

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Percepatan industrialisme dan konsumsi energi sejak revolusi industri menjadi penyebab memburuknya kualitas lingkungan hidup sehingga menciptakan fenomena pemanasan global. Menurut data dari *United Nations Environment Programme* (UNEP), konsumsi energi bangunan menyumbang 40% dari penggunaan energi global, menghasilkan 30% dari efek gas rumah kaca global. Angka ini diprediksi akan terus bertambah seiring masifnya aktivitas pembangunan, terutama pada gedung perkantoran. Menurut Karyono (2000) bangunan yang baik harus memenuhi tiga unsur, antara lain: (1) Bangunan merupakan produk dari sebuah seni; (2) Bangunan harus memberikan kenyamanan fisik maupun psikologis kepada penghuni; (3) Bangunan harus hemat energi. Unsur kenyamanan dan bangunan hemat energi merupakan usaha kompromi terhadap kebutuhan hidup manusia dengan kepentingan pelestarian lingkungan hidup. Hal ini menumbuhkan sebuah kesadaran mengenai pentingnya desain arsitektur yang merujuk pada kondisi iklim setempat (Krishan et. Al., 2001).

Berdasarkan data dari *World Meteorologi Organization* (WMO), tahun 2023 merupakan tahun terpanas di Dunia peringkat ke 6 dan tahun 2015-2023 menjadi 8 tahun terpanas. Di Indonesia kondisi ini menjadi pemicu mencairnya salju abadi di Puncak Jaya Papua dengan lebih cepat. Selain itu perubahan iklim juga berdampak pada keberadaan pulau-pulau kecil di Indonesia terancam tenggelam akibat mencairnya es di kutub sehingga volume air laut bertambah. Perubahan iklim juga menyebabkan maraknya kejadian kekeringan dan banjir di Indonesia dengan frekuensi dan intensitas yang lebih tinggi. Dampak yang ditimbulkan dari perubahan iklim ekstrim ini membawa kerugian besar dalam kehidupan alam semesta beserta isinya. Dengan kondisi iklim di wilayah Kota Tegal yang beriklim tropis, dengan sifat lembab dan panas maka dapat berpengaruh pada kenyamanan masyarakat. Menurut World Health Organisation (WHO), permasalahan lingkungan khususnya pemanasan global menjadi permasalahan yang mencuat akhir-akhir ini. Peningkatan suhu bumi menyebabkan peningkatan konsumsi energi untuk memenuhi kenyamanan termal manusia. Berdasarkan data konsumsi energi berdasarkan jenisnya pada tahun 2019, pengeluaran energi Listrik menempati urutan ke-3 yaitu sebesar 16% dari total kebutuhan energi saat ini. Sementara itu, melalui Kebijakan Energi Nasional (KEN), pemerintah berkomitmen untuk mengurangi emisi

gas rumah kaca melalui penggunaan energi baru dan terbarukan (Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, 2021).

Di Indonesia, Hermanto (2005) mengatakan bahwa sekitar 60% konsumsi Listrik gedung perkantoran digunakan untuk memasok energi mesin AC. Menurut Benchmarking, hasil survei konsumsi energi yang dilakukan pada bangunan komersial, alat yang membutuhkan energi paling besar adalah pendingin ruangan, dengan rata-rata penggunaan energi diatas 62%. Dengan demikian, hal tersebut juga dapat menyebabkan adanya fenomena *sick building syndrome*.

World Health Organization (WHO) memperkirakan hingga 30% bangunan baru dan bangunan yang telah direnovasi dapat meningkatkan terjadinya SBS. Dimana fenomena tersebut terkait dengan kualitas udara di dalam ruangan yang buruk. Studi komprehensif dilakukan di Inggris pada 4.374 orang kantoran di 42 bangunan didapatkan 29% dari pekerja mengalami lima atau lebih gejala SBS. Penelitian yang dilakukan oleh Woods pada 600 pekerja kantor di Amerika Serikat menyimpulkan bahwa 20% dari pekerja mengalami gejala SBS dan sebagian besar dari mereka yakin bahwa gangguan yang ditimbulkan dapat mengurangi efisiensi kerja. Selain itu, sebuah penelitian pada 1390 pekerja di lima bangunan di Kanada menunjukkan bahwa 50% pekerja mengalami SBS (Rizqiyah et al, 2018).

United States Environmental Protection Agency (US EPA) menyatakan bahwa buruknya kualitas udara dalam ruangan merupakan salah satu dari lima masalah kesehatan akibat kondisi lingkungan yang tidak sehat. Diperkirakan terjadi sekitar tiga juta kematian setiap tahun akibat polusi udara dan sekitar 400-500 juta orang terutama di negara berkembang mengalami masalah polusi udara dalam ruangan dan sebanyak 80-90% pekerja melakukan aktivitas kerja di dalam ruangan gedung kantor yang bertingkat maupun tidak bertingkat. Pekerja yang bekerja di dalam gedung memiliki risiko untuk terpapar bahan polutan akibat sirkulasi udara yang buruk. Dengan demikian, para ahli menyimpulkan bahwa pekerja yang bekerja di dalam ruangan gedung lebih berisiko mengalami gangguan atau gejala kesehatan akibat kualitas udara di dalam ruangan yang kurang baik. Gangguan kesehatan tersebut apabila tidak segera ditindaklanjuti akan menyebabkan kerugian finansial, mengganggu kenyamanan, serta menurunkan produktivitas kerja (Mawarni et al., 2021).

Survei menemukan bahwa sebanyak 8.000 hingga 18.000 kasus SBS terjadi setiap tahunnya di Amerika Serikat, sedangkan berdasarkan studi literatur ditemukan bahwa

sejak tahun 1970-an, SBS telah menjadi penyakit bangunan terutama di kantor dan sekolah dengan parameter fisik, biologis, kimia, psikososial, dan kondisi individu sebagai kontributor utama penyebab timbulnya SBS (Mawarni et al., 2021).

Di Indonesia, Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI) telah melakukan penelitian pada tahun 2008. Penelitian dilakukan di 18 perusahaan yang berada di DKI Jakarta dan Surabaya. Penelitian dilakukan terhadap 350 pegawai. Hasil pada penelitian tersebut terdapat 50% dari pegawai tersebut mengalami gejala SBS (Karlina et al, 2021).

Perkembangan industri dan perkantoran harus didukung dengan lingkungan yang memadai. Lingkungan kerja terdiri dari lingkungan fisik, biologi, dan kimia. Lingkungan kerja berhubungan dan mempengaruhi pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Selain itu faktor lingkungan dapat berpengaruh terhadap status kesehatan bagi pekerja di dalamnya, baik itu kesehatan fisik maupun psikis. Lingkungan kerja juga berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas kerja para pegawai. Menurut survey yang dilakukan oleh EPA tahun 2007, mengungkapkan bahwa 80-90% waktu manusia dilakukan di dalam ruangan. Sekitar 400 hingga 500 juta orang menghadapi masalah polusi udara di dalam ruangan dengan perkiraan terjadi kematian 3 juta akibat polusi udara, dimana 2,8 juta akibat polusi udara dalam ruang dan 0,2 juta akibat polusi udara luar ruangan. *Sick Building Syndrome* merupakan sebuah fenomena yang dapat membuat pengguna bangunan mengalami gejala kesehatan. Apabila fenomena tersebut terjadi pada bangunan perkantoran maka akan menimbulkan gejala kesehatan yang mempengaruhi sebagian pekerja kantor dalam suatu bangunan selama mereka berada di dalam bangunan ber AC tersebut (Iskandar, 2007). WHO berpendapat bahwa 20 % penghuni bangunan memiliki keluhan lebih dari satu gejala fisik yang muncul ketika memasuki bangunan tempat kerja dan gejala tersebut diduga berpengaruh terhadap kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS). Gejala yang ditimbulkan awalnya tidak spesifik, seperti; sakit tenggorokan, badan cepat letih, sering pusing, dan iritasi mata, seperti sakit kepala, kulit terasa kering serta batuk kering yang tidak kunjung sembuh. Keluhan utama yang yang ditimbulkan dari pencemar udara dalam ruangan itu bisa seperti mata merah, perut kembung, migrain, dan mata berair, pilek, sulit konsentrasi, sesak napas, batuk, mual. Rentetan gejala itu bisa jadi merupakan indikator bahwa ruangan kerja anda tidak sehat. Permasalahan *Sick Building Syndrome* mulai mendapat perhatian khusus pada 1970-an, yaitu pada saat makin meningkatnya penggunaan alat-alat elektronik di kantor dan pabrik-pabrik. Pada saat itu banyak karyawan mengeluhkan tentang kondisi kesehatan mereka yang kemudian

dihubungkan dengan lama waktu mereka berada di dalam gedung. Sebagian besar keluhan kesehatan mereka hilang setelah berada di luar gedung dalam waktu tertentu. Oleh karena itu, dengan adanya fenomena perubahan iklim global dan juga menurunnya kualitas lingkungan hidup yang diakibatkan oleh pertumbuhan dan percepatan industrialisme dan konsumsi energi yang menyebabkan gejala *sick building syndrome* pada bangunan perkantoran, maka dapat diatasi salah satunya adalah dengan menerapkan prinsip desain arsitektur berbasis kondisi iklim setempat atau yang biasa disebut dengan prinsip desain arsitektur bioklimatik (Krishan et. al, 2001). Hal ini juga disampaikan oleh Roaf (2003) bahwa terdapat 4 (empat) latar belakang pentingnya pemanfaatan desain Bioklimatik: (1) Tingkat perubahan dalam tingkat variabilitas iklim dan modifikasi meningkat, membutuhkan adaptasi manusia dengan kondisi iklim dunia; (2) Cara mendasar untuk adaptasi dalam lingkungan binaan ini adalah penerapan metode yang lebih efektif untuk bangunan yaitu pendingin pasif; (3) Sistem pengkondisian udara semakin dipandang sebagai bagian dari masalah perubahan iklim, tidak seimbang antara jumlah bahan bakar fosil yang digunakan di dunia dan jumlah bahan bakar fosil yang semakin berkurang yang tersedia; (4) Sangat penting untuk membuat pendekatan pembangunan 'vernakular' yang baru, yang sesuai dengan kebutuhan manusia dan lingkungan.

Masalah bioklimatik dalam bangunan diidentifikasi pertama kali oleh Olgyay pada tahun 1950-an dan dikembangkan sebagai proses desain pada tahun 1960-an Olgyay (1963). Proses desain menyatukan disiplin ilmu fisiologi manusia, klimatologi dan fisika bangunan Szokolay (2004). Selama beberapa tahun terakhir telah dipandang sebagai landasan untuk mencapai bangunan yang lebih berkelanjutan Szokolay (2004). Dengan demikian, berdasarkan penjelasan di atas perlu dilakukan evaluasi desain terhadap fenomena *sick building syndrome* pada Gedung Dinas Tenaga Kerja dan Perindustrian Kota Tegal dengan menggunakan simulasi CFD Autodesk. *Computational Fluid Dynamics* atau biasa disingkat CFD, adalah cabang mekanika fluida yang menggunakan metode numerik dan algoritma untuk memecahkan dan menganalisa masalah yang melibatkan aliran fluida (Khalid Setia, et al, 2014). Dengan menggunakan CFD akan memberikan potensi aliran udara yang terjadi di sebuah bangunan. Dalam penelitian ini CFD digunakan untuk mendapatkan profil kecepatan angin pada bangunan sehingga dapat diketahui nilai dari kenyamanan bangunan sebagai faktor dari adanya gejala *sick building syndrome*.

1.2. Rumusan Studi

Berdasar pada latar belakang yang telah diuraikan, berikut adalah rumusan studi dalam evaluasi ini :

1. Apakah desain bangunan berpengaruh terhadap fenomena *sick building syndrome*?
2. Bagaimanakah cara mengevaluasi desain bangunan dengan standar yang sudah ada?
3. Penerapan desain fasad seperti apakah yang dapat meminimalisir terjadinya *sick building syndrome*?

1.3. Tujuan

Tujuan dari evaluasi desain bangunan terhadap fenomena *sick building syndrome* diantaranya adalah :

1. Mengetahui pengaruh desain bangunan terhadap fenomena *sick building syndrome*.
2. Memberikan rekomendasi desain bangunan yang mengacu pada prinsip-prinsip Arsitektur Bioklimatik dengan pendekatan Simulasi CFD.

1.4. Manfaat

Hasil evaluasi ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi Program Studi Teknik Infrastruktur Sipil dan Perancangan Arsitektur
Sebagai referensi untuk studi evaluasi desain bangunan terhadap fenomena *sick building syndrome*.
2. Bagi pengelola Dinas Tenaga Kerja dan Perindustrian Kota Tegal
Menjadi referensi/rekomendasi/masukan bagi pengelola Dinas Tenaga Kerja dan Perindustrian Kota Tegal untuk mencegah terjadinya fenomena *sick building syndrome* yang disebabkan karena desain bangunan.
3. Bagi Masyarakat
Memberikan pengetahuan fungsi dan hubungan antara desain dengan kesehatan melalui evaluasi desain bangunan terhadap fenomena *sick building syndrome*.

1.5. Batasan Studi

Batasan studi yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Objek evaluasi adalah Kantor Dinas Tenaga Kerja dan Perindustrian Kota Tegal.
2. Parameter fenomena *sick building syndrome* mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002.

3. Parameter ventilasi udara mengacu pada SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung.
4. Parameter kenyamanan termal mengacu pada ASHRAE 55-2020.

1.6. Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan bertujuan untuk mempermudah pemahaman dan penelaahan penelitian. Dalam laporan penelitian ini, sistematika penulisan terdiri atas lima bab, masing-masing uraian yang secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini merupakan pendahuluan yang materinya Sebagian besar menyempurnakan usulan penelitian yang berisikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan studi, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menguraikan teori-teori yang mendasari pembahasan secara terperinci yang memuat tentang kualitas udara dan kesehatan, pengertian *sick building syndrome*, sistem ventilasi, polusi udara dalam ruangan, teknologi *eco-cooler* yang dapat meningkatkan kenyamanan termal pengguna melalui fungsinya untuk menangkap angin, pengertian *sustainable architecture*, dan macam-macam simulasi CFD.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisikan pengembangan metodologi yang terdiri dari kerangka pemikiran, sumber data dan jenis data, serta pendekatan yang digunakan untuk menganalisis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menguraikan gambaran umum dan kondisi bangunan, serta hasil pengujian kenyamanan termal dengan tools CBE dan simulasi dengan software Autodesk CFD.

BAB V PENUTUP

Dalam bab ini berisikan tentang kesimpulan dari serangkaian analisis dan simulasi yang telah dilakukan, serta saran-saran dan rekomendasi desain pada bangunan.