

Evaluasi Keyamanan Termal Ruang Produksi Di Serambi Indonesia Daily

Fajar Pramono¹⁾, Adi Safyan²⁾, Yenny Novianti³⁾

^{1, 2, 3)} Prodi Arsitektur, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh,
Jl. Samudera 1, Lancang Garam, Banda Sakti, Kota Lhokseumawe

Email: fajar.190160040@mhs.unimal.ac.id

(Received: 11 Oktober 2023 / Revised: 28 Oktober 2023 / Accepted: 02 November 2023)

Abstrak

Kenyamanan termal di ruang produksi Serambi Indonesia Daily memiliki dampak signifikan terhadap produktivitas kerja, terutama karena panas yang dihasilkan oleh mesin-mesin industri. Minimnya bukaan serta karakteristik iklim Lhokseumawe, juga berkontribusi terhadap kenyamanan termal ruang. Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kenyamanan termal ruang menggunakan standar ASHRAE melalui skala PMV (*Predicted Mean Vote*) dan PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). Penelitian ini menerapkan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan evaluatif dengan penggunaan software CBE *Thermal Comfort Tool* untuk menganalisis data. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai PMV berkisar 1,98 yang dalam indeks pmv termasuk dalam kategori "Hangat," dengan nilai PPD sekitar 75%. Hasil wawancara juga menunjukkan lebih dari 20% karyawan merasa tidak nyaman. Berdasarkan PMV, PPD, dan hasil wawancara dapat disimpulkan bahwa kondisi kenyamanan termal di ruang percetakan Serambi Indonesia Daily tidak nyaman. Oleh karena itu, perlu mengoptimalkan solusi mekanis dengan menggunakan sistem penghawaan buatan untuk meningkatkan sirkulasi udara.

Kata kunci: *Kenyamanan Termal, Ruang Produksi, PMV, PPD*

Abstract

Thermal comfort in the Serambi Indonesia Daily production room has a significant impact on work productivity, especially due to the heat generated by industrial machines. The lack of openings and the characteristics of the Lhokseumawe climate also contribute to the thermal comfort of the space. The research aims to evaluate the level of room thermal comfort using ASHRAE standards through the PMV (*Predicted Mean Vote*) and PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) scales. This research applies quantitative methods with a descriptive and evaluative approach using CBE *Thermal Comfort Tool* software to analyze data. The analysis results show that the PMV value is around 1.98, which in the PMV index is included in the "Warm" category, with a PPD value of around 75%. Interview results also showed that more than 20% of employees felt uncomfortable. Based on PMV, PPD, and interview results, it can be concluded that the thermal comfort conditions in the Serambi Indonesia Daily production room are not comfortable. Therefore, it is necessary to optimize mechanical solutions by using artificial ventilation systems to increase air circulation.

Keywords: *Thermal Comfort, Production Room, PMV, PPD*

1. Latar Belakang

Kenyamanan termal dikenal sebagai ekspresi kenyamanan seorang individu terhadap lingkungan termis yang dirasakannya (ASHRAE-55,2017). Kondisi iklim, lingkungan sekitarnya, desain bangunan, dan bagaimana individu menunjukkan tingkat kenyamanan lingkungan, sangat berpengaruh pada persepsi tingkat kenyamanan termal pada individu. Menurut Fanger (1982) kenyamanan termal mengacu pada tingkat metabolisme manusia yang dipengaruhi oleh kegiatan, insulasi pakaian yaitu cara berpakaian ditambah dengan variabel iklim yaitu temperatur udara, kelembaban, kecepatan angin dan temperatur radiasi. Berdasarkan SNI 03-6390-2011 dalam konteks perencanaan teknis konservasi energi pada bangunan, suhu yang dianggap nyaman dibagi menjadi tiga kategori. Suhu yang terasa sejuk dan nyaman berkisar antara 20,5°C hingga 22,8°C, sedangkan kenyamanan optimal berada dalam rentang suhu 22,8°C hingga 25,8°C. Suhu yang dianggap nyaman dalam kondisi hangat berkisar antara 25,8°C hingga 27,1°C. Ketika kenyamanan termal ruangan melewati batas normal, hal tersebut akan menyebabkan perasaan tidak nyaman, baik dari segi fisik hingga mental, sehingga berpotensi memicu persepsi dan perilaku yang tidak diinginkan.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29 Tahun 2006 mensyaratkan beberapa kriteria kenyamanan suatu gedung, di antaranya adalah kenyamanan ruang gerak, kenyamanan termal, kenyamanan visual dan kenyamanan audial. Faktor eksternal dan internal sebagai indikator kenyamanan termal dinilai menjadi hal yang penting ketika membahas tingkat kenyamanan gedung.

Serambi Indonesia Daily merupakan pabrik industri yang memproduksi koran di kota Lhokseumawe. Berdasarkan pengamatan dan wawancara yang telah dilakukan, terdapat beberapa proses atau bagian meliputi redaksional dimana didalamnya terdapat wartawan, redaktur dan *layout*, serta proses percetakan dimana koran akan dicetak setelah melalui proses *layout*. Proses produksi di Serambi Indonesia Daily memiliki risiko panas yang berasal dari peralatan mesin dalam bangunan. Dalam melakukan proses produksi, perusahaan ini menggunakan mesin didalam ruangan tertutup, seluruh atap gedung bermaterialkan asbes, serta minimnya ventilasi udara pada bangunan yang dimana hal tersebut akan mempengaruhi kondisi lingkungan kerja. Isu tersebut menjadi landasan bagi peneliti untuk melakukan evaluasi terhadap standar tentang “Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Produksi Di Serambi Indonesia Daily Lhokseumawe”.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi serta menganalisis kesesuaian kenyamanan termal di ruang pabrik, khususnya ruang produksi di PT Serambi Indonesia Daily dengan standar kenyamanan termal yang ada. Oleh karena itu, metode umum dan pendekatan penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif evaluatif dengan pendekatan kuantitatif dimana melibatkan pengumpulan data melalui penggunaan perangkat seperti Anemometer dan *Environment Meter*, yang kemudian diinterpretasikan dengan merujuk pada teori-teori. Data lapangan yang diperoleh melalui pengukuran unsur-unsur kenyamanan termal kemudian digunakan untuk membuat perbandingan antara suhu yang nyaman, suhu yang sedang, dan suhu yang tidak nyaman sesuai dengan indeks kenyamanan termal ASHRAE 55-2017. Data terkait waktu, suhu, kelembaban udara, dan kecepatan angin yang diperoleh di lapangan diproses untuk

menghasilkan grafik yang mencerminkan indeks nilai terhadap kondisi kenyamanan termal. Hasil data dari pengukuran unsur-unsur kenyamanan termal ini kemudian akan dianalisis secara statistik untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel-variabel tersebut.

2.1 Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal merupakan kondisi pikiran yang mencerminkan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termal di sekitarnya. Kondisi ini dipengaruhi oleh variasi yang signifikan baik secara fisikologis maupun psikologis antara individu-individu, (ASHRAE, 2017). Terdapat beberapa variabel yang menjadi indikator dalam menilai kenyamanan termal, baik dari segi lingkungan fisik (eksternal) maupun aspek personal (internal). Faktor lingkungan mencakup suhu udara, suhu radiasi, kecepatan udara, dan kelembaban. Sementara itu, faktor personal meliputi insulasi pakaian dan tingkat metabolisme.

a. Temperatur udara

Temperatur udara di lingkungan sekitar berpengaruh pada pertukaran panas antara permukaan kulit tubuh dan udara. Ketika temperatur udara lebih rendah dari suhu tubuh, tubuh akan melepaskan panas, dan ketika temperatur udara lebih tinggi, tubuh akan menerima panas.

b. Temperatur radiasi

Temperatur radiasi adalah temperatur yang disebabkan karena panas yang ditimbulkan oleh radiasi (Sugini, 2014). Untuk ruang luar, temperatur radiasi akan bersumber pada radiasi matahari.

c. Kecepatan angin

Kecepatan angin adalah kecepatan aliran udara yang bergerak secara mendatar atau horizontal pada ketinggian dua meter di atas tanah. Pada wilayah iklim tropis lembab, angin cenderung lebih sedikit, dengan hanya beberapa hembusan yang kuat terjadi di siang hari atau selama musim peralihan.

d. Kelembaban udara

Kelembaban udara relatif di dalam sebuah ruangan adalah perbandingan antara konsentrasi uap air yang ada di udara dalam ruangan tersebut dengan konsentrasi uap air maksimum yang dapat ditampung oleh udara pada suhu yang sama.

e. Metabolisme

Produksi panas tubuh terjadi sebagai hasil dari proses metabolisme, di mana energi kimia dari makanan diubah menjadi energi mekanik yang digunakan tubuh untuk melakukan fungsi tertentu. Produksi panas dalam tubuh akan meningkat seiring dengan metabolisme yang lebih tinggi dan cepat (Moore, 1993 dalam Sugini, 2014).

f. Insulasi Pakaian

Jenis pakaian yang dipilih memiliki dampak yang signifikan pada kenyamanan termal seseorang di dalam ruangan. Pakaian tersebut memengaruhi sejauh mana panas tubuh dilepaskan.

2.2 Standar Kenyamanan Termal

Standar kenyamanan termal untuk bangunan di daerah beriklim tropis dengan penghawaan alami atau ventilasi telah ditetapkan dalam ASHRAE Standard 55-2017, yang menyatakan bahwa rentang suhu yang dianggap nyaman adalah antara 23°C hingga 26°C, dengan tingkat kelembaban relatif sebesar 40% hingga 60%.

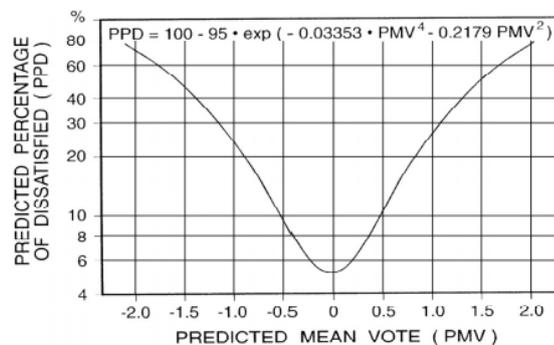
Adapun menurut BSN (2001) dalam SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung, terdapat tiga batas kenyamanan termal yang nyaman untuk orang Indonesia. Rincian batas-batas kenyamanan termal tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Batas kenyamanan termal

Kondisi	Temperatur Efektif (TE)	Kelembapan (RH)
Sejuk Nyaman	20,5°C – 22,8°C	50%
Ambang Batas	24°C	80%
Nyaman Optimal	22,8°C – 25,8°C	70%
Ambang Batas	28°C	
Hangat Nyaman	25,8°C – 27,1°C	60%
Ambang Batas	31°C	

2.3 Indeks Kenyamanan Termal

Indeks kenyamanan termal merupakan indikator yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi termal lingkungan. Indikator dihasilkan dengan menggabungkan beberapa parameter yang telah diuji untuk menentukan tingkat kenyamanan termal secara matematis. (Sugini, 2014). Indeks kenyamanan termal PMV (*Predicted Mean Vote*) akan digunakan dalam penelitian ini. Indeks ini memiliki skala -3 hingga +3 untuk menunjukkan tingkat dingin dan panas berdasarkan persepsi manusia. Perbedaan individu dihubungkan dengan PMV dan PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*), yang memperkirakan persentase ketidakpuasan.



Gambar 1 PMV dan PPD

Namun, dalam praktiknya, sebagian besar bangunan jarang mampu mencapai tingkat kepuasan sebesar 90%, dan biasanya mencapai sekitar 80%. Oleh karena itu, untuk menentukan tingkat kenyamanan termal secara akurat, perlu dilakukan pengukuran parameter lingkungan.

2.4 Metode Pengumpulan Data

Ada dua teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan informasi pada penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama selama

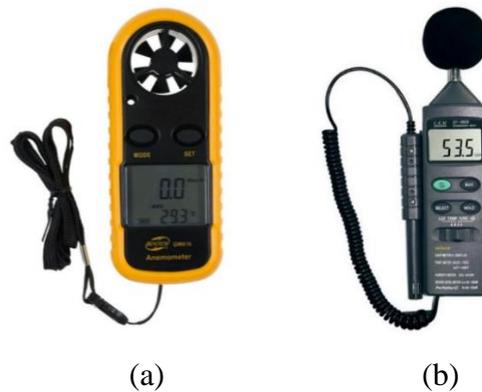
penelitian, yaitu dengan pengamatan, pengukuran, dokumentasi dan wawancara. Data sekunder merupakan data penelitian yang didapat melalui studi literatur.

Tabel 2 Metode pengumpulan data

Obyek Penelitian	Data	Metode	Instrumen Penelitian
Indikator Kenyamanan Termal	Temperatur Udara	Pengukuran	<i>Environment Meter</i>
	Kelembaban Udara	Pengukuran	<i>Environment Meter</i>
	Kecepatan Angin	Pengukuran	Anemometer
	Insulasi Pakaian	Pengamatan dan Dokumentasi	Kamera HP
	Nilai Metabolisme	Pengamatan dan Dokumentasi	Kamera HP

Pengukuran dilaksanakan selama 30 hari yaitu pada tanggal 10 Juni hingga 10 Juli dengan menyesuaikan waktu kerja pabrik yakni sesi 1,2 dan 3 dengan interval waktu pengukuran 3 menit pada setiap titik. Nilai rata-rata secara keseluruhan akan digunakan sebagai sumber data.

Alat-alat yang digunakan sebagai berikut:



(a) Anemometer , (b) *Environment Meter*

Gambar 2 Alat-alat penelitian

Adapun wawancara penelitian dilakukan dengan mengumpulkan pendapat para karyawan melalui pertanyaan tentang tingkat sensasi kenyamanan termal ruang. Pilihan jawaban terdiri dari 7 kategori yang mencakup tingkat sensasi termal, yaitu sensasi dingin (-3), sedikit sejuk (-2), agak sejuk (-1), netral (0), agak hangat (+1), hangat (+2), dan panas (+3).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum

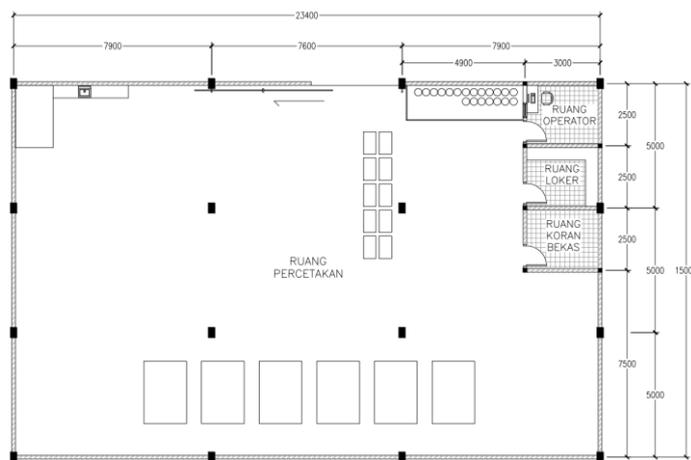
Pabrik koran Serambi Indonesia Daily Biro Lhokseumawe berlokasi di Desa Meunasah Masjid, Cunda, Jl. Medan Banda Aceh, Kecamatan Muara Dua, Aceh.

Secara keseluruhan, bangunan Serambi Indonesia Daily Biro Lhokseumawe ini menghadap ke Timur dan memiliki dua jenis fungsi bangunan yakni bangunan kantor dan bangunan pabrik. Di bagian kantor, terdapat beberapa ruangan seperti ruang psdm, ruang tamu, mushola, ruang redaksi, ruang kepala biro, dan ruang sirkulasi ekspedisi. Sementara itu, di bagian pabrik, terdapat ruang kertas, ruang pra-cetak, gudang bahan baku, ruang genset, ruang operator, ruang loker, ruang koran bekas, dan ruang percetakan yang menjadi objek penelitian ini.



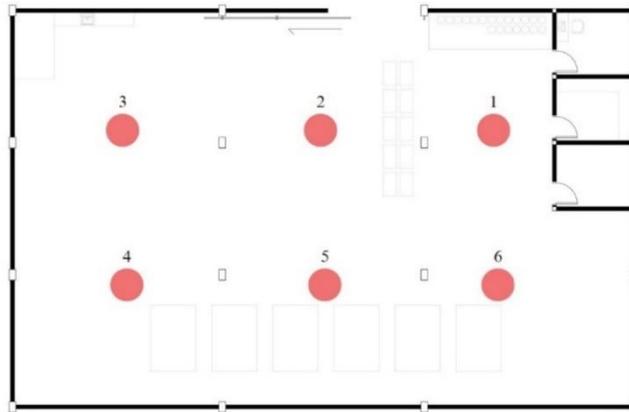
Gambar 3 Kondisi ruang percetakan Serambi Indonesia Daily

Analisis kenyamanan termal dilakukan melalui dua pendekatan yang berbeda. Pendekatan fisik digunakan untuk secara obyektif menilai tingkat kenyamanan termal di ruang pabrik (Putera, 2020). Metode yang digunakan adalah *Predicted Percentage Dissatisfied* dan *Predicted Mean Vote*, sebagaimana dijelaskan dalam ASHRAE Standar 55-2017 mengenai kondisi termal lingkungan untuk manusia dan SNI 03-6572-2001 yang mengatur perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara dalam bangunan gedung. Di sisi lain, pendekatan psikologis digunakan untuk mengevaluasi persepsi karyawan terhadap kenyamanan termal melalui survei kepuasan mereka terhadap kondisi termal di ruangan.



Gambar 4 Denah ruang percetakan

Pengukuran dilakukan pada 6 titik, dimana masing-masing titik merupakan area yang banyak digunakan oleh pengguna ruang. Adapun variabel yang diukur pada titik ini adalah temperatur udara, kelembaban udara dan kecepatan angin.



Gambar 5 Titik pengukuran

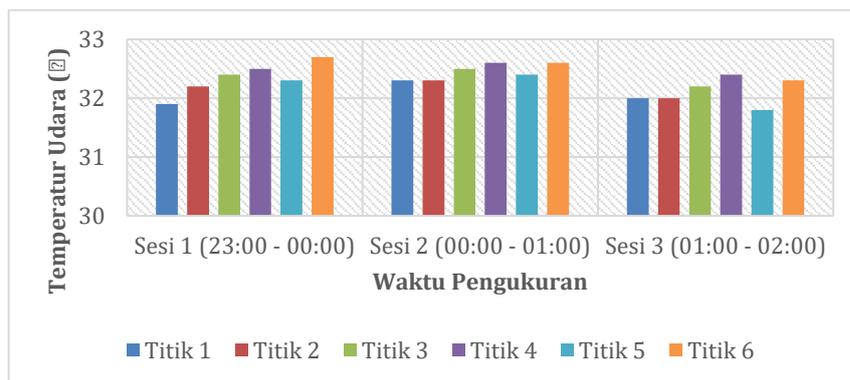
Perbedaan titik pengukuran didasari atas perbedaan nilai MET aktivitas karyawan di dalam ruang. Titik 1,2 dan 3 dengan aktivitas mengangkat/mengemas lalu pada titik 4,5 dan 6 dengan aktivitas pekerjaan mesin.

3.2 Analisis Data Parameter Kenyamanan termal

Data yang dianalisis berdasarkan ASHRAE Standart 55-2017 adalah kecepatan angin, temperatur udara, kelembaban udara serta insulasi pakaian dan nilai metabolisme. Waktu pengukuran menyesuaikan sesi kerja percetakan yakni sesi 1 pada pukul 23:00 - 00:00, lalu pada sesi 2 pada pukul 00:00 – 01:00, dan pada sesi 3 pada pukul 01:00 – 02:00.

3.2.1 Temperatur Udara

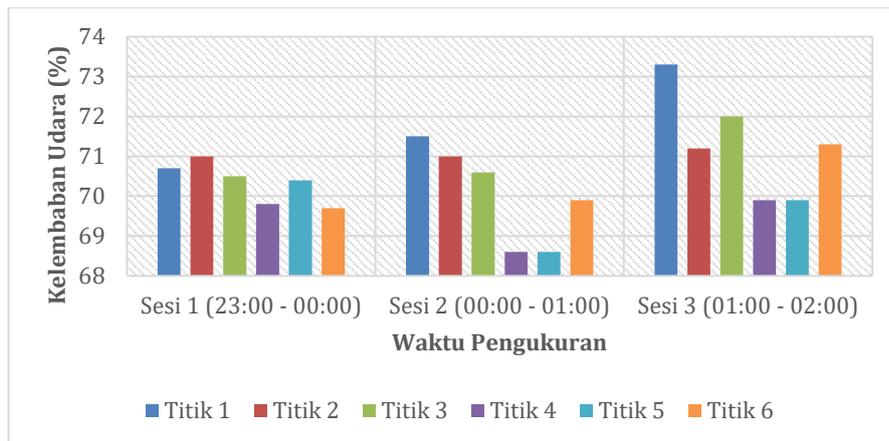
Pada sesi 1, Suhu rata-rata keseluruhan di titik 1 adalah 32,3°C. Lalu pada sesi 2 menampilkan grafik yang relatif serupa dengan sesi pertama, rata-rata suhu udara ruang percetakan pada sesi 2 mengalami peningkatan, yakni mencapai 32,4°C. Adapun pada sesi 3, rata-rata suhu udara ruang percetakan pada sesi 3 mengalami penurunan menjadi 32,1°C.



Gambar 6 Data pengukuran temperatur udara

3.2.2 Kelembaban Udara

Temperatur dan kelembaban udara memiliki pola yang berbanding terbalik atau bertolak belakang satu sama lain, dimana tingkat kelembaban udara akan menurun jika temperature udara meningkat, dan sebaliknya.



Gambar 7 Data pengukuran kelembaban udara

Pada sesi pertama rata-rata keseluruhan sesi 1 sebesar 70,4% dengan temperatur udara 32,3°C. Adapun pada sesi 2, rata-rata keseluruhannya adalah sebesar 70,3% dengan temperatur udara 32.4°C. Lalu pada sesi 3, rata-rata keseluruhan sebesar 71,7% dengan temperatur udara 32.1°C.

3.2.3 Kecepatan Angin

Angin dalam ruangan diperoleh melalui penggunaan kipas, peneliti berasumsi bahwa jarak antara kipas angin ke titik pengukuran mempengaruhi intensitas hembusan angin yang diterima.



Gambar 8 Data pengukuran kecepatan angin

Menurut temuan dari hasil pengukuran kecepatan angin yang telah dilakukan, titik pengukuran 1,2,3,4 dan 6 memiliki rata-rata keseluruhan sebesar 0 m/s, sementara itu pada titik 5 kecepatan angin secara keseluruhan memiliki rata-rata mencapai 0,7 m/s.

3.2.4 Nilai Insulasi Pakaian dan Metabolisme

Insulasi pakaian yang dikenakan oleh karyawan diperoleh melalui pengamatan langsung di dalam ruangan, dimana pakaian yang digunakan diidentifikasi dengan mengamati jenisnya secara visual.

Tabel 3 Nilai insulasi pakaian

No	Jenis Pakaian	Clo	Sumber
1	Pakaian Dalam	0,04	
2	Baju Kemeja Lengan Pendek	0,19	
3	Celana Panjang Tebal	0,24	
4	Kaos Kaki	0,03	ASHRAE 55-2017
5	Sepatu	0,02	Dan
Jumlah nilai clo setiap jenis pakaian		0,52	SNI 03-6572-2001
Total Nilai clo = (0,727 x (0,52) + 0,113		0,49	

Langkah berikutnya adalah membandingkan hasil temuan dengan peraturan yang mengatur tingkat insulasi yang harus diikuti oleh pakaian.

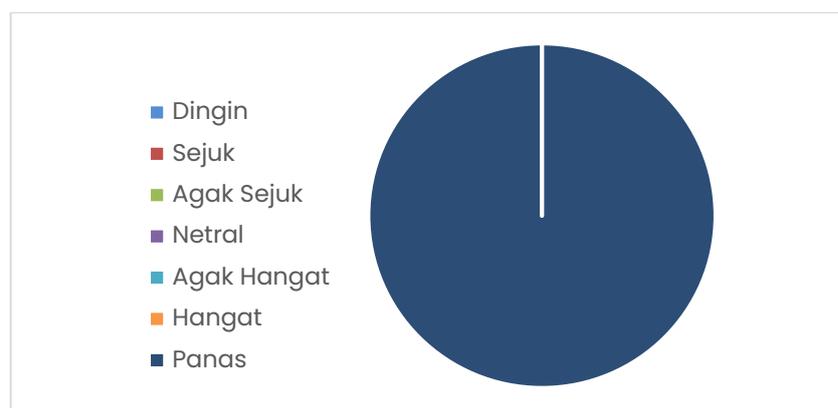
Tabel 4 Nilai MET

No	Aktivitas	MET	Sumber
1	Mengangkat/Mengemas	2,1	ASHRAE 55-2017
2	Pekerjaan Mesin (Ringan)	2,0	

Berdasarkan pengamatan di ruang percetakan, aktivitas pada titik 1,2 dan berupa mengangkat/mengemas dengan nilai MET 2,1. Lalu, untuk aktivitas pekerjaan mesin(ringan) pada titik pengukuran 4,5 dan 6 dengan nilai MET 2,0.

3.3 Survey Kenyamanan Termal

Untuk memahami tingkatan kenyamanan termal di ruang percetakan Serambi Indonesia Daily, dilaksanakan pendekatan wawancara kepada karyawan yang bekerja di ruang tersebut.



Gambar 9 Grafik persepsi responden

Dari hasil wawancara, terlihat bahwa pada ketiga sesi, persepsi semua responden terhadap sensasi termal ruang percetakan adalah panas. Nilai ketidakpuasan termal berdasarkan persepsi melebihi batas kenyamanan yang telah

ditetapkan ASHRAE-55 yaitu 20%, hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi termal ruang percetakan mengindikasikan ketidaknyamanan.

3.4 Analisis Kenyamanan Termal

Berdasarkan analisis yang mengacu pada hasil evaluasi kenyamanan termal berdasarkan standar ASHRAE-55 yang terdapat dalam tabel 5 terlihat bahwa hasil pengukuran dari semua sesi kerja menunjukkan bahwa dalam evaluasi ini, hasil perhitungan rata-rata *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) menunjukkan ketiga sesi kerja yang diamati tidak memenuhi standar kenyamanan termal yang diharapkan.

Tabel 5 Rekapitulasi hasil evaluasi kenyamanan termal berdasarkan ASHRAE Standart 55-2017

Parameter	Standar ASHRAE-55 2017	Rata - Rata		
		Sesi 1	Sesi 2	Sesi 3
Temperatur Udara (°C)	23°C - 26°C	32,3	32,4	32,1
Kelembaban Udara (%)	30% - 70%	70,4	70,3	71,7
Kecepatan Angin (m/s)	>0,2 m/s	0,01	0,11	0,13
Temperatur Radiasi	23°C - 26°C	-		
Nilai Insulasi Pakaian (clo)		0,49		
Metabolisme (MET)		2 dan 2,1		
Nilai PMV	-0,5 - +0,5	1,98	2,01	1,95
Skala PMV	Agak Sejuk – Agak Hangat	Hangat	Hangat	Hangat
PPD (%)	0% - 20%	75,3	76	73,6

Keterangan:

Sesi 1 : Pukul 23:00 – 00:00

Sesi 3 : Pukul 01:00 – 02:00

Sesi 2 : Pukul 00:00 – 01:00

: Tidak Sesuai Standar ASHRAE-55

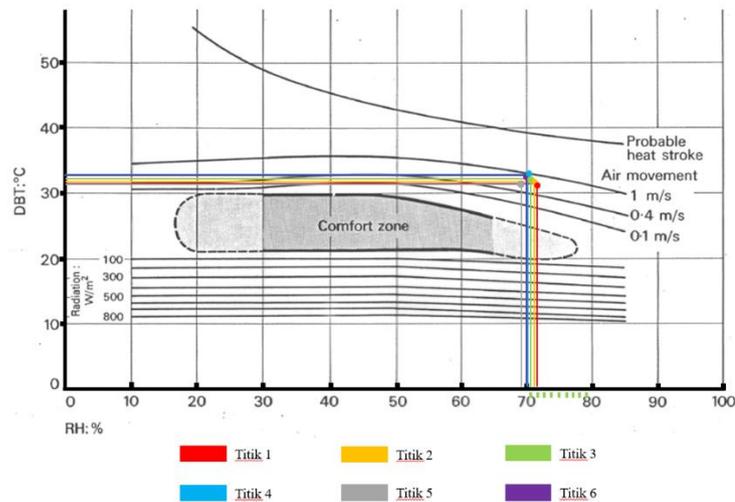
Nilai PMV berada di luar rentang -0,5 hingga +0,5, sedangkan nilai PPD melebihi 20%. Selain itu, parameter-parameter kenyamanan termal seperti temperatur udara dan kelembaban relatif melewati batas standar nilai-nilai yang telah direkomendasikan oleh ASHRAE Standard 55-2017, meskipun ada pengecualian pada kecepatan angin dan insulasi pakaian. Dalam konteks tiga sesi kerja yang berlangsung di ruang percetakan, dan nilai PMV yang diukur pada semua sesi tersebut menunjukkan bahwa kenyamanan termal tidak sesuai atau bahkan melebihi standar yang telah ditetapkan

Hasil dari penelitian ini memberikan gambaran yang jelas, sesi kerja kedua menunjukkan tingkat kenyamanan termal yang paling rendah dibandingkan dengan dua sesi kerja lainnya yang berlangsung di ruang percetakan. Namun demikian, sesi

kerja ketiga menunjukkan peningkatan sedikit dalam tingkat kenyamanan termal jika dibandingkan dengan dua sesi kerja sebelumnya. Berdasarkan hasil nilai PMV dan PPD serta tanggapan yang diperoleh dari wawancara dengan karyawan, dapat disimpulkan tidak ada satupun parameter kenyamanan termal pada sesi kerja yang memenuhi standar kenyamanan yang diinginkan, hal ini menunjukkan bahwa ruang percetakan tidak nyaman digunakan untuk aktivitas industri.

3.5 Usulan Perbaikan Kenyamanan Termal

Berdasarkan data pengukuran temperatur udara dan kelembaban yang dianalisis menggunakan *bioclimatic chart*, keseluruhan titik pengukuran berada di atas zona nyaman, dimana untuk mengembalikan kenyamanan dibutuhkan angin dengan kecepatan 1 m/s. Menurut Olgay (1963), upaya perbaikan dapat dilakukan dengan cara alami, yaitu dengan memanfaatkan elemen-elemen iklim seperti sirkulasi udara.



Gambar 10 Grafik zona nyaman

Pada tabel 6 dapat dilihat bahwa penambahan angin pada ruangan dengan kecepatan 1 m/s mengakibatkan penurunan yang signifikan pada tingkat ketidaknyamanan termal (PPD). Ketika angin bergerak dengan kecepatan tersebut, efek pendinginan evaporatif terjadi pada kulit manusia. Hal ini mengartikan bahwa tubuh manusia mulai mengeluarkan keringat dan menciptakan perasaan dingin, karena keringat lebih cepat menguap dari kulit. Meskipun perasaan ini memberikan kesan sejuk atau nyaman, suhu udara sebenarnya di dalam ruangan tidak mengalami penurunan yang signifikan. Sebaliknya, perasaan kenyamanan manusia lebih terkait dengan efek pendinginan evaporatif yang dihasilkan oleh kecepatan angin tersebut.

Tabel 6 Hasil simulasi *CBE thermal comfort tool* pada kondisi kecepatan angin 1 m/s

Titik Pengukuran	Nilai PPD (%)		Selisih Nilai
	Sebelum 1 m/s	Sesudah 1 m/s	
1	80 %	41 %	39 %
2	81 %	42 %	39 %

3	82 %	44 %	38 %
4	84 %	49 %	35 %
5	48 %	42 %	6 %
6	84 %	48 %	32 %

Kenyamanan dalam ruang percetakan dapat ditingkatkan secara signifikan dengan memungkinkan aliran udara atau angin masuk ke dalam ruangan. Berdasarkan pengamatan, diketahui bahwa area sekitar pabrik merupakan pemukiman masyarakat, sehingga penambahan jumlah ventilasi alami menjadi tidak memungkinkan karena kebisingan yang dihasilkan oleh mesin yang beroperasi berpotensi mengganggu masyarakat sekitar. Oleh karena itu, solusi untuk mencapai hal ini adalah dengan mengaplikasikan sistem penghawaan buatan, seperti penggunaan kipas angin, untuk meningkatkan sirkulasi udara secara merata di seluruh titik aktivitas di dalam bangunan, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman untuk pengguna ruang.

4 Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Evaluasi terhadap kenyamanan termal di ruang percetakan, sesuai dengan pedoman ASHRAE Standar 55-2017, mengindikasikan bahwa ruangan tersebut tidak memenuhi persyaratan standar kenyamanan untuk aktivitas manusia. Dalam penilaian ini, perhitungan rata-rata *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage of Dissatisfied* (PPD) menunjukkan bahwa ketiga sesi kerja yang diamati tidak memenuhi kriteria kenyamanan termal yang diharapkan oleh penggunanya. Nilai PMV berada di luar rentang -0,5 hingga +0,5, sementara nilai PPD melebihi 20%. Selain itu, ketika melihat parameter-parameter kenyamanan termal seperti temperatur udara, kecepatan angin, dan kelembaban relatif, hasil pengukuran dari semua sesi kerja menunjukkan bahwa nilai-nilai ini melebihi batas yang telah ditetapkan dalam ASHRAE Standar 55-2017. Dengan kata lain, suhu dan kondisi termal di dalam ruang percetakan sangat jauh dari kondisi yang dianggap nyaman oleh standar tersebut.

4.2 Saran

Dari hasil penelitian dan kesimpulan evaluasi kenyamanan termal ruang produksi Serambi Indonesia Daily, dikemukakan beberapa saran. Terdapat perbedaan antara hasil pengukuran dan persepsi karyawan terhadap kondisi termal ruangan. Kondisi panas yang muncul disebabkan oleh ketiadaan ventilasi atau bukaan yang memungkinkan sirkulasi udara alami. Seiring berjalannya waktu, tanpa sirkulasi udara yang memadai, panas terakumulasi di dalam ruangan sehingga menciptakan ketidaknyamanan. Oleh karena itu, perlu mengoptimalkan solusi mekanis dengan menggunakan sistem pengkondisian udara atau penghawaan buatan untuk meningkatkan sirkulasi udara agar panas yang terakumulasi di dalam ruangan dapat dikeluarkan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengaktifkan kembali *exhaust fan* serta menambahkan beberapa kipas angin dititik-titik aktivitas yang belum mendapatkan aliran udara. Dengan demikian, perluasan sirkulasi udara dalam ruangan akan lebih baik, sehingga menciptakan lingkungan yang lebih nyaman untuk pengguna ruang.

Daftar Kepustakaan

- ANSI/ASHRAE. 2017. ANSI/ASHRAE Standard 55-2017: *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. ASHRAE Inc., 66. <https://doi.org/ISSN 1041-2336>.
- Duapadang, Naldy. 2020. Analisis Kenyamanan Termal Ruang Studio Desain Gedung Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Skripsi. Makassar. Universitas Hasanuddin.
- Fanger, P. O. 1982. *Thermal Comfort: Analysis and Applications in Environmental Engineering*. Danish Technical Press.
- Hadinata, Tito. 2019. Kinerja Kenyamanan Termal Lingkungan Kampung Lerengan Semarang. Semarang. Tesis. Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
- Idham, N. C. 2016. Arsitektur dan Kenyamanan Termal (2016th ed.). ANDi
- Karyono, Tri Harsono. 1996. Arsitektur, Kenyamanan Termal dan Energi. Jurnal. Semarang. Universitas Soegrijapranata.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/MENKES/SK/XI/2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri.
- Lippsmeir, G. 1994, *Bangunan Tropis*. Erlangga, Jakarta.
- Lutfi, Muhammad Alief. 2020. Evaluasi Kenyamanan Termal Di Sekolah Menengah Pertama Muhammadiyah 5 Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia.
- Mediastika, C.E. 2003. Menuju Rumah Ideal Nyaman Dan Sehat. Yogyakarta. Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Mufida, Raihan. 2021. Pengaruh Orientasi Bangunan Terhadap Kenyamanan Termal. Lhokseumawe. Universitas Malikussaleh.
- Olgay, V. 1963. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. Princenton. Princenton University Press.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 29/PRT/M/2006 Tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
- Putera, Adhitya Chandra. 2020. Evaluasi Kenyamanan Termal Di Ruang Kuliah Prodi Teknik Lingkungan Gedung Mohammad Natsir FTSP UII. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Ridho, Muhammad Rasyid. 2015. Kajian Kenyamanan Termal Ruang Gambar Paket Keahlian Teknik Gambar Bangunan SMK Negeri 2 Pengasih. Skripsi. Yogyakarta. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sangkertadi. 2013. Kenyamanan Termal di Ruang Luar Beriklim Tropis Lembab. Bandung: Alfabeta.
- Sekatia, Augi. Efektivitas Ventilasi Bawah Terhadap Kenyamanan Dan PMV Pada Gereja Katedral Semarang. Jurnal. Semarang. AGORA.
- SNI 03-6572-2001. Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-6390-2011. Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

- Sugini. 2014. Kenyaman Termal Ruang (Konsep Penerapan pada Desain). Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Susanti, Lusi. 2013. Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Sekolah SMA Negeri Kota Padang. Padang. Jurnal. Universitas Andalas.
- Talarosha, Basaria. 2005. Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan. Sumatera Utara.
- Ulfa, Rafika. Tanpa Tahun. Variabel Penelitian Dalam Pendidikan. Batu Bara. Jurnal Sekolah Tinggi Ilmu Tarbiyah Batubara.
- Wibowo, Harry. 2015. Evaluasi Kenyamanan Termal Masjid Ar-Rauddah Kota Medan. Medan. Tesis. Universitas Sumatera Utara.