of Architecture, Georgia Institute of Technology
- Spekkink, Dik (2005). Performance Based Design of Buildings, Final Domain 3 Report, Rotterdam: Performance Based Building Thematic Network. Available from <http://www.pebbu.nl> (accessed March 2008)
- Kamali, M., & Hewage, K. (2016). Life cycle performance of modular buildings: A critical review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 62, 1171-1183.