

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

#### **1.1.1 Latar Belakang Arti Penting Kasus**

Kenyamanan merupakan kunci keberhasilan dan produktivitas kerja. Salah satu kebutuhan pokok manusia dalam hidupnya yaitu kebutuhan akan rasa nyaman. Kebutuhan ini selain disebabkan oleh lingkungan sosial juga oleh lingkungan binaan (bangunan atau ruang karya manusia). Pada desain suatu bangunan, hal pertama yang harus diperhatikan yaitu kenyamanan pengguna. Hal ini karena menurut Jenkins dkk (1992) dalam Burt (2007), rata-rata manusia menghabiskan  $\pm 87\%$  kegiatannya di dalam ruangan. Kenyamanan pada bangunan terbagi menjadi enam bagian penting, diantaranya: kenyamanan termal, visual, akustik, spasial, dan kualitas udara ruang. Dari keenam jenis kenyamanan ini, kenyamanan termal sangat relevan untuk dibicarakan saat ini, karena menurut Alley dkk (2007), dengan kondisi suhu bumi yang semakin panas ( $0,74 \pm 0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) menjadikan kondisi lingkungan tidak lagi nyaman secara termal.

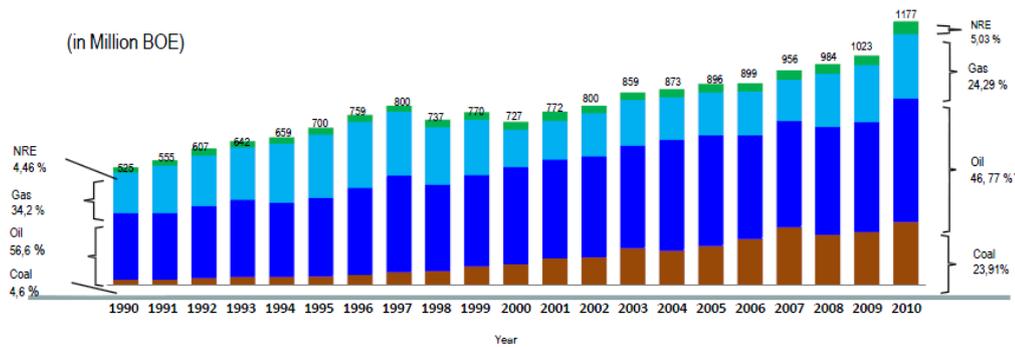
Banyak studi menunjukkan bahwa kenyamanan termal ruang berbanding lurus dengan produktivitas dan kepuasan kerja. Salah satunya

yaitu studi yang dilakukan oleh Budaiwi (2005), yang menemukan bahwa kondisi termal yang tidak diinginkan dapat memberikan efek yang buruk pada produktivitas kerja. Selain kenyamanan maka keamanan dan kebersihan ruang juga sangat penting. Kebersihan ruang ini berkaitan dengan kualitas udara ruang yaitu bagaimana polutan yang berada dalam ruangan dapat dikeluarkan sehingga kondisi yang dinamakan dengan *sick building syndrome* tidak terjadi pada penghuni ruang.

Selain kenyamanan, hal lain yang patut menjadi perhatian bagi para pelaku desain bangunan yaitu tentang isu efisiensi energi (fossil). Alasan dibalik isu ini yaitu tidak terjadinya keseimbangan antara permintaan energi dan ketersediaan energi di alam. Laporan energi dunia tahun 2004, memprediksikan bahwa pada tahun 2030 permintaan energi dunia akan bertambah 60 % (ditambah dengan dua pertiga permintaan dari negara-negara berkembang). Di Indonesia, menurut data dari kementerian ESDM (2012:2), 95 % sumber energi masih mengandalkan sumber-sumber energi fosil dengan perkembangan kebutuhan tiap tahun meningkat sekitar 7 %. Salah satu sumber pemakaian energi yang cukup besar kontribusinya terhadap konsumsi energi nasional yaitu bangunan, sekitar 10 % (bandingkan dengan di U.S: 39 %) dari total konsumsi dan bertanggungjawab untuk persentase yang sama pada emisi gas rumah kaca. Pada bangunan beban energi terbesar dihabiskan untuk penghawaan buatan yaitu sekitar 60 %.



## GROWTH OF NATIONAL ENERGY SUPPLY 1990 - 2010



Gambar 1.1 Pertumbuhan permintaan energi tiap tahun

Sumber: *Energy conservation policy and program in Indonesia* (2012)

Pemakaian penghawaan buatan atau AC pada dirinya sendiri bukan merupakan hal yang salah. Menurut Satwiko (2008:88), jika lingkungan luar suatu bangunan sudah tidak nyaman secara termal (tidak tersedia udara luar yang sehat, suhu udara luar melebihi 28°C, banyak bangunan sekitar yang menghalangi aliran udara horisontal, dan kebisingan sekitar yang tinggi), maka para perancang tidak usah takut untuk memakai AC. Hanya saja yang patut menjadi perhatian yaitu para perancang harus selalu memikirkan strategi dan cara-cara yang dapat membuat pemasangan AC itu lebih efisien dan efektif baik dalam hal biaya maupun perawatan.

Ada dua jenis sistem AC yaitu sistem *mixing*/konvensional dan sistem *displacement*. *Mixing AC* adalah sistem AC yang meletakkan pasokan

udaranya pada bagian atas ruang dan bekerja berdasarkan prinsip *turbulent jets*. *Displacement AC* atau *displacement ventilation (DV)* adalah sistem AC yang meletakkan *diffuser*nya pada area bawah (dinding dekat lantai atau di atas lantai yang ditinggikan). Prinsip kerja *displacement AC* berdasarkan efek dari *buoyancy* atau *stack effect*, dimana udara dingin akan berada dibawah sedangkan udara panas (dan juga polutan) akan terakumulasi pada bagian atas. Hal yang akan menjadi perhatian utama dalam penerapan sistem DV di suatu gedung yaitu bagaimana mengoptimalkan peletakan *diffuser* sehingga waktu dan sebaran penyejukan menjadi lebih cepat dan merata, serta ketidaknyamanan karena efek *draft cooling* dan gradien temperatur vertikal diminimalisir.

*Draft cooling* adalah penyejukan konvektif lokal yang tidak diinginkan pada bagian tubuh sebagai akibat dari pergerakan udara. Faktor utama yang mempengaruhi *draft effect* yaitu temperatur dan kecepatan udara, intensitas turbulensi, bagian tubuh yang terekspos dan nilai insulasi pakaian yang dikenakan serta kenyamanan termal ruang secara keseluruhan (Toftum, 2003). Penelitian oleh Yu dkk (2005), menemukan bahwa semakin rendah suhu dan semakin tinggi kecepatan udara maka semakin besar ketidakpuasan yang ditimbulkan oleh efek *draft cooling*. Sebagai contoh, mereka menemukan bahwa pada suhu 20°C dengan kecepatan udara <2 m/s maka persentase ketidakpuasan berkisar antara 20-

30%, sedangkan pada suhu 26°C persentase ketidakpuasan hanya berada pada 0-3,3%. Penemuan ini senada dengan yang ditemukan oleh Schiavon dkk (2014).

Gradien temperatur vertikal adalah perbedaan suhu antara suhu di bagian kaki dan di kepala. Semakin besar perbedaannya, maka semakin besar ketidaknyamanan yang ditimbulkan. Suhu gradien temperatur vertikal yang diijinkan yaitu  $< 3^{\circ}\text{C}$ . Yu dkk (2005), menemukan bahwa ketidakpuasan karena gradien temperatur vertikal hanya terjadi pada ruangan dengan suhu yang rendah ( $< 20^{\circ}\text{C}$ ).

Melihat hal tersebut di atas, maka merupakan tuntutan yang harus dipikirkan tentang bagaimana desain dan strategi penempatan *diffuser displacement AC* agar selain waktu dan sebaran penyejukannya lebih optimal juga efek *draft cooling* dan gradien temperatur vertikal bagi penghuni menjadi diminimalkan.

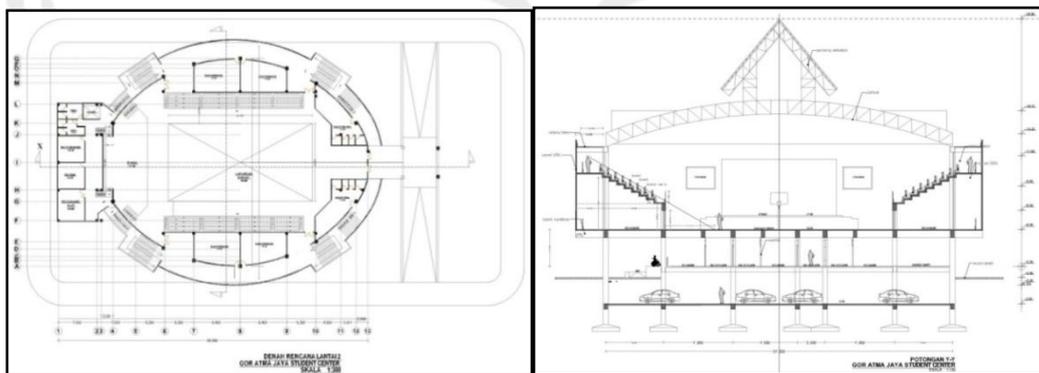
### **1.1.2 Latar belakang permasalahan**

Desain *Student Center UAJY* terletak di Kledokan, Caturtunggal, Sleman, D.I.Y. Gedung ini terintegrasi dengan beberapa fungsi dan fasilitas lain disekitarnya, diantaranya fakultas teknobiologi dan fakultas hukum, kantin dan asrama mahasiswa yang semuanya di desain dengan konsep

ruang terbuka yang nantinya digunakan sebagai taman, parkir, *boulevard* dan hutan biologi.

Fungsi pokok gedung ini yaitu sebagai *student center*, yang salah satu aktivitas utamanya yaitu untuk berolahraga. Selain itu ada juga beberapa fungsi sosial lain diantaranya sebagai tempat wisuda dan juga acara-acara seperti resepsi pernikahan dan pameran buku.

Ada dua bagian utama dari ruang ini yaitu tribun dan lapangan. Ketinggian tribun dari lapangan 6 m, dengan kemiringan 30°. Tinggi tribun atas ke langit-langit terdekat 2,76 m. Ukuran lapangan sebesar 26 m x 14 m, dengan jarak dari sisi luar lapangan ke sisi tribun bawah sebesar 2,765 m (lihat gambar 1.2).



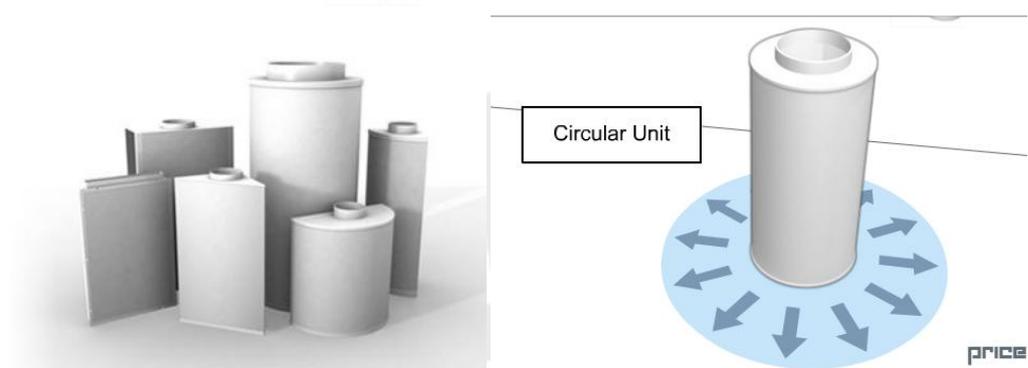
Gambar 1.2: Denah dan potongan ruang *student center* UAJY

Sumber: *DED* proyek (2014)

Permasalahan yang timbul dari ruangan ini dalam hubungan dengan penggunaan *AC displacement* yaitu menyangkut fungsi lapangan yang digunakan untuk beragam kegiatan dengan kriteria yang berbeda-beda, diantaranya olahraga, wisuda, pernikahan dan berbagai fungsi sosial lainnya. Jika digunakan untuk berolahraga maka area lapangan harus bebas dari halangan tabung *diffuser displacement*. Di lain pihak ketika digunakan untuk fungsi-fungsi sosial lainnya maka area lapangan harus membutuhkan kenyamanan termal yang baik. Hal ini jika di atasi dengan memakai sistem *mixing* maka akan sangat boros dalam hal waktu dan intensitas sebaran (plafon yang tinggi). Selain itu jika memakai sistem *displacement* yang *diffuser*nya diletakan secara permanen di area lapangan maka tabung *diffuser* akan sangat mengganggu jalannya aktivitas tersebut.

Untuk mengatasi hal tersebut di atas, maka dipakailah *portable diffuser* pada area lapangan. *Portable diffuser* adalah sistem *diffuser* yang dapat dipindah-pindahkan. Fungsi dari sistem ini selain sebagai *diffuser* juga dapat difungsikan untuk membentuk sebuah *path* atau jalur sirkulasi.

Tipe *portable diffuser* yang ada di pasaran berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan. Ada jenis *diffuser* bulat, sudut maupun *diffuser* dinding. Masing-masing memiliki area sebaran penyejukan yang berbeda-beda. Berikut yaitu beberapa tipe *diffuser* yang ada dipasaran, dari salah satu merek dagang (Halton):



Gambar 1.3: Beberapa contoh *diffuser* dan sebaran penyejukan

Sumber: *Price company*

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latarbelakang yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah yang diambil dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana sistem dan desain purwarupa *portable diffuser displacement AC* yang dapat mencegah *draft effect* dan gradien temperatur vertikal ruang ?
2. Bagaimana kebutuhan jumlah *diffuser displacement AC* dalam beragam volume ruang yang berbeda dan pola peletakannya dalam hubungan dengan efisiensi waktu dan sebaran penyejukan ?

### 1.3 Batasan Penelitian

Adapun batasan dari penelitian ini dibagi menjadi tiga lingkup yaitu substansial yang menyangkut tentang inti atau pokok penelitian, temporal menyangkut tentang waktu penelitian dan spasial menyangkut tentang tempat (ruang) penelitian. Berikut yaitu batasan-batasannya:

Tabel 1.1: Batasan-batasan penelitian

No	Substansial	Temporal	Spasial
1.	<i>Sport center</i>	5 bulan (September 2014-Januari 2015)	Ruang sederhana: 3m x3m x4 m, 6m x6m x4 m, 9m x9m x4 m, sampai 28m x28m x4 m.
2.	<i>Displacement AC</i>		
3.	<i>Portable diffuser displacement AC</i>		GOR <i>Student Center</i> Universitas Atma Jaya Yogyakarta
4.	Volume ruang		
5.	Sebaran dan waktu penyejukan		
6.	Jumlah <i>diffuser</i>		
7.	Pola peletakan <i>diffuser</i>		
8.	<i>Draft effect</i>		
9.	Gradien temperatur ruang.		
10.	<i>Optimum start</i>		

### 1.4 Keaslian Penelitian

Adapun keaslian penelitian yang dikemukakan dalam penelitian ini yaitu menemukan beberapa penelitian yang sama atau sejenis baik dalam hal pemilihan lokus yang sama dengan fokus yang berbeda maupun sebaliknya. Berikut merupakan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya:

Tabel 1.2: Tabel keaslian penelitian

<b>Nama Peneliti</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Lokus</b>	<b>Fokus</b>	<b>Metode Penelitian</b>
Stefano Schiavon, Donghyun Rim, Wilmer Pasut, William W Nazaroff. (2014)	<i>Sensation of draft at ankles for displacement ventilation and underfloor air distribution systems</i>	Ruang uji insulasi (5,5 m × 5,5 m × 2,5 m)	Evaluasi efek <i>draft cooling</i> terhadap pergelangan kaki yang terekspos	Eksperimen
K.W.D. Cheong, W.J. Yu, K.W. Tham, S.C. Sekhar, R. Kosonen. (2005)	<i>A study of perceived air quality and sick building syndrome in a field environment chamber served by displacement ventilation system in the tropics</i>	<i>Field Environment al Chamber</i> (11,12m x 7,53 m x 2,60 m)	Mengevaluasi pengaruh gradien temperatur dan suhu ruangan terhadap persepsi mengenai kualitas udara dan <i>Sick Building Syndrome</i>	Simulasi
K.W.D. Cheong, W.J. Yu, S.C. Sekhar, K.W. Tham, R. Kosonen (2005)	<i>Local thermal sensation and comfort study in a field environment chamber served by displacement ventilation system in the tropics</i>	<i>Field Environment al Chamber</i> (11,12m x 7,53 m x 2,60 m)	Menginvestigasi efek timbal balik dari lokal dan keseluruhan sensasi (dan kenyamanan) termal	Simulasi
W.J. Yu, K.W.D. Cheong, K.W. Tham, S.C. Sekhar, R. Kosonen (2005)	<i>Thermal effect of temperature gradient in a field environment chamber served by displacement ventilation system in the tropics</i>	<i>Field Environment al Chamber</i> di Universitas Nasional Singapura	Efek dari gradien temperatur terhadap kenyamanan	Eksperimen

Setelah melihat beberapa penelitian diatas, maka letak perbedaan dengan yang dilakukan oleh penulis yaitu pada pola peletakan *diffuser* dalam ruangan, beserta jumlah kebutuhan *diffuser* untuk beragam ukuran ruang. Selain itu perbedaan lainnya yaitubelum adanya penelitian tentang pengaruh dari desain *diffuser* terhadap *draft effect* dan gradien temperatur vertikal ruang.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian dibagi menjadi dua yaitu manfaat bagi ilmu pengetahuan dan bagi teknologi.

1. Bagi ilmu pengetahuan

Sebagai pegangan atau referensi bagi para mahasiswa atau praktisi dalam merancang.

2. Bagi teknologi

Memberi sumbangsih tentang bagaimana sistem dan desain purwarupa *portable diffuser displacement AC* dan kebutuhannya dalam beragam volume ruang yang berbeda serta pola peletakannya dalam ruang.

## 1.6 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk:

1. Mengetahui sistem dan desain purwarupa *portable diffuser displacement AC* yang dapat mencegah *draft effect* dan gradien temperatur vertikal ruang.
2. Mengetahui kebutuhan jumlah *diffuser displacement AC* dalam beragam volume ruang yang berbeda dan pola peletakannya dalam hubungan dengan efisiensi waktu dan sebaran penyejukan.

## 1.7 Sistematika Penelitian

**BAB I : Pendahuluan**, berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, keaslian penelitian, manfaat penelitian, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian

**BAB II : Tinjauan pustaka**, berisi tentang kenyamanan termal ruang di iklim tropis, angin dan perilakunya, *displacement AC*, *computational fluid dynamics*, *SketchUp*.

**BAB III : Metodologi Penelitian**, berisi tentang deskripsi objek studi, alat penelitian, langkah penelitian, parameter simulasi, metode penarikan kesimpulan, dan jadwal penelitian.

**BAB IV : Hasil dan Pembahasan Model Uji** berisi tentang penentuan desain *diffuser*, penentuan jumlah kebutuhan *diffuser* untuk beragam ukuran ruang, pola peletakan *diffuser*, kesimpulan model uji, dan aplikasi pada desain.

**BAB V : Hasil dan Pembahasan Studi Kasus**, berisi tentang sebaran dan waktu penyejukan, gradien temperatur vertikal ruang, dan kecepatan udara ruang.

**BAB V : Kesimpulan dan Saran**, berisi tentang temuan mengenai desain purwarupa *portable diffuser displacement AC*, kebutuhan jumlah *diffuser* dalam ruang dan pola peletakan *diffuser* dalam ruang.