

BAB I

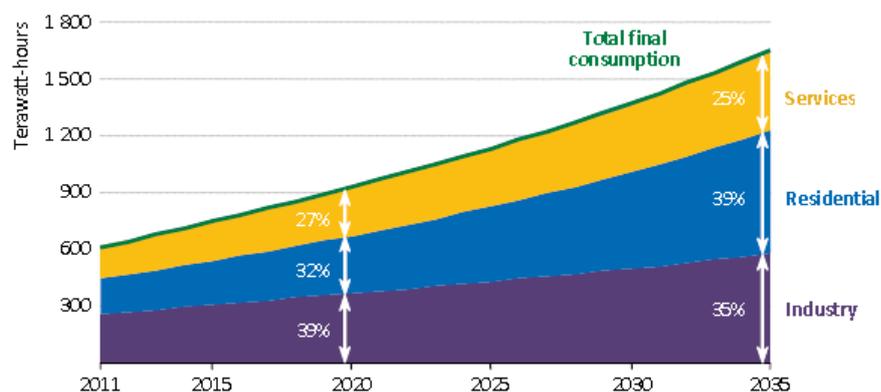
PENDAHULUAN

I.1 LATAR BELAKANG

I.1.1 Isu Penghematan Energi pada Bangunan

Krisis energi saat ini sedang dialami oleh seluruh dunia, tak terkecuali Indonesia. Pemakaian energi tiap tahun di Indonesia terus meningkat. Namun hal ini tidak diimbangi oleh produksi atau pembangkit energi yang ada di Indonesia. Energi yang dapat dihasilkan justru menurun karena faktor efisiensi dari pembangkit energi yang juga menurun. Ketidakseimbangan antara tingkat produksi dan konsumsi inilah yang mengakibatkan krisis energi skala nasional dan salah satunya adalah krisis listrik¹. Kebiasaan hidup manusia dalam mengonsumsi energi (listrik) untuk banyak kebutuhan menjadi salah satu hal yang perlu diperhatikan. Berikut ini merupakan grafik peningkatan konsumsi listrik pada sektor servis, residensial, dan industri di ASEAN yang diperkirakan hingga tahun 2035.

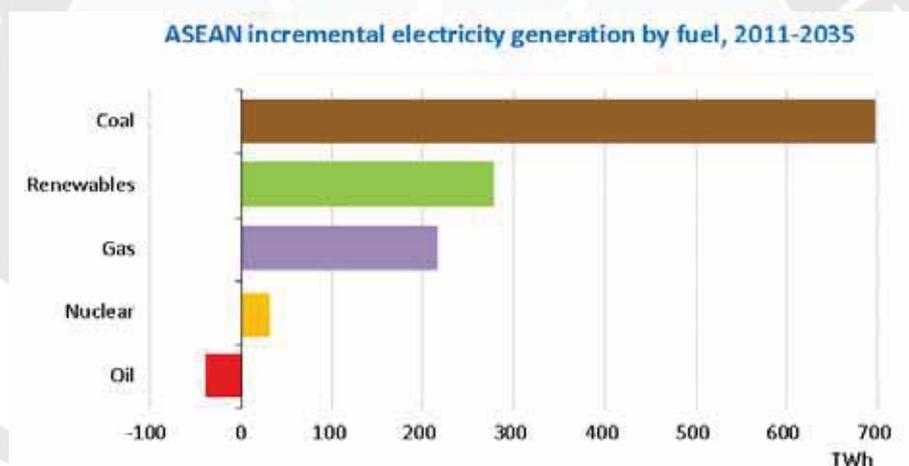
Figure 2.5 ▶ ASEAN final electricity consumption by sector



Gambar 1. Grafik peningkatan konsumsi listrik ASEAN pada beberapa sektor
Sumber: Van der Hoeven, Maria, 2013, *World Energy Outlook Special Report: Southeast Asia Energy Outlook*, International Energy Agency.

¹ Adiwoso, Naning, 2010, *Towards Indonesia's Sustainable Future through Sustainable Building and Construction*, Green Building Council Indonesia.

Krisis energi sendiri ditandai dengan berkurangnya persediaan sumber daya energi dalam segi ekonomi. Sebagian besar energi di Indonesia sangat bergantung pada bakar fosil yang semakin hari harganya semakin meningkat. Sebenarnya banyak sekali sumber energi yang terbarukan dapat dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil, namun Indonesia masih belum banyak memanfaatkan atau mengembangkannya². Energi alternatif seperti angin, matahari dan gelombang laut dapat diharapkan kontinuitas penggunaannya sehingga diperlukan perhitungan dan pertimbangan dalam memanfaatkannya. Berikut ini merupakan grafik perkiraan peningkatan bahan bakar untuk pembangkit listrik di ASEAN pada tahun 2011-2035, di mana batu bara masih menjadi kebutuhan tertinggi dibandingkan dengan sumber energi terbarukan.



Gambar 2. Grafik peningkatan bahan bakar untuk pembangkit listrik di ASEAN, 2011-2035
 Sumber: Van der Hoeven, Maria, 2013, *World Energy Outlook Special Report: Southeast Asia Energy Outlook*, International Energy Agency.

Banyak hal yang sebenarnya dapat dilakukan untuk meminimalkan penggunaan energi listrik pada bangunan dengan tetap memperhatikan fungsionalitas, kenyamanan, dan estetika bangunan. Salah satu caranya adalah dengan mengoptimalkan penggunaan cahaya matahari sebagai sumber cahaya alami untuk pencahayaan di dalam bangunan.

² Van der Hoeven, Maria, 2013, *World Energy Outlook Special Report: Southeast Asia Energy Outlook*, International Energy Agency.

Indonesia sebagai daerah beriklim tropis, di mana berada pada sekitar garis khatulistiwa, sebenarnya sangat beruntung karena berada di posisi ini. Potensi penggunaan cahaya matahari sebagai energi alternatif sangat besar karena cahaya matahari selalu berlimpah sepanjang tahun. Potensi ini harus dioptimalkan di dalam desain bangunan sehingga cahaya matahari benar-benar dapat dimanfaatkan dalam penghematan energi pada bangunan.



Gambar 3. Contoh pemanfaatan cahaya alami pada bangunan
Sumber: http://www.archdaily.com/433260/light-walls-house-ma-style-architects/524852f0e8e44eff020002b7_light-walls-house-ma-style-architects_lightwallshouse_16-jpg/ dan <http://www.archdaily.com/240281/kaap-skil-maritime-and-beachcombers-museum-wins-daylight-award-2012-mecanoo-architecten/>

Pemanfaatan cahaya matahari sebagai pencahayaan alami di dalam bangunan memiliki beberapa potensi antara lain cahaya alami yang bersifat nyaman untuk mata manusia tentu dapat meningkatkan produktifitas kerja pengguna, menghemat biaya hidup bangunan, terutama melalui efisiensi biaya operasional dan pemeliharaan, dan bersumber pada sumber energi yang tak terbatas dan alami yang akan mengurangi efek rumah kaca. Namun juga memiliki beberapa kendala antara lain menimbulkan silau dan membawa gelombang panas. Kendala inilah yang harus diselesaikan dalam desain bangunan agar tercipta desain pencahayaan alami yang efektif bagi pengguna bangunan sekaligus dapat menjadi cara dalam penghematan energi pada bangunan.

I.1.2 Tata Cahaya Alami pada Bangunan *Student Center*

Salah satu penerapan potensi pencahayaan alami yaitu pada bangunan *student center*. Sebagai bangunan yang merupakan pusat kegiatan mahasiswa sehingga dapat disebut pula sebagai pusat pendidikan, *student center* hendaknya dapat memberi contoh bagi bangunan lain untuk dapat mengoptimalkan pemanfaatan pencahayaan alami dalam desain bangunannya. Pemanfaatan cahaya alami pada *student center* dapat optimal ketika mempertimbangkan pula standar kebutuhan pencahayaan untuk berbagai fungsi yang terdapat di dalamnya, karena biasanya *student center* merupakan bangunan multifungsi dengan standar kebutuhan pencahayaan yang berbeda pada setiap fungsinya. Berikut ini merupakan contoh penerapan desain pencahayaan alami pada *student center*.



Gambar 4. Contoh Desain Pencahayaan Alami pada Manhattanville College Student Center
Sumber: Tribe, Michael, 2011, *Manhattanville College Student Center Design Presentation*, Peter Gisolfi Associates, Purchase, New York.

Persyaratan yang harus dipenuhi pada desain pencahayaan alami dalam *student center* adalah menyediakan pencahayaan yang memungkinkan kegiatan yang berlangsung di dalamnya dapat berlangsung dengan aman, terutama kegiatan olahraga (contohnya desain pencahayaan menyesuaikan dengan kecepatan permainan atau ukuran dari obyek yang digunakan dalam olahraga)³. Pencahayaan didesain untuk menciptakan kondisi yang baik bagi kejelasan dalam gerakan-gerakan yang dilakukan dalam olahraga maupun dalam pertunjukan, sekaligus juga menciptakan kenyamanan bagi penonton.

Aspek pencahayaan alami yang menjadi penting dalam memenuhi persyaratan tersebut meliputi distribusi cahaya dan tingkat terang cahaya. Pada

³ Gaia Group, 2009, *Daylighting in Sports Halls for Sportscotland*, Edinburgh, Scotland.

prinsipnya distribusi cahaya pada ruang multifungsi mengutamakan kejelasan pada obyek yang akan dilihat oleh pengguna, seperti panggung, garis tepi lapangan, dan sebagainya. Pada ruang multifungsi seperti *student center* bukaan dengan posisi yang tinggi lebih diutamakan karena dapat memasukkan cahaya alami ke dalam ruang dengan intensitas yang lebih tinggi daripada jika diletakkan pada posisi yang lebih rendah. Distribusi cahaya yang merata perlu disesuaikan pula dengan standar tingkat terang pencahayaan pada ruang multifungsi sebagai berikut. Standar tingkat terang pencahayaan pada ruang multifungsi menurut IES Standard adalah 300 lux untuk ruang aula umum dan ruang *gymnasium*⁴.

Pada pencahayaan alami, langkah desain yang paling sering digunakan adalah membuat bukaan di sisi samping ruang. Bukaan samping ini tidak hanya berfungsi sebagai pencahayaan, tetapi sekaligus juga sebagai penghawaan dan pemandangan (*view*). Namun pada bangunan tingkat rendah seperti *student center*, bukaan atas (*toplighting*) merupakan langkah yang paling efisien untuk memasukkan cahaya ke dalam ruangan karena pendistribusian cahaya dapat lebih merata ke seluruh ruangan dan penggunaan kaca dapat diminimalisir.

Bukaan atas dibagi menjadi dua bagian, yaitu *skylight* (bukaan horisontal atau hampir horisontal) dan *clerestory* (bukaan vertikal). *Skylight* merupakan bukaan horisontal atau mendekati horisontal pada atap. *Clerestory* merupakan bukaan vertikal pada atap. *Clerestory* pada bukaan atas memiliki keuntungan dibanding *skylight*, terutama dalam konservasi energi matahari dan memudahkan dalam mengontrol silau.

Penggunaan *skylight* dan *clerestory* pada *student center* perlu diperhatikan posisi dan peletakannya agar pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruang merupakan cahaya kubah langit, bukan sinar matahari langsung. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontras yang berlebih dan silau yang mengganggu di

⁴ IES Standard, 2005, *Room Illumination Level*.

dalam ruang. Berikut ini merupakan contoh penggunaan *skylight* pada *student center*.



Gambar 5. Penggunaan *skylight* pada Tollcross Leisure Centre, Glasgow
Sumber: Tollcross Leisure Centre, Glasgow

I.1.3 Tata Cahaya Alami pada Desain *Student Center* UAJY

Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Student Center* Universitas Atma Jaya Yogyakarta (UAJY). *Student Center* UAJY merupakan bangunan multifungsi yang berfungsi untuk mewadahi kegiatan mahasiswa UAJY dalam bidang akademik, olahraga, budaya, dan rekreasi. Bangunan *Student Center* UAJY direncanakan menjadi bagian dari pengembangan kawasan kampus UAJY di daerah Kledokan, Sleman, DIY.

Tata cahaya alami pada bangunan *Student Center* UAJY bertujuan untuk mengoptimalkan pencahayaan pada ruang *Student Center* UAJY agar dapat mendukung fungsi dan kegiatan serta dapat mengoptimalkan penghematan energi pada bangunan. Namun jika dikaitkan dengan fungsi, letak, posisi dan desain bangunan *Student Center* UAJY, muncul beberapa masalah dalam memanfaatkan cahaya alami di dalamnya, antara lain bangunan memiliki poros orientasi pada arah utara-selatan sehingga sisi terpanjang bangunan pada arah timur-barat, ruang utama yang luas pada bangunan *Student Center* UAJY dan adanya desain tribun penonton pada bagian tepi bangunan mengurangi potensi masuknya cahaya alami melalui

bagian samping bangunan, silau yang berlebihan jika menggunakan *skylight* karena dengan sistem ini kemungkinan cahaya yang masuk adalah cahaya matahari langsung yang sangat menyilaukan bukan cahaya kubah langit, dan karakter cahaya matahari sebagai sumber energi cahaya dan panas yang alami juga dapat menyebabkan berkurangnya kenyamanan di dalam ruang.

Dari berbagai permasalahan yang ditemukan mengenai potensi pemanfaatan pencahayaan alami dalam *Student Center* UAJY, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yang perlu diselesaikan melalui penelitian ini yaitu bagaimana cara untuk mengoptimalkan penataan cahaya alami pada *Student Center* UAJY sebagai ruang multifungsi bagi mahasiswa UAJY dengan sistem *skylight* sehingga cahaya alami dapat masuk secara merata ke dalam ruang namun silau dan kontras yang mengganggu bisa dihindari.

I.1.4 Inovasi dalam Desain Pencahayaan Alami Bangunan Student Center

Penggunaan *skylight* pada bangunan di iklim tropis menimbulkan permasalahan termal, di mana matahari bersinar sepanjang tahun dan membawa gelombang radiasi panas. Maka dari itu perlu dipikirkan bagaimana solusi agar *skylight* dapat digunakan untuk memasukkan cahaya alami ke dalam ruang tetapi tidak membawa panas radiasi matahari ke dalam ruang. Selain itu, pilihan jenis, posisi, dan peletakan *skylight* yang efektif untuk digunakan pada ruang dengan bentang yang luas pada bangunan publik dan memiliki beberapa fungsi seperti student center juga berpengaruh pada optimalnya desain pencahayaan alami yang nyaman bagi pengguna.

Inovasi teknologi yang digunakan untuk mengurangi silau dan kontras yang berlebihan agar tidak masuk ke dalam ruang adalah dengan menggunakan *perforated metal* untuk menyaring cahaya matahari yang masuk ke dalam ruang⁵.

⁵ Appelfeld, David et al., 2012, *An Hourly-Based Performance Comparison of an Integrated Micro-Structural Perforated Shading Screen with Standard Shading Systems*, Energy and Buildings 2012.03.038.

Perforated metal ini dipilih karena adanya fenomena fisik ketika cahaya melewati *perforated metal*, yaitu fenomena ketika gelombang cahaya berbelok saat melewati celah kecil, yang disebut efek difraksi cahaya.

Penelitian ini akan dilakukan dengan metode eksperimen terhadap beberapa variasi kemungkinan pada *skylight* dan *perforated metal* yang digunakan dalam mencari bagaimana desain *skylight* dan *perforated metal* yang paling efektif dalam memasukkan cahaya alami ke dalam ruang untuk menunjang fungsi dan pengguna di dalamnya. Variasi yang digunakan pada penelitian, antara lain Luas dan besaran *skylight*, posisi dan peletakan *skylight*, perbandingan area terbuka pada *perforated metal*, dan luas, posisi dan peletakan *perforated metal* di dalam ruang.

Hasil penelitian nantinya adalah berupa beberapa arahan mengenai desain *skylight* yang sesuai untuk diterapkan pada ruang multifungsi pada bangunan di iklim tropis. Inovasi teknologi *perforated metal* digunakan dalam melengkapi penggunaan *skylight* agar desain pencahayaan alami lebih optimal. Diharapkan hasil penelitian ini dapat digunakan pada kasus ruang multifungsi lain pada kondisi iklim yang sama. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan usulan dan rekomendasi mengenai tata cahaya alami dalam proses pengembangan desain *Student Center* UAJY sebagai bagian dari penghematan energi bangunan. Selain itu diharapkan hasil penelitian ini juga dapat memberi masukan bagi masyarakat dalam memanfaatkan pencahayaan alami secara optimal pada bangunan.

I.2 RUMUSAN PERMASALAHAN

Bagaimana cara untuk mengoptimalkan penataan cahaya alami pada *Student Center* UAJY sebagai ruang multifungsi dengan sistem *skylight* sehingga cahaya alami dapat masuk secara merata ke dalam ruang namun silau dan kontras yang mengganggu bisa dihindari?

I.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji cara agar dapat mengoptimalkan penataan cahaya alami pada *Student Center UAJY* sebagai ruang multifungsi dengan sistem *skylight* sehingga cahaya alami dapat masuk secara merata ke dalam ruang namun silau dan kontras yang mengganggu bisa dihindari.

I.4 SASARAN PENELITIAN

1. Peneliti mampu mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang terjadi dalam menerapkan tata cahaya alami pada desain bangunan *Student Center UAJY*.
2. Peneliti mampu menganalisis potensi dan permasalahan dalam mengoptimalkan tata cahaya alami pada desain bangunan *Student Center UAJY* melalui pengolahan teori dan proses perhitungan melalui simulasi dengan program komputer.
3. Peneliti mampu mencari inovasi-inovasi dalam menyelesaikan permasalahan mengenai penataan cahaya alami pada desain bangunan *Student Center UAJY* sesuai perkembangan teknologi saat ini.
4. Peneliti mampu memberikan rekomendasi dan saran untuk mengoptimalkan penataan cahaya alami pada desain bangunan *student center*.

I.5 MANFAAT PENELITIAN

Dari hasil penelitian ini, manfaat yang dapat diambil bagi penulis adalah dapat menambah dan memperkaya pengetahuan penulis tentang perancangan tata cahaya alami dengan kasus yang spesifik seperti bangunan *Student Center UAJY*. Manfaat bagi pembaca adalah dapat menambah pengetahuan serta memberi informasi tentang pengoptimalan penataan dan pemanfaatan cahaya alami pada bangunan, khususnya *student center*. Sedangkan manfaat bagi masyarakat luas dapat menambah pengetahuan dan dapat mempraktekkan cara-cara merancang atau merencanakan tata cahaya alami pada bangunan sehingga dapat mendukung

kegiatan berlangsung di dalamnya dan dapat melakukan penghematan energi bangunan.

I.6 LINGKUP PENELITIAN

I.6.1 Lingkup Substansial

Penelitian ini akan meneliti cara mengoptimalkan pemanfaatan cahaya alami di dalam ruang *Student Center* UAJY dengan fokus pada *skylight* sebagai elemen penting dalam mengoptimalkan pencahayaan alami yang dapat mendukung pengguna dalam melakukan kegiatan di dalamnya serta sebagai upaya penghematan energi bangunan.

I.6.2 Lingkup Spasial

Penelitian ini dilakukan pada desain bangunan *Student Center* UAJY dengan batasan spasial pada ruang utamanya. Ruang ini merupakan ruang multi fungsi dengan bermacam-macam kegiatan di dalamnya sehingga membutuhkan pencahayaan alami yang optimal untuk mendukung kegiatan di dalamnya.

I.6.3 Lingkup Temporal

Penelitian ini akan dilakukan selama empat bulan (antara Bulan September – Desember 2014).

I.7 KEASLIAN PENELITIAN

Penelitian mengenai tata cahaya alami pada bangunan *student center* sudah pernah diteliti dan disusun oleh pihak lain, yaitu sebagai berikut:

1. Al-Obaidi K.M., Ismail M., dan Abdul Rahman A.M. (2013) dengan judul *An Innovative Roofing System for Tropical Building Interiors: Separating Heat from Useful Visible Light*. Penelitian ini menggali kemungkinan untuk pencahayaan dari atap untuk kenyamanan di dalam ruang yang disesuaikan pada daerah iklim tropis dengan metode awal

yaitu menggunakan program simulasi untuk menentukan *setting* beberapa parameter relevan kemudian dilanjutkan dengan eksperimen untuk memperoleh data empiris.

2. David Appelfeld, et al., (2012) dengan judul *An Hourly-Based Performance Comparison of an Integrated Micro-Structural Perforated Shading Screen with Standard Shading Systems*. Penelitian ini menguji performa sistem pembayang yang terintegrasi dengan layar perforated jika dibandingkan dengan sistem pembayang biasa dengan metode eksperimental langsung untuk mengetahui *bi-directional transmittance* yang tidak termasuk pada opsi pembayang yang telah tersedia pada program simulasi.
3. Field Test Delta (2003) dengan judul *Integrated Skylight Luminaire*. Penelitian ini meneliti desain pencahayaan alami dengan sistem *skylight* pada bangunan gudang penyimpanan barang berupa ruang terbuka dengan metode eksperimental melalui penggunaan *photosensor control system* untuk mengoptimalkan pencahayaan alami dari *skylight*.
4. Karam M. Al-Obaidin, Mazran Ismail, dan Abdul Malek Abdul Rahman (2014) dengan judul *A Study of the Impact of Environmental Loads that Penetrate a Passive Skylight Roofing System in Malaysian Buildings*. Penelitian ini meneliti sistem atap *skylight* sebagai elemen bangunan yang signifikan untuk menyediakan kondisi ideal dalam ruang interior dengan metode studi pustaka berdasarkan analisis deskriptif untuk mengetahui rekomendasi desain.

I.8 SISTEMATIKA PENULISAN

1. **Abstraksi**; berisi uraian secara singkat dan jelas tentang keseluruhan isi laporan penelitian.
2. **BAB I Pendahuluan**; menguraikan tentang latar belakang pemilihan topik materi dan latar belakang permasalahan dari topik materi/ lingkup

kajian, Rumusan Permasalahan, Tujuan dan Sasaran, Manfaat, Lingkup Pembahasan, dan Sistematika Penulisan.

3. **BAB II Landasan Teori;** menjelaskan tentang teori-teori dan standar yang terkait dengan topik penelitian, yaitu mengenai tata cahaya alami pada bangunan *student center*, untuk dijadikan acuan/landasan dalam membahas berbagai data yang diperoleh di lapangan.
4. **BAB III Metode Penelitian;** menjelaskan tentang metode yang dipakai dalam pelaksanaan penelitian, rincian kegiatan, studi kepustakaan, tahapan analisis dan penarikan kesimpulan, serta instrumen yang dipakai dalam mendapatkan data.
5. **BAB IV Gambaran Umum Obyek Penelitian;** menguraikan tentang data-data atau informasi yang dibutuhkan untuk proses analisis. Data penelitian ini berupa data pengamatan dengan instrumen-instrumen yang dipakai.
6. **BAB V Eksperimen dan Pembahasan;** menguraikan tentang analisis dan pembahasan mengenai hasil eksperimen yang telah dilakukan pada obyek penelitian dikaitkan dengan teori dan standar yang berlaku untuk memudahkan di dalam menarik kesimpulan, dan memberikan rekomendasi serta saran dalam perancangan tata cahaya alami pada desain bangunan *Student Center UAJY*.
7. **BAB VI Kesimpulan dan Saran;** hasil akhir dari hasil penelitian yang ditulis secara ringkas, sesuai yang didapatkannya dari analisis pembahasan dan bagaimana saran-saran penulis berdasarkan hasil temuannya terkait dengan tata cahaya alami pada desain bangunan *Student Center UAJY*.
8. **Daftar Pustaka**
9. **Lampiran**