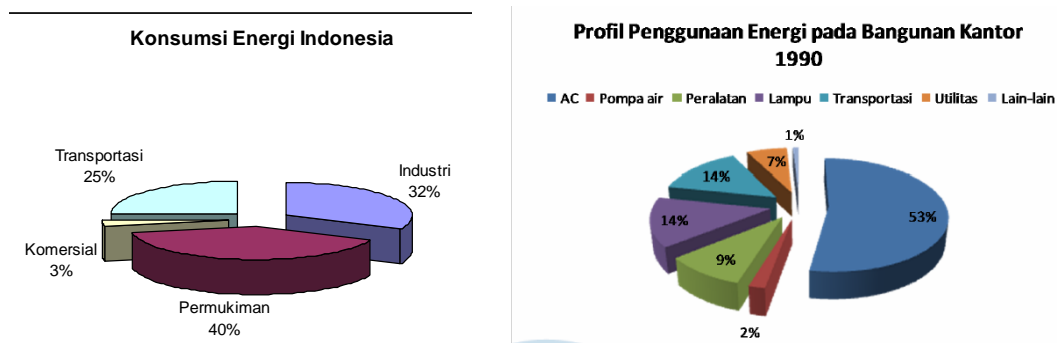


# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

### I.1.1 Krisis Energi Global dan Manifestasinya pada Desain Bangunan

Istilah konservasi energi mulai mengemuka di dunia pada tahun 1980-an setelah terjadi krisis minyak dunia. Sejak itu, upaya-upaya yang berkaitan dengan konservasi energi mulai bermunculan, seperti penggunaan energi terbaru dan kemas-kemas peraturan hukum efisiensi energi pada sektor komersil terutama bangunan pemerintahan. Hal ini disebabkan karena lebih dari 80% sumber energi dunia berasal dari energi fosil, yang lebih dari 50%nya dikonsumsi oleh industri bangunan (*Ben Stein, New York Times article, 2008*). Contohnya, saat ini di Inggris Raya, sekitar 50% dari total konsumsi energi negara digunakan untuk memanaskan ruang bangunan, dua pertiga nya merupakan bangunan-bangunan domestik (*Peter Burberry, Building for Energy Conservation*). Amerika mengalokasikan sekitar 40% dari total konsumsi energi nasional untuk keperluan pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan bangunan; memproduksi bahan bangunan; serta melakukan pelaksanaan pembangunan (*Donald Watson, Three Perspectives of Energy*). Sedangkan di Indonesia, angka tepatnya belum ada penelitian untuk hal ini. Klasifikasi yang digunakan oleh berbagai laporan penelitian masih menggunakan klasifikasi "tradisional", yaitu industri, permukiman, komersial dan transportasi. Menurut laporan Pengkajian Energi Universitas Indonesia (PEUI) 2006, angkanya adalah sekitar 32%, 40%, 3% dan 25% untuk masing-masing sektor. Kalau melihat angka di atas (permukiman plus komersial sudah mencapai 43%) mestinya bangunan akan memakan sekitar 50% dari total konsumsi energi kita, tidak jauh berbeda dengan kondisi di Amerika. ). Iklim Indonesia yang tergolong iklim panas lembab menyebabkan sekitar 53% permintaan energi pada bangunan kantor digunakan untuk pendinginan ruangan, oleh karena itu strategi konservasi energi pada tipe bangunan ini lebih cocok difokuskan pada efisiensi energi untuk pendinginan ruang.



Gambar 1.4 Pie chart konsumsi energi Indonesia dan Profil Penggunaan Energi pada Bangunan Kantor (Sumber : PEUI 2006 dan ITB 1990)

Penggunaan energi fosil mengakibatkan timbulnya polusi, *urban heat island*, dan *global warming* yang mempengaruhi keseimbangan ekologi, produksi pangan, dan kesehatan manusia (*World Energy Outlook, 2008*). Seharusnya sekitar setengah dari jumlah konsumsi energi tersebut dapat dihemat dengan desain, konstruksi, dan operasional bangunan yang tepat (*Donald Watson, Three Perspectives of Energy*). Keputusan untuk berinvestasi pada aspek konservasi energi perlu dilakukan secepatnya karena pembuangan energi sia-sia pada bangunan akan berdampak besar pada beban finansial pemilik serta secara tidak langsung menimbulkan masalah lingkungan dan kesehatan yang harus ditanggung oleh generasi penerus. Semakin lama keputusan investasi ini ditunda, akan semakin sulit pula keputusan tersebut benar-benar diambil karena kondisi keuangan yang makin terkuras untuk pembiayaan operasional bangunan tiap tahunnya.

Populasi dunia dan permasalahan lingkungan saat ini yang semakin hebat memerlukan perubahan radikal akan perancangan bangunan dan proses pembangunannya. Penerapan pemikiran berbasis performa bangunan menyeluruh (*total building performance*) dapat mengurangi konsumsi energi, polusi dan sampah pada bangunan baru maupun eksisting dan secara bertahap akan meningkatkan kualitas hidup dalam bangunan, yang diukur melalui tingkat kepuasan penghuni, kesehatan dan produktifitasnya. Arsitek sebagai kreator dan pengambil keputusan utama pada desain bangunan selama ini membatasi kreasinya pada metode konvensional dan tidak mempertimbangkan masalah kenyamanan termal dan visual bangunan, seluruh pekerjaan termal diserahkan pada insinyur mekanikal dan elektrikl begitu saja. Metode tersebut menimbulkan minimnya *follow-up* antar bidang pekerjaan, arsitek hanya bertanggung jawab menentukan bentuk dan kulit

bangunan sementara insinyur bangunan melengkapi dengan peralatan utilitasnya. Sedangkan pada permasalahan termal, metode diatas sangat fatal akibatnya jika diterapkan. Bentuk, orientasi, penempatan jendela dan material konstruksi memiliki efek yang lebih besar pada performansi termal dibandingkan sekedar instalasi teknikal peralatan dalam bangunan. Dengan kata lain, membangun *high-performance building* bukanlah hal yang bisa dilakukan dengan pola kerja tradisional, yaitu pola kerja sekuensial arsitek, kemudian sipil/struktural, kemudian mekanikal/elektrikal. Pola kerja desainer haruslah berubah ke arah *integrated design method*, yang merangkum seluruh aspek bangunan, baik estetika, bentuk, struktur, mekanikal, elektrik, sejak dari awal perancangan.

Ironisnya meskipun argumen-argumen mengenai pentingnya konservasi energi sangat kuat, faktanya sampai saat ini tidak banyak usaha yang dilakukan secara nyata untuk menerapkan praktik-praktik konservasi energi di masyarakat. Hal tersebut disebabkan karena sulitnya mengubah pola hidup masyarakat yang terbiasa bermewah-mewah dalam kehidupan yang boros energi. Sebagai contoh, kita seringkali tidak betah duduk dalam sebuah pertemuan di hotel mewah hanya dengan berbaju lengan pendek. Hampir pasti kita kedinginan karena memang perancang kita sangat mudah untuk merancang berlebihan (*over-design*). Sebab utamanya adalah karena murahnya harga energi kita karena selalu disubsidi oleh pemerintah. Faktor tersebut menyebabkan kesadaran masyarakat akan pentingnya konservasi energi menjadi rendah (*Energy Education and Solar Awareness workshop, 2009*). Alasan yang paling umum sering diutarakan untuk mengabaikan desain konservasi energi adalah biaya awal yang terlalu mahal, tidak dapat dibayar, tidak dapat dijual, serta tidak bisa balik modal dengan cukup cepat. Memang benar bahwa upaya konservasi energi membutuhkan investasi ekonomi yang lebih besar daripada pendekatan "bangun murah sekarang dan bayar belakangan". Alasan-alasan yang selama ini mengakar dalam benak masyarakat tersebut perlu dipertimbangkan kembali. Jika alasan ekonomi yang dikemukakan, akan wajar jika terdapat peningkatan harga suatu produk yang mampu menjanjikan stabilitas biaya energi, peningkatan kualitas lingkungan, ekonomi dan kehidupan sosial. Sebaliknya, biaya awal yang dianggap rendah tersebut seringkali tidak benar-benar mampu mewakili ekspektasi masyarakat dibandingkan biaya operasional yang semakin membengkak tiap tahunnya karena kenaikan harga energi.



Gambar 1.5

(Sumber : koleksi pribadi)



Gambar 1.6

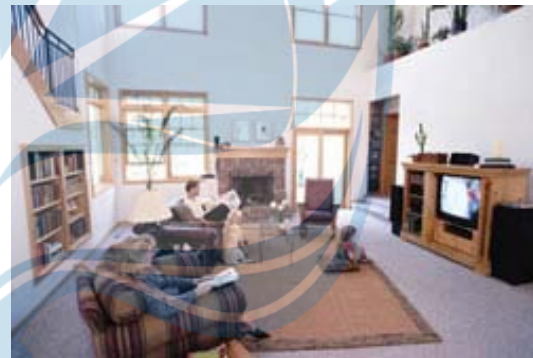
(Sumber : koleksi pribadi)

Contoh kondisi pencahayaan yang tidak optimal dari sisi energi. Gambar 1.1 memperlihatkan suasana ruang yang terlalu gelap meskipun pada siang hari, mengakibatkan penggunaan pencahayaan buatan sepanjang waktu. Gambar 1.2, sebaliknya menunjukkan tingkat kesilauan yang tinggi, perlu dipertanyakan kontribusinya terhadap kenyamanan termal dalam ruangan yang disebabkan oleh solar heat gain langsung dari kaca serta pengaruh glass house effectnya.



Gambar 1.7

(Sumber : koleksi pribadi)



Gambar 1.8

(Sumber : koleksi pribadi)

Gambar 1.3 memperlihatkan pakaian yang sangat formal dan pencahayaan buatan berlebih pada sebuah lobby hotel di daerah tropis pada siang hari, meskipun mungkin sedang mengadakan acara resmi, tetap saja ini merupakan cerminan budaya yang tidak sesuai dengan iklim tropis setempat. Gambar 1.4 memperlihatkan volume ruang yang besar dan fenestration yang luas dari jendela-jendela, perlu diperhatikan beban pendinginan yang dibutuhkan jika akan menggunakan sistem penghawaan buatan.

### I.1.2 Gedung Perpustakaan Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Bidang pendidikan mengalami perkembangan yang signifikan seiring dengan perkembangan teknologi dan informasi. Pendidikan formal dan non formal ditentukan oleh ketersediaan akses dan fasilitas teknologi-informasi dalam skala kecil hingga skala besar kemasyarakatan. Kebutuhan informasi melalui perangkat elektronik maupun buku-buku, dapat menjadi indikator bahwa prasarana dan sarana informasi semakin dibutuhkan oleh masyarakat luas.

Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY) memiliki kedudukan yang penting sebagai institusi pendidikan. Peningkatan kualitas dosen dan mahasiswa memberikan peran dalam pengakuan masyarakat bagi UAJY. Sebagai salah satu universitas yang unggul dalam bidang teknologi informasi, dosen dan mahasiswa sebagai ujung tombak perlu senantiasa terlayani dalam sisi perkembangan teknologi-informasi. Peran sebagai institusi pendidikan dapat dibuktikan melalui fasilitas teknologi dan informasi yang dimilikinya.

Salah satu parameter mutu dan keunggulan suatu universitas adalah perpustakaan. Perpustakaan menjadi tempat yang sangat penting bagi dosen dan mahasiswa untuk menambah wawasan keilmuannya. Sebagai elemen universitas yang vital peranannya, perpustakaan yang merupakan jendela informasi utama membutuhkan perencanaan dan pengoperasian manajemen energi secara matang. Saat ini perkembangan jaman dan teknologi yang semakin canggih telah menggeser operasional konservatif perpustakaan menjadi serba digital. Fenomena tersebut secara langsung berakibat pada sektor konsumsi energi yang meningkat. Fakta bahwa pengunjung Perpustakaan UAJY mengalami penurunan perlu diantisipasi untuk mencegah berkurangnya minat pengunjung karena kemudahan informasi dari internet yang sudah cukup memuaskan. Kenyamanan beroleh informasi yang timbul dari perancangan kenyamanan bangunan perpustakaan yang tepat akan meningkatkan minat pengunjung.

Penelitian performa bangunan pada karya ilmiah ini merupakan suatu tanggapan kritis dalam menyikapi situasi tersebut. Performansi bangunan dan pemanfaatan energi yang optimal dalam gedung perpustakaan masa kini perlu diperhatikan untuk mencapai fungsi utama bangunan sekaligus memberikan manfaat konservasi energi.



Gambar 1.13. Ilustrasi Gedung Perpustakaan UAJY  
(Sumber : koleksi pribadi)

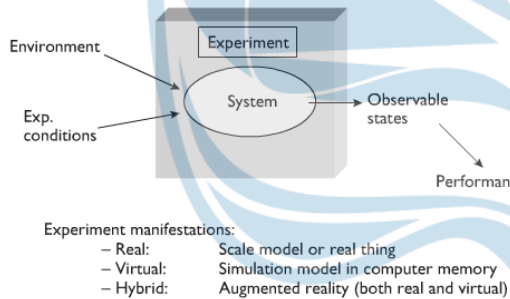
### I.1.3 Simulasi Komputer sebagai Alat Bantu Pengambil Keputusan

Simulasi komputer, model komputer, atau model komputasi adalah suatu program komputer, atau jaringan komputer yang mencoba untuk menirukan model abstrak dari sistem tertentu. Simulasi komputer telah menjadi bagian penting sebagai alat permodelan matematikal berbagai sistem alami seperti fisika (fisika komputasi), astrofisika, kimia dan biologi, sistem manusia seperti ekonomi, psikologi, dan ilmu sosial serta pada proses menemukan teknologi baru. Simulasi komputer tidak hanya berkuat pada model algoritma matematis saja, komputer juga mampu menggabungkannya dengan kenyataan atau peristiwa yang terjadi, bahkan mampu menanggapi input untuk meniru subyek yang tidak lagi ada. Istilah simulasi komputer sendiri lebih luas daripada modeling komputer, dimana modeling sendiri termasuk didalam lingkup simulasi. Perbedaannya simulasi komputer memiliki kemampuan mengolah input dari pemakai untuk menjalankan sesuatu secara real (nyata), seperti simulasi penerbangan yang dapat menirukan penerbangan sesungguhnya.

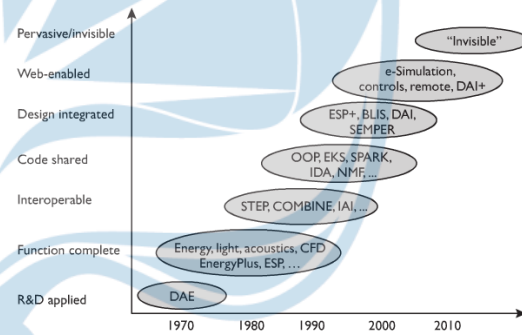
Simulasi bangunan mulai dikenal sebagai salah satu profesi sejak akhir 1970. Kemudian berkembang terus menjadi sebuah bidang tertentu yang menawarkan keahlian, metoda dan alat evaluasi performa bangunan. Bidang tersebut menerapkan pokok-pokok teori dari berbagai macam bidang lain, terutama fisika, matematika, ilmu bangunan, biofisika, serta ilmu perilaku dan komputasi. Pemakaian teori-teori ini dilakukan untuk memodelkan perilaku fisik dari suatu obyek baik saat proses

desain, pembangunan, serta operasional. Pada kasus bangunan, tantangannya berkaitan pada kompleksitas beribu-ribu komponen-komponennya yang saling mempengaruhi, dengan perilaku fisik masing-masing dan kaitan-kaitannya antara komponen lain. Kejamakan interaksi ini merupakan tantangan utama proses modeling dan komputasi disebabkan karena ruang lingkupnya yang luas. Kemampuannya untuk menganalisa dalam skala dan interaksi berbagai macam komponennya yang kompleks telah membuat bidang simulasi bangunan diakui peranannya sebagai alat prediksi, penaksir, dan verifikasi perilaku bangunan.

Tujuan dari proses simulasi adalah memberikan output berupa pernyataan-pernyataan yang dapat diteliti untuk keperluan analisis dan memilah hitungan-hitungan yang sesuai sebagai indikator performansi. Bagi arsitek, simulasi diakui mampu mempercepat proses desain, meningkatkan efisiensi, dan dapat memberikan perbandingan akan variasi-variasi desain. Simulasi memberikan pemahaman yang lebih baik akan konsekuensi keputusan desain, sehingga mampu meningkatkan efektifitas proses desain teknis secara keseluruhan.



Gambar 1.11 Diagram Pendekatan Simulasi



Gambar 1.12 Perkembangan alat simulasi performa bangunan

(Sumber : Advanced Building Simulation, 2004)

## I.2 Rumusan Permasalahan

Evaluasi perancangan sebagai usaha untuk menaksir performa bangunan dalam masa operasional merupakan indikator umum konservasi energi yang makin krusial dewasa ini. Sasaran dari kegiatan evaluasi ini adalah optimalisasi kenyamanan termal dan visual penghuni bangunan tanpa mengabaikan konsumsi energi yang digunakan. Untuk mencapai tujuan tersebut, perlu dilakukan kajian dan perumusan masalah yang berkaitan dengan konservasi energi dan kenyamanan pemakai bangunan.

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penelitian ini akan mengukur performa pencahayaan dan penghawaan pada gedung perpustakaan UAJY. Rumusan permasalahan yang akan diangkat sebagai pokok acuan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Apakah performa pencahayaan dan penghawaan bangunan saat ini sesuai dengan ekspektasi perancangannya ketika proses desain dan memenuhi syarat konservasi energi? Sejauh mana hasil yang telah dicapai? Hasil ini akan menjadi acuan dalam menentukan rencana peningkatan performanya.
2. Bagaimana penerapan metode *performance-based approach* yang disajikan melalui simulasi untuk mengevaluasi performa pencahayaan dan penghawaan bangunan pada Gedung Perpustakaan UAJY?

### **I.3 Lingkup Pembahasan**

Karya ilmiah ini akan menjabarkan salah satu usaha peningkatan performa bangunan dengan metode simulasi pada Gedung Perpustakaan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Kegiatan ini dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan termal dan visual pengguna dengan mempertahankan potensi penghematan energi serta langkah-langkah rekomendasi yang dapat dilakukan dalam rangka konservasi energi pada bangunan tersebut. Evaluasi dilakukan terhadap sistem penghawaan alami, pengkondisian udara dan sistem pencahayaan pada Gedung Perpustakaan Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Secara spesifik, penelitian ini akan mencoba menjawab pertanyaan dasar sejauh mana sistem tersebut mampu menjawab kebutuhan konservasi energi dengan standar yang berlaku di Indonesia. Untuk selanjutnya menentukan langkah optimalisasi apa saja yang mungkin dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan performa pencahayaan dan penghawaan bangunan tanpa membebani konsumsi energinya.

### **I.4 Sasaran dan Tujuan Penelitian**

Dengan upaya untuk mengetahui kondusifitas lingkungan perpustakaan dalam menjalankan fungsinya, penelitian ini dilakukan sebagai evaluasi yang mengases performa bangunan perpustakaan UAJY. Performa yang dimaksudkan untuk diukur dan dievaluasi adalah performa penghawaan, termal, dan pencahayaan dalam bangunan. Hasil evaluasi dapat dimanfaatkan sebagai alat komparasi untuk



mengidentifikasi besarnya deviasi yang terjadi antara proses desain dengan perkiraan masa operasional yang akan datang. Dengan demikian, hasil tersebut dapat digunakan untuk mempersiapkan sistem manajemen energi yang sesuai bagi masa operasionalnya.

Secara khusus, pemanfaatan simulasi bangunan di karya ilmiah ini bertujuan untuk memperkenalkan metode tersebut kepada para arsitek, konsultan bangunan serta mahasiswa desain bangunan dan lingkungan akan suatu metode komputerisasi yang mulai eksis sebagai alat penaksir kebutuhan desain pada lingkup bangunan tunggal, kawasan, kota, wilayah dan nasional. Optimisme ini timbul karena sifat simulasi yang mampu menggali secara menyeluruh identifikasi teorikal yang dibutuhkan, dengan jalinan baku dalam gambaran lingkungan binaan yang terus berkembang sebagai suatu sistem kompleks. Untuk itu pengertian dan pemahaman mendalam para ahli terkait sangat mempengaruhi keefektifan aplikasi simulasi ini.

### **I.5 Metodologi Penelitian**

Secara umum, karya ilmiah ini membahas sisi teknis untuk keperluan penelitian dalam hal pencahayaan, penghawaan dan kaitannya dengan usaha konservasi energi pada Gedung Perpustakaan UAJY, melakukan perbandingan umum dengan hasil kalkulasi simulasi dan pengukuran aktual di lapangan untuk memperlihatkan deviasi internalnya, kemudian memberikan rekomendasi desain arsitektural berdasarkan temuan-temuan sebelumnya dengan tujuan mempertahankan atau meningkatkan performansi bangunan yang berhubungan dengan konservasi energi. Informasi numerik hasil simulasi akan memperkuat argumen-argumen dalam mengambil keputusan evaluasi dan rekomendasi desain, selain itu pemaparan studi lebih lanjut dalam bentuk komparasi berbagai macam metode konvensional akan sangat berguna. Mengingat adanya keterbatasan proses simulasi dalam hal input, algoritma, dan alat analisisnya, tindakan komparasi perlu dilakukan untuk melakukan validasi hasil simulasi komputer dengan hasil-hasil dari metode konvensional demi mendapatkan gambaran kondisi sebenarnya.

Proses penelitian audit energi dengan bantuan simulasi komputer dilakukan dengan paradigma *rasionalistik-kualitatif* dan strategi pengamatan lapangan, yaitu kombinasi antara pengumpulan data awal berupa data fisik yang tersedia dengan

hasil temuan empirik dasar dari lapangan. Beberapa tahapan penelitian yang akan dilakukan yaitu; wawancara personal dengan pihak owner gedung perpustakaan dalam hal ini UAJY selaku pemberi mandat, wawancara performa bangunan dengan pihak-pihak yang berkompeten, survey lapangan secara kualitatif dengan observasi pribadi. Penelitian dengan alat bantu simulasi komputer dilakukan berdasarkan temuan data yang dibutuhkan kemudian dikalibrasi dengan temuan dari penelitian lapangan secara kuantitatif untuk menghasilkan ramuan kualitatif yang optimal dengan sasaran konservasi energi, salah satunya dalam bentuk rekomendasi desain.

Alat bantu analisis komputer untuk penelitian audit energi ini menggunakan berbagai software sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing. Penelitian bidang pencahayaan menggunakan *Ecotect v5.50* dan *Desktop Radiance 2.01*. Analisis penghawaan memanfaatkan *WinAir 4* dan *ESI CFD V2004*. Sedangkan sebagai hasil akhir, penelitian dikerucutkan dalam bentuk ukuran kenyamanan termal dan visual serta hasil kalkulasi energi kuantitatif yang akan diproses dengan *Ecotect v5.50*.

Proses penelitian akan berlangsung setelah Gedung Perpustakaan UAJY diresmikan dengan durasi tiga bulan pada November 2009 sampai dengan Januari 2010. Keterbatasan penelitian pada tiadanya data operasional terjadi karena Gedung Perpustakaan tersebut belum juga beroperasi sampai saat penulisan ini selesai disusun.

## **I.6 Sistematika Penulisan**

- BAB I : Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, lingkup pembahasan, sasaran dan tujuan penelitian, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan.
- BAB II : Persiapan pengumpulan data, berisi rencana kerja rinci, persiapan peralatan, informasi fasilitas yang akan diteliti, data teknis/operasi, dan gambar layout fasilitas/peralatan.
- BAB III : Tinjauan pustaka, berisi teori, definisi, prinsip-prinsip, syarat-syarat, guideline mengenai kenyamanan termal dan visual.
- BAB IV : Analisis Data dengan Simulasi, berisi tentang analisis teknis, kriteria desain, informasi iklim, standar-standar arsitektural,

manufaktur, spesifikasi material, dan analisis simulasi komputer kondisi eksisting.

BAB V : Pengembangan Desain, berisi tentang upaya-upaya meningkatkan performa melalui desain, eksperimen dengan simulasi komputer untuk menguji solusi desain, serta hasil komparasi rekomendasi desain dengan kondisi eksisting.

BAB V : Kesimpulan, berisi tentang relevansi konservasi energi dengan hasil optimasi performa bangunan pada desain pengembangan dengan alat bantu simulasi komputer.

