Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia
25 (3), 2026, 423-434
DOI : 10.14710/jkli.86527
Available at https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli

Kualitas Lingkungan Dalam Ruangan dan Prevalensi Keluhan Sick Building Syndrome pada Karyawan Kantor Ber AC di PT X Kabupaten Semarang

Adi Kazari Wahono[1*], Budiyono Budiyono[2], Sulistiyani Sulistiyani[2], Nur Endah Wahyuningsih[2], Yusniar Hanani Darundiati[2]
[1]Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Indonesia
[2]Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Indonesia
[*]Corresponding author: adikazariw@gmail.com

©2026. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Info Artikel:Diterima 6 Juli 2026 ; Direvisi 23 Oktober 2026 ; Disetujui 26 Oktober 2026
Tersedia online : 30 Oktober 2026 ; Diterbitkan secara teratur : Oktober 2026

Cara sitasi: Wahono AK, Budiyono, Sulistiyani, Wahyuningsih NE, Darundiati YH. Kualitas Lingkungan Dalam Ruangan dan Prevalensi Keluhan Sick Building Syndrome pada Karyawan Kantor Ber AC di PT X Kabupaten Semarang. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2026 Okt;25(3):423-434. https://doi.org/10.14710/jkli.86527.

ABSTRAK

Latar belakang: Kualitas lingkungan dalam ruangan mencakup kondisi fisik, kimia, dan biologi yang dapat berkaitan dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS). Penelitian ini bertujuan menggambarkan keluhan SBS dan mengeksplorasi hubungannya dengan parameter lingkungan pada karyawan kantor ber-AC di PT X Kabupaten Semarang.

Metode: Penelitian observasional analitik dengan desain potong lintang dilakukan pada Januari–Februari 2026 terhadap 116 karyawan dari 21 ruangan menggunakan total sampling pada populasi yang memenuhi kriteria. Keluhan dikumpulkan melalui wawancara; klasifikasi SBS menggunakan ambang ≥3 gejala dan bukan diagnosis klinis. Parameter lingkungan diukur pada tingkat ruangan selama satu jam pukul 10.00–11.00. Analisis mencakup statistik deskriptif, uji chi-square, dan regresi logistik ganda eksploratif. Inferensi statistik belum memperhitungkan pengelompokan karyawan dalam ruangan.

Hasil: Sebanyak 42 dari 116 karyawan (36,2%) memenuhi klasifikasi keluhan SBS. Keluhan terbanyak adalah pegal atau kaku otot, yaitu 65 pelaporan, dan sakit kepala, yaitu 62 pelaporan. Pada kategori CO yang digunakan, proporsi SBS adalah 35/84 (41,7%) pada kelompok memenuhi dan 7/32 (21,9%) pada kelompok tidak memenuhi (PR memenuhi dibandingkan tidak memenuhi=1,905; IK 95%: 0,944–3,843). Untuk CO_2, proporsinya masing-masing 5/29 (17,2%) dan 37/87 (42,5%) (PR=0,405; IK 95%: 0,176–0,933). Estimasi ini belum disesuaikan terhadap klaster ruangan.

Simpulan: Lebih dari sepertiga karyawan memenuhi klasifikasi keluhan SBS. Perbedaan proporsi menurut kategori CO dan CO_2 merupakan temuan eksploratif yang belum membuktikan hubungan kausal. Penilaian asosiasi memerlukan validasi kategori pajanan dan analisis yang mempertimbangkan pengelompokan ruangan. Pengelolaan lingkungan kerja perlu didasarkan pada pengukuran dan penilaian teknis yang terverifikasi.

Kata kunci: Kualitas udara dalam ruangan; *Sick Building Syndrome*; Karyawan

ABSTRACT

Tittle: Indoor Environmental Quality and Prevalence of Sick Building Syndrome Complaints among Air Conditioned Office Employees at PT X Semarang Regency

Background: *Indoor environmental quality includes physical, chemical, and biological conditions that may be associated with sick building syndrome (SBS) complaints. This study aimed to describe SBS complaints and explore their associations with environmental parameters among air-conditioned office employees at PT X, Semarang Regency.*

Methods: *An analytical observational study with a cross-sectional design was conducted in January–February 2026 among 116 employees in 21 rooms, using total sampling of the eligible population. Complaints were collected through interviews; the SBS classification used a threshold of ≥3 symptoms and did not constitute a clinical diagnosis. Environmental parameters were measured at room level for one hour between 10:00 and 11:00. Analyses included descriptive statistics, chi-square tests, and exploratory multiple logistic regression. Statistical inference did not account for employees clustered within rooms.*

Results: *Forty-two of 116 employees (36.2%) met the SBS complaint classification. Muscle aches or stiffness (65 reports) and headaches (62 reports) were the most frequently reported complaints. Under the CO categories used, SBS proportions were 35/84 (41.7%) in the compliant group and 7/32 (21.9%) in the noncompliant group (PR for compliant versus noncompliant=1.905; 95% CI: 0.944–3.843). For CO_2, the corresponding proportions were 5/29 (17.2%) and 37/87 (42.5%) (PR=0.405; 95% CI: 0.176–0.933). These estimates were not adjusted for room clustering.*

Conclusion: *More than one-third of employees met the SBS complaint classification. Differences in proportions by CO and CO_2 category are exploratory findings that do not establish causation. Assessment of these associations requires validation of exposure categories and analyses accounting for room clustering. Workplace environmental management should be based on verified measurements and technical assessments.*

Keywords: ***Indoor air quality; Sick Building Syndrome; Employees***

PENDAHULUAN

Lingkungan kerja dalam ruangan merupakan area tertutup bagi karyawan untuk menjalankan aktivitas pekerjaan dan berinteraksi dengan berbagai komponen bangunan serta sistem distribusi udara. Lingkungan kerja mencakup aspek fisik, kimia, dan biologi yang dapat memengaruhi kenyamanan, kesehatan, serta produktivitas karyawan.[1] Kualitas udara merupakan bagian dari kualitas lingkungan dalam ruangan; pencahayaan dan kebisingan merupakan domain visual dan akustik yang berbeda.[2] Beban penyakit akibat pencemaran udara rumah tangga tidak dapat langsung diterapkan pada lingkungan perkantoran karena sumber dan pola pajanannya berbeda.[3]

Sick Building Syndrome (SBS) merujuk pada kumpulan keluhan nonspesifik yang berkaitan dengan keberadaan di gedung dan umumnya berkurang setelah meninggalkan gedung. Keluhan dapat meliputi iritasi mata, hidung, dan tenggorokan, sakit kepala, kelelahan, serta gangguan konsentrasi. SBS bersifat multifaktorial, sehingga kondisi lingkungan dan karakteristik pekerjaan perlu dipertimbangkan bersama.[4] Kondisi ini perlu dibedakan dari penyakit terkait bangunan dengan etiologi spesifik, seperti infeksi Legionella yang dibahas dalam penelitian tentang penutupan gedung.[5] Dalam penelitian ini, istilah keluhan SBS digunakan untuk menegaskan bahwa pengelompokan berdasarkan kuesioner tidak setara dengan diagnosis klinis.

Penelitian pada kantor administratif universitas di Malaysia mengkaji hubungan parameter kualitas udara dengan gejala SBS.[6] Akan tetapi, hasil antarpenelitian tidak dapat dibandingkan langsung apabila definisi kasus, instrumen, kelompok pekerja, dan waktu pengukuran berbeda. Penelitian di Indonesia juga dilakukan pada lingkungan kantor dengan karakteristik yang berbeda.[1,7] Pada kantor di industri ekstraksi tanaman, diperlukan gambaran lokal yang memasangkan keluhan pekerja dengan kondisi ruang kerjanya. Pengukuran pada 21 ruangan memberikan cakupan lokasi yang lebih luas, tetapi menimbulkan kebutuhan untuk mempertimbangkan pengelompokan pekerja dalam ruangan yang sama. Literatur lain yang menelaah parameter SBS melalui tinjauan sistematis menegaskan heterogenitas definisi gejala dan pengukuran lingkungan, sehingga perbandingan angka prevalensi antarkonteks harus memperhatikan perbedaan operasionalisasi dan populasi.[8]

Pengelolaan kualitas lingkungan dalam ruangan meliputi pemeriksaan sumber pencemar, pemeliharaan sistem pendingin dan ventilasi, serta evaluasi kondisi termal, visual, dan akustik. Rekomendasi tersebut perlu disesuaikan dengan karakteristik kantor dan sistem bangunan[2]. Hubungan observasional antara suatu parameter dan keluhan tidak dengan sendirinya membuktikan efektivitas intervensi. Keberadaan AC juga tidak selalu berarti pasokan udara luar telah mencukupi.

PT X Kabupaten Semarang merupakan perusahaan yang memproduksi ekstraksi tanaman kesehatan. Pengukuran pendahuluan pada lima ruangan pada tahun 2024 mencatat suhu 26,2 °C, pencahayaan 224 lux, dan kebisingan 93 dB. Angka tersebut merupakan konteks historis dan tidak langsung sebanding dengan pengukuran

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

tahun 2026 pada 21 ruangan. Informasi administratif ketidakhadiran karena sakit tidak digunakan sebagai estimasi prevalensi SBS karena unit pencatatan, denominator, dan keterkaitan keluhan dengan gedung belum terjelaskan.

Penelitian ini bertujuan menggambarkan prevalensi klasifikasi keluhan SBS dan mengeksplorasi hubungannya dengan parameter fisik, kimia, serta biologi lingkungan kantor ber-AC pada karyawan yang bekerja nonshift atau shift satu di PT X Kabupaten Semarang. Desain potong lintang digunakan untuk menilai perbedaan prevalensi pada satu periode pengamatan, bukan insidens atau hubungan sebab-akibat.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan rancangan potong lintang. Penelitian dilakukan di PT X Kabupaten Semarang pada Januari–Februari 2026. Populasi sasaran adalah karyawan yang bekerja di ruang kantor ber-AC pada jam kerja nonshift atau shift satu. Sebanyak 116 karyawan dari 21 ruangan dianalisis dengan teknik total sampling pada populasi yang memenuhi kriteria tersebut. Karyawan merupakan unit pengamatan keluhan, sedangkan ruangan merupakan unit pengukuran lingkungan. Generalisasi dibatasi pada populasi dengan karakteristik tersebut. Persetujuan etik diperoleh dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro (No. 73/EA/KEPK-FKM/2026).

Data dikumpulkan melalui wawancara menggunakan kuesioner dan pengukuran lingkungan dalam ruangan. Wawancara mencakup umur, jenis kelamin, masa kerja, frekuensi pembersihan AC, dan keluhan kesehatan. Klasifikasi SBS menggunakan ambang ≥3 gejala; klasifikasi ini berbasis pelaporan keluhan dan bukan diagnosis klinis. Suhu dan kelembapan diukur menggunakan termohygrometer; pencahayaan menggunakan luxmeter; kebisingan menggunakan sound level meter; dan kecepatan udara menggunakan hotwire anemometer. $PM_{2,5}$ diukur menggunakan Haz-Dust EPAM-5000; formaldehid menggunakan formaldehyde meter; CO menggunakan multi gas tester; CO_2 menggunakan CO_2 meter; dan bakteri udara menggunakan Microbiological Air Sampler (MAS). Pengukuran dilakukan selama satu jam pada pukul 10.00–11.00. Statistik deskriptif disajikan bersama tabulasi silang keluhan dan kategori lingkungan. PR pada Tabel 4 membandingkan kategori memenuhi dengan tidak memenuhi, sesuai frekuensi tercetak. Uji bivariat dan regresi logistik ganda diperlakukan sebagai analisis eksploratif. Lima parameter dengan $p<0,25$ pada analisis bivariat dimasukkan ke model; suhu, pencahayaan, dan formaldehid disebut kovariat penyesuaian, bukan perancu yang telah terbukti. Analisis belum mempertimbangkan korelasi karyawan dalam ruangan yang sama, sehingga interval kepercayaan dan nilai p belum merupakan inferensi yang disesuaikan terhadap klaster.

Periode ingat, waktu timbulnya setiap keluhan selama berada di tempat kerja, serta perubahan keluhan setelah meninggalkan gedung belum didokumentasikan secara memadai untuk validasi definisi SBS yang berkaitan dengan gedung. Oleh karena itu, angka ≥3 keluhan diperlakukan sebagai luaran komposit gejala, dan istilah prevalensi dalam artikel ini selalu merujuk pada klasifikasi keluhan berdasarkan instrumen, bukan prevalensi SBS terdiagnosis.

Analisis yang sesuai untuk pengujian hipotesis lebih lanjut memerlukan pengenal ruangan pada setiap responden dan pengukuran pajanan kontinu per ruangan. Pendekatan yang dapat dipertimbangkan adalah model multilevel dengan intersep acak ruangan atau generalized estimating equations dengan korelasi intra-ruang, disertai evaluasi sensitivitas mengingat hanya terdapat 21 klaster. Karena data individual beserta identitas klaster tidak tersedia dalam naskah, estimasi terkoreksi klaster tidak dilaporkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 116 karyawan dari 21 ruangan kantor. Pengukuran lingkungan mencakup parameter fisik, kimia, dan biologi pada pukul 10.00–11.00. Pengukuran satu jam menggambarkan kondisi pada waktu pengamatan dan tidak dapat langsung dianggap mewakili pajanan satu hari kerja atau seluruh periode keluhan. Frekuensi dalam tabulasi silang menggambarkan jumlah karyawan menurut kategori ruang, bukan jumlah ruangan independen.

Interpretasi utama penelitian adalah estimasi prevalensi keluhan yang dilaporkan, bukan identifikasi pajanan penyebab. Unit observasi untuk keluhan adalah individu, sedangkan variasi parameter lingkungan ditentukan pada tingkat ruang. Karena pekerja dari ruang yang sama berbagi nilai pajanan, hasil uji tanpa koreksi klaster tidak digunakan sebagai dasar konfirmasi signifikansi atau penetapan urutan faktor risiko.

Tabel 1. Karakteristik responden dan frekuensi pembersihan AC yang dilaporkan (N=116)

No	Variabel	Frekuensi (n)	Persentase (%)
	Umur		
1	Tua (>30 tahun)	45	38,8
	Muda (≤30 tahun)	71	61,2
2	Jenis kelamin		

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

No	Variabel	Frekuensi (n)	Persentase (%)
	Perempuan	87	75,0
	Laki-laki	29	25,0
	Masa kerja		
3	Lama (≥6 tahun)	57	49,1
	Baru (<6 tahun)	59	50,9
	Frekuensi pembersihan AC		
4	Tidak rutin (>3 bulan sekali)	71	61,2
	Rutin (≤3 bulan sekali)	45	38,8

Catatan: N menunjukkan jumlah responden. Frekuensi pembersihan AC berasal dari wawancara dan merupakan karakteristik fasilitas yang dilaporkan responden, bukan jumlah ruang. Batas umur dan masa kerja bersifat deskriptif.

Sebagian besar responden berumur ≤30 tahun, yaitu 71 orang (61,2%), sedangkan 45 orang (38,8%) berumur >30 tahun. Rerata umur adalah 30,18 tahun. Batas 30 tahun digunakan sebagai pengelompokan deskriptif; komposisi umur ini tidak membuktikan perbedaan kerentanan terhadap keluhan SBS.

Sebagian besar responden berjenis kelamin perempuan, yaitu 87 orang (75,0%), sedangkan 29 orang (25,0%) berjenis kelamin laki-laki. Distribusi tersebut menggambarkan komposisi sampel. Perbedaan proporsi jenis kelamin tidak dapat ditafsirkan sebagai perbedaan prevalensi keluhan tanpa tabulasi atau analisis yang sesuai. Sebanyak 59 responden (50,9%) memiliki masa kerja <6 tahun dan 57 responden (49,1%) memiliki masa kerja ≥6 tahun, dengan rerata 6,30 tahun. Pengelompokan ini bersifat deskriptif. Lama bekerja tidak membuktikan akumulasi dosis atau adaptasi terhadap polutan; pengaruh seleksi pekerja sehat dan perancu karakteristik pekerjaan tetap mungkin terjadi.

Frekuensi pembersihan AC lebih dari tiga bulan sekali dilaporkan oleh 71 responden (61,2%), sedangkan 45 responden (38,8%) melaporkan pembersihan paling lama setiap tiga bulan. Angka ini merujuk pada responden, bukan 71 dan 45 ruangan. Pembersihan AC merupakan karakteristik fasilitas yang dilaporkan dalam wawancara; distribusinya pada tingkat 21 ruangan belum dapat ditentukan dari frekuensi responden. Informasi tersebut juga tidak membuktikan AC sebagai sumber kontaminasi biologis.

Tabel 2. Statistik deskriptif karakteristik responden dan parameter lingkungan

Variable	Mean	Min	Max	SD
Umur (tahun)	30,18	20	58	6,346
Masa kerja (tahun)	6,30	1	26	4,461
Suhu (°C)	24,288	20,4	27,9	1,6312
Kelembapan (%)	63,559	35,0	78,1	9,7877
Pencahayaan (lux)	288,054	82,0	452,0	135,5885
Kebisingan (dB)*	52,241	32,0	82,5	13,6058
Kecepatan udara (m/s)	0,1918	0,01	0,70	0,13493
$PM_{2,5}$ (mg/m³)†	0,03339†	0,008†	0,017†	0,025451†
Formaldehid (ppm)	1,4760	0,00	5,00	1,75203
CO (ppm)	5,25	0	24	7,188
CO_2 (ppm)	1301,31	477	1813	393,527
Bakteri udara (CFU/m³)	1833,08	151	4886	2029,661

Catatan: N=116 berlaku untuk karakteristik responden; unit penghitungan rerata/SD parameter lingkungan belum terkonfirmasi. Angka lingkungan dipertahankan sebagai ringkasan yang belum tervalidasi. Pembobotan frekuensi dan metrik akustik belum terkonfirmasi. †Ringkasan $PM_{2,5}$ tidak konsisten: rerata melebihi maksimum; seluruh angka pada baris ini memerlukan verifikasi terhadap catatan alat dan data mentah.

Rerata suhu adalah 24,29 °C dengan rentang 20,4–27,9 °C, sedangkan rerata kelembapan adalah 63,56% dengan rentang 35,0–78,1%. Rerata dalam rentang acuan tidak membuktikan bahwa seluruh pengamatan memenuhi persyaratan. Rerata CO_2 sebesar 1.301,31 ppm dan bakteri udara sebesar 1.833,08 CFU/m³ menunjukkan perlunya penilaian teknis lanjutan, dengan mempertimbangkan cara pengambilan sampel dan denominator statistik. Statistik lingkungan pada Tabel 2 tidak ditafsirkan sebagai distribusi 21 ruangan independen sebelum dasar perhitungannya dipastikan. Ringkasan $PM_{2,5}$ belum dapat ditafsirkan karena rerata yang tercetak melebihi nilai maksimumnya.

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Tabel 3. Distribusi pelaporan keluhan kesehatan dengan respons ganda

Gejala SBS	Jumlah pelaporan (n)	Proporsi dari 316 pelaporan (%)
Iritasi mata, mata pedih, gatal dan berair	17	5,38
Infeksi pernafasan, batuk-batuk, hidung berair	27	8,54
Tenggorokan gatal, kering, sakit	21	6,65
Kulit kering, gatal, merah-merah	23	7,28
Sakit kepala	62	19,62
Sulit berkonsentrasi	36	11,39
Kelelahan, lemas, lesu	47	14,87
Sesak nafas	5	1,58
Mual	13	4,11
Pegal-pegal, rasa kaku pada otot	65	20,57
Total pelaporan	316	100

Catatan: Respons ganda diperbolehkan; satu responden dapat melaporkan lebih dari satu kelompok keluhan. Denominator persentase adalah 316 pelaporan, bukan 116 responden atau 42 responden yang memenuhi klasifikasi SBS. Tabel ini menunjukkan komposisi pelaporan, bukan prevalensi setiap gejala pada orang.

Sebanyak 42 karyawan (36,2%) memenuhi klasifikasi keluhan SBS dan 74 karyawan (63,8%) tidak memenuhi klasifikasi tersebut. Tabel 3 memuat 316 pelaporan keluhan yang dapat berasal dari responden yang sama. Keluhan pegal atau kaku otot (65 pelaporan) dan sakit kepala (62 pelaporan) merupakan kelompok keluhan terbanyak; angka tersebut tidak sama dengan jumlah kasus SBS. Keluhan muskuloskeletal dapat berkaitan dengan ergonomi, sehingga tidak dapat diatribusikan hanya kepada kualitas udara.

Penelitian pada staf rumah sakit di China menunjukkan bahwa keluhan SBS berkaitan pula dengan faktor psikososial, kondisi visual-akustik, dan kendali penghuni atas lingkungan kerja. Hal ini memperkuat perlunya mempertimbangkan faktor nonkimia dan faktor kerja ketika menafsirkan keluhan nonspecific seperti sakit kepala dan pegal otot. [9]

Sebagai pembanding, studi pada 124 pekerja di enam kantor bank Malaysia menemukan sakit kepala sebagai salah satu keluhan tersering (47,6%). Perbedaan instrumen, lokasi, dan denominator membuat proporsi tersebut tidak dapat diperlakukan sebagai pembanding langsung prevalensi klasifikasi SBS penelitian ini. [10]

Tabel 4. Tabulasi kategori lingkungan dan klasifikasi keluhan SBS pada 116 karyawan

No	Variabel	Kejadian SBS		*Nilai p**	PR†	95% CI	
		Ya	Tidak			Lower	Upper
1	Suhu						
	Tidak memenuhi	11 (28,2%)	28 (71,8%)	0,202	1,427	0,807	2,524
	Memenuhi	31 (40,3%)	46 (59,7%)				
2	Kadar kelembaban						
	Tidak memenuhi	33 (37,5%)	55 (62,5%)	0,607	0,857	0,469	1,565
	Memenuhi	9 (32,1%)	19 (67,9%)				
3	Intensitas pencahayaan						
	Tidak memenuhi	21 (31,3%)	46 (68,7%)	0,202	1,367	0,846	2,209
	Memenuhi	21 (42,9%)	28 (57,1%)				
4	Intensitas kebisingan						
	Tidak memenuhi	9 (47,4%)	10 (52,6%)	0,268	0,718	0,415	1,244
	Memenuhi	33 (34,0%)	64 (66,0%)				
5	Kecepatan aliran udara						
	Tidak memenuhi	15 (33,3%)	30 (66,7%)	0,608	1,141	0,686	1,898
	Memenuhi	27 (38,0%)	44 (62,0%)				
6	Kadar debu $PM_{2,5}$						
	Tidak memenuhi	0 (00,0%)	0 (00,0%)	-	-	-	-
	Memenuhi	42 (36,2%)	74 (63,8%)				
7	Kadar formaldehid						
	Tidak memenuhi	37 (38,9%)	58 (61,1%)	0,191	0,611	0,273	1,368
	Memenuhi	5 (23,8%)	16 (76,2%)				
8	Kadar karbon monoksida (CO)						
	Tidak memenuhi	7 (21,9%)	25 (78,1%)	0,047*	1,905	0,944	3,843
	Memenuhi	35 (41,7%)	49 (58,3%)				

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

No	Variabel	Kejadian SBS		*Nilai p**	PR†	95% CI	
		Ya	Tidak			Lower	Upper
9	Kadar karbon dioksida (CO_2)						
	Tidak memenuhi	37 (42,5%)	50 (57,5%)	0,014*	0,405	0,176	0,933
	Memenuhi	5 (17,2%)	24 (82,8%)				
10	Jumlah bakteri udara						
	Tidak memenuhi	23 (41,1%)	33 (58,9%)	0,292	0,771	0,474	1,254
	Memenuhi	19 (31,7%)	41 (68,3%)				

Catatan: Frekuensi adalah karyawan menurut kategori ruang yang digunakan; label kategori masih memerlukan audit ambang. Semua PR membandingkan memenuhi terhadap tidak memenuhi (rujukan). Nilai p dan IK 95% belum memperhitungkan klaster 21 ruangan. Untuk CO, Pearson tanpa koreksi dapat direproduksi dari frekuensi (p=0,047); Fisher dua sisi sekitar 0,054 dan Yates sekitar 0,077. Metode tepat bagi parameter lain perlu dikonfirmasi dari keluaran asli. $PM_{2,5}$ tidak dapat diestimasi karena tidak ada kelompok pembanding; persentase pada kelompok kosong tidak ditafsirkan.

Sebanyak 42 karyawan (36,2%) memenuhi klasifikasi keluhan SBS dan 74 karyawan (63,8%) tidak memenuhi klasifikasi tersebut. Pada Tabel 4, seluruh PR menggunakan kontras memenuhi dibandingkan tidak memenuhi. Untuk CO, proporsi keluhan lebih tinggi pada kategori memenuhi (35/84; 41,7%) daripada tidak memenuhi (7/32; 21,9%), dengan PR=1,905 (IK 95%: 0,944–3,843). Untuk CO_2, proporsi keluhan lebih rendah pada kategori memenuhi (5/29; 17,2%) daripada tidak memenuhi (37/87; 42,5%), dengan PR=0,405 (IK 95%: 0,176–0,933). Kontras ini bersifat deskriptif dan belum mempertimbangkan klaster ruangan. Pada parameter lain, hasil uji belum memberikan bukti statistik yang memadai; $PM_{2,5}$ tidak dapat diuji secara biner karena tidak memiliki kelompok pembanding.

Hubungan suhu dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 77 karyawan berada pada kategori suhu memenuhi dan 39 karyawan pada kategori tidak memenuhi. Angka ini menggambarkan distribusi karyawan, bukan proporsi dari 21 ruangan. Acuan suhu kantor dalam Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 adalah 23–26 °C. Rentang pengukuran 20,4–27,9 °C mencakup kondisi di bawah dan di atas acuan; kedua arah penyimpangan tidak harus memiliki mekanisme keluhan yang sama.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,202 untuk suhu. Nilai tersebut belum memberikan bukti statistik yang memadai mengenai perbedaan prevalensi dalam analisis ini, tetapi tidak membuktikan bahwa kondisi termal tidak relevan bagi kenyamanan pekerja. Pengelompokan pajanan menurut ruangan dan pengukuran yang singkat membatasi ketepatan inferensi.

Penelitian kantor administratif di Malaysia mengkaji gejala tertentu, seperti kepala terasa berat dan keluhan kulit, sehingga hasilnya tidak dapat disamakan langsung dengan luaran komposit ≥3 gejala pada penelitian ini[6]. Perbedaan definisi luaran, waktu pengukuran, dan karakteristik bangunan dapat memengaruhi perbandingan antarpenelitian.

Studi AIRMED pada pekerja kantor rumah sakit di Thailand mengidentifikasi gejala saluran napas dan kulit serta mengevaluasi keterkaitannya dengan mutu udara. Perbedaan domain gejala tersebut menunjukkan bahwa penggabungan semua keluhan menjadi satu luaran komposit berpotensi menutupi asosiasi yang spesifik terhadap jenis gejala. [11]

Kenyamanan termal perlu ditafsirkan bersama kelembapan, pergerakan udara, pakaian, dan aktivitas. Penelitian ini tidak mengukur seluruh komponen tersebut secara lengkap, sehingga tidak dapat menetapkan mekanisme suhu sebagai penyebab keluhan.

Hubungan kadar kelembaban dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 88 karyawan berada pada kategori kelembapan tidak memenuhi dan 28 karyawan pada kategori memenuhi. Rerata kelembapan 63,56% melebihi batas atas rentang 40–60% untuk ruang kerja dalam Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016. Hasil ini tidak mendukung pernyataan bahwa kelembapan seluruh ruang telah sesuai.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,607. Perbedaan prevalensi yang tidak bermakna pada analisis ini tidak meniadakan perlunya pengendalian kelembapan. Pengukuran satu jam dapat melewatkan perubahan kelembapan akibat cuaca, aktivitas penghuni, dan pengoperasian AC. Analisis pada gedung perkantoran juga melaporkan hubungan kelembapan ruang dengan gejala yang dilaporkan penghuni; namun, asosiasi pada studi lain tidak dapat menggantikan pengujian berbasis pengukuran berulang pada lokasi penelitian ini.[12]

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Penelitian pada pekerja layanan makanan di Selangor mengkaji kualitas udara dalam ruangan dan SBS pada konteks tempat kerja yang berbeda. Variasi sumber emisi, kepadatan penghuni, serta lama berada dalam ruangan membuat hasil antarjenis tempat kerja perlu dibandingkan secara hati-hati. [13]

Pedoman WHO mengenai kelembapan dan jamur menekankan pencegahan kelembapan berlebih dan pertumbuhan mikroba pada bangunan.[14] Relevansinya bagi penelitian ini adalah pengelolaan kondisi bangunan, bukan pembuktian bahwa jamur menyebabkan keluhan, karena jamur tidak diukur. Pengendalian kelembapan perlu mempertimbangkan suhu, sumber air atau kebocoran, dan kondisi ventilasi. Penelitian ini tidak menentukan sumber kelembapan maupun menguji efektivitas intervensi tersebut.

Hubungan intensitas pencahayaan dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 67 karyawan berada pada kategori pencahayaan tidak memenuhi dan 49 karyawan pada kategori memenuhi. Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 mencantumkan pencahayaan minimal ruang kerja 300 lux. Penilaian perlu mengikuti peruntukan ruang dan bidang kerja; angka rerata seluruh pengamatan tidak menggantikan evaluasi setiap lokasi.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,202. Hasil ini belum mendukung perbedaan prevalensi keluhan menurut kategori pencahayaan, tetapi tidak membuktikan bahwa pencahayaan telah memadai. Penggunaan layar, silau, posisi kerja, dan kelainan penglihatan dapat memengaruhi keluhan mata dan sakit kepala tanpa terwakili oleh satu pembacaan lux.

Pencahayaan merupakan domain visual kualitas lingkungan dalam ruangan, sehingga pembahasannya perlu dibedakan dari pajanan gas dan partikulat.[2] Kelelahan visual dapat tumpang tindih dengan keluhan yang digunakan dalam klasifikasi SBS.

Penelitian ini tidak mengukur produktivitas, pertumbuhan mikroba akibat pencahayaan, atau kejadian keluhan pada masa mendatang. Oleh karena itu, hasil pencahayaan tidak digunakan untuk menyimpulkan mekanisme tersebut.

Hubungan intensitas kebisingan dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 97 karyawan berada pada kategori kebisingan memenuhi dan 19 karyawan pada kategori tidak memenuhi. Nilai maksimum tercatat 82,5 dB. Kategori ini tidak dapat dijelaskan dengan batas 85 dB(A) untuk pajanan delapan jam; acuan kenyamanan akustik kantor berbeda menurut jenis ruang dan perlu dicocokkan dengan aturan kategorisasi yang digunakan.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,268. Nilai ini belum memberikan bukti statistik yang memadai mengenai perbedaan prevalensi keluhan. Rentang kebisingan 32,0–82,5 dB juga belum dapat langsung dianggap sebagai LAeq atau pajanan delapan jam karena metrik pengukuran belum dijelaskan.

Kebisingan merupakan domain akustik yang relevan bagi kenyamanan dan konsentrasi penghuni kantor.[2] Sumber suara pada perusahaan tidak dapat diatribusikan kepada mesin atau aktivitas tertentu tanpa observasi sumber yang terdokumentasi.

Studi multisenter pada tenaga kesehatan Thailand juga menempatkan kondisi tempat kerja bersama kualitas udara sebagai konteks analisis gejala SBS. Dengan demikian, temuan kebisingan yang tidak signifikan dalam studi ini tidak dapat dijadikan alasan untuk mengabaikan evaluasi kenyamanan akustik. [15]

Evaluasi lanjutan perlu membedakan tujuan pencegahan gangguan pendengaran dari kenyamanan akustik kantor. Hasil yang tidak bermakna dalam penelitian ini tidak menunjukkan bahwa semua ruang aman secara akustik.

Hubungan kecepatan aliran udara dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 71 karyawan berada pada kategori kecepatan udara memenuhi dan 45 karyawan pada kategori tidak memenuhi. Kecepatan lokal diukur dalam m/s dan tidak setara dengan debit udara luar atau pergantian udara per jam. Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 mencantumkan pergerakan udara 0,15–0,50 m/s; rentang ini berbeda dari 0,15–0,25 m/s sehingga klasifikasi memerlukan pemeriksaan terhadap nilai kontinu.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,608. Pengukuran lokal dipengaruhi posisi titik ukur relatif terhadap diffuser dan area kerja; tanpa informasi tersebut, hasil tidak dapat membuktikan distribusi udara merata atau pasokan udara segar mencukupi.

Pergerakan udara dan ventilasi perlu diperlakukan sebagai ukuran yang berbeda. Acuan teknis ventilasi menilai pasokan udara luar, sedangkan kecepatan udara pada suatu titik terutama menggambarkan kondisi aliran lokal.[16]

Penelitian ini tidak melaporkan pengukuran debit udara luar atau pertukaran udara per jam. Karena itu, penjelasan mengenai ventilasi diperlakukan sebagai kemungkinan yang memerlukan pemeriksaan teknis, bukan hasil pengukuran langsung.

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Hubungan kadar debu PM2,5 dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

$PM_{2,5}$ merupakan parameter partikulat halus yang diukur pada penelitian ini. Namun, rerata 0,03339 mg/m³, minimum 0,008 mg/m³, maksimum 0,017 mg/m³, dan SD 0,025451 mg/m³ tidak konsisten secara aritmetis. Ringkasan tersebut dipertahankan dengan penanda verifikasi pada Tabel 2, tanpa menetapkan nilai pengganti.

Seluruh 116 karyawan tercatat pada kategori $PM_{2,5}$ memenuhi, sedangkan kategori tidak memenuhi tidak memiliki observasi. Dengan demikian, PR, interval kepercayaan, dan nilai p untuk perbandingan biner tidak dapat diestimasi. Ketiadaan kelompok pembanding tidak membuktikan tidak adanya hubungan.

Kepatuhan terhadap acuan yang menggunakan rata-rata 24 jam tidak dapat ditentukan dari pengukuran satu jam. Tabel persyaratan kantor dalam Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 memuat PM_{10} dan tidak dapat digunakan dengan mengganti labelnya menjadi $PM_{2,5}$. Angka dan asal acuan $PM_{2,5}$ harus dipastikan sebelum kategorisasi ditafsirkan.

Studi di Nanjing, China, secara khusus mengkaji $PM_{2,5}$ dalam rumah dan keluhan SBS pada penduduk.[17] Populasi dan konteks tersebut berbeda dari karyawan kantor; hasilnya tidak membenarkan kesimpulan asosiasi atau keamanan $PM_{2,5}$ dalam penelitian ini.

Penelitian pada kantor bank Malaysia menemukan konsentrasi $PM_{2,5}$ lebih tinggi pada kantor dengan sistem AC tipe split daripada sistem ventilasi mekanis, serta hubungan beberapa parameter kualitas udara dengan gejala pusing. Hasil ini relevan sebagai dasar pemeriksaan ventilasi, tetapi tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan asosiasi $PM_{2,5}$ dari data penelitian ini yang tidak memiliki kategori pembanding. [10]

Hubungan kadar formaldehid dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 95 karyawan berada pada kategori formaldehid tidak memenuhi dan 21 karyawan pada kategori memenuhi menurut klasifikasi yang digunakan. Rerata 1,4760 ppm dan maksimum 5,00 ppm memerlukan penilaian mutu pengukuran. Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 mencantumkan formaldehid maksimal 0,1 ppm untuk kantor, sehingga batas 0,5 ppm tidak digunakan sebagai pengganti acuan tersebut.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,191. Hasil ini belum memberikan bukti statistik yang memadai dan tidak menunjukkan bahwa formaldehid aman. Nilai nol dapat mencerminkan pembacaan di bawah batas deteksi, sedangkan nilai 5,00 ppm perlu dibedakan dari batas atas alat; keduanya belum dapat dipastikan tanpa spesifikasi dan catatan pengukuran.

Pedoman WHO mengenai polutan terpilih membahas formaldehid dan perlunya penilaian pajanan yang sesuai.[18] Namun, pengukuran lingkungan pada penelitian ini tidak disertai penilaian klinis yang dapat memastikan iritasi atau penyakit spesifik akibat formaldehid.

Hasil penelitian kantor bank Malaysia mengaitkan gejala pusing dengan beberapa parameter, termasuk formaldehid. Namun, asosiasi antargejala dan campuran pencemar pada studi tersebut tidak memvalidasi besaran formaldehid di PT X; pemeriksaan kalibrasi dan batas deteksi alat tetap diperlukan. [10]

Pemilihan bahan rendah emisi dan evaluasi sumber pencemar dapat dipertimbangkan sebagai langkah pengelolaan.[18] Sumber formaldehid, kondisi renovasi, dan efektivitas filtrasi pada lokasi penelitian belum ditetapkan oleh data yang disajikan.

Hubungan kadar karbon monoksida (CO) dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 84 karyawan berada pada kategori CO memenuhi dan 32 karyawan pada kategori tidak memenuhi. Acuan CO dalam Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 adalah 10 ppm untuk delapan jam. Pengukuran satu jam tidak ekuivalen dengan rata-rata delapan jam, sehingga kategori yang disajikan belum merupakan bukti kepatuhan pajanan harian.

Proporsi klasifikasi keluhan SBS pada kategori CO memenuhi adalah 41,7% dan pada kategori tidak memenuhi 21,9%. PR=1,905 membandingkan memenuhi terhadap tidak memenuhi, bukan sebaliknya. IK 95%: 0,944–3,843 melintasi satu. Berdasarkan frekuensi tercetak, Pearson tanpa koreksi menghasilkan p=0,047; Fisher dua sisi sekitar 0,054 dan koreksi Yates sekitar 0,077. Perbedaan ini menunjukkan sensitivitas inferensi terhadap metode, di samping persoalan klaster ruangan.

CO merupakan pencemar yang berkaitan dengan proses pembakaran dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada pajanan yang memadai.[19] Akan tetapi, plausibilitas toksikologis tidak menjelaskan arah tabulasi yang berlawanan dengan narasi peningkatan keluhan pada kategori tidak memenuhi. Label kategori dan keluaran model perlu dipastikan sebelum interpretasi biologis dilakukan.

Tidak ada hasil COHb, pengukuran personal, atau diagnosis keracunan yang disajikan. Sakit kepala merupakan keluhan nonspesifik dan tidak membuktikan hipoksia akibat CO. Penelitian ini juga tidak menetapkan sumber emisi CO atau kontribusi udara luar.

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Hubungan kadar karbon dioksida (CO2) dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 87 karyawan berada pada kategori CO_2 tidak memenuhi dan 29 karyawan pada kategori memenuhi. Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 mencantumkan batas maksimum CO_2 1.000 ppm. Angka ini digunakan sebagai acuan lingkungan kantor, bukan ambang universal toksisitas atau pengukuran langsung laju ventilasi.

Proporsi klasifikasi keluhan SBS pada kategori CO_2 memenuhi adalah 17,2%, dibandingkan 42,5% pada kategori tidak memenuhi. PR=0,405 (IK 95%: 0,176–0,933; p=0,014) menggunakan kontras memenuhi terhadap tidak memenuhi. Temuan tersebut menggambarkan prevalensi yang lebih rendah pada kategori memenuhi dalam analisis tanpa penyesuaian klaster dan tidak menunjukkan bahwa CO_2 bersifat protektif. Dokumen posisi ASHRAE tentang CO_2 dalam ruangan menekankan bahwa konsentrasi CO_2 tidak boleh diperlakukan sebagai indikator tunggal kualitas udara ataupun ukuran langsung laju ventilasi tanpa mempertimbangkan kondisi pengukuran.[20]

Interpretasi CO_2 perlu mempertimbangkan jumlah penghuni, aktivitas, kadar udara luar, dan perubahan kondisi ventilasi. Pembacaan pada satu periode tidak mewakili dosis personal sepanjang hari. Pedoman CO_2 untuk kualitas udara perlu dibaca dalam konteks tujuan dan keterbatasan pengukurannya.[21]

Studi pada ruang kelas universitas di Malaysia juga mengkaji kualitas udara dan gejala SBS, tetapi karakteristik hunian dan aktivitas berbeda dari pekerja kantor. Bukti tersebut menegaskan bahwa interpretasi CO_2 harus mempertimbangkan jenis ruang dan pengaturan ventilasi, bukan semata-mata melabeli satu konsentrasi sebagai penyebab keluhan. [22]

Hubungan CO_2 dengan keluhan dapat mencerminkan kondisi ventilasi atau pajanan lain yang terjadi bersamaan. Penelitian ini tidak memisahkan kontribusi masing-masing mekanisme dan tidak dapat memastikan CO_2 sebagai penyebab langsung keluhan.

Hubungan jumlah bakteri udara dengan keluhan Sick Building Syndrome (SBS)

Sebanyak 60 karyawan berada pada kategori bakteri udara memenuhi dan 56 karyawan pada kategori tidak memenuhi. Lampiran Permenkes Nomor 48 Tahun 2016 mencantumkan jumlah bakteri maksimum 700 CFU/m³. Hasil kultur merupakan jumlah mikroorganisme yang tumbuh pada kondisi pemeriksaan, bukan identifikasi patogen atau diagnosis infeksi.

Analisis bivariat menghasilkan p=0,292. Hasil ini belum memberikan bukti statistik yang memadai mengenai perbedaan prevalensi keluhan. Rerata 1.833,08 CFU/m³ tidak dapat digunakan untuk menentukan proporsi ruang yang melampaui acuan tanpa data pada tingkat ruangan.

Studi pada sekolah di Malaysia mengkaji polutan, taksa mikroba, dan metabolit bersama gejala SBS.[23]. Pendekatan tersebut lebih luas daripada total koloni bakteri dan tidak dapat disamakan dengan pemeriksaan MAS yang dilaporkan di sini.

Kontribusi AC, penghuni, permukaan, atau udara luar terhadap koloni belum dapat dibedakan tanpa pengambilan sampel sumber. Jamur tidak diukur dalam penelitian ini. Karena itu, keluhan tidak diatribusikan kepada infeksi bakteri, kontaminasi jamur, atau perubahan keseluruhan mikrobioma.

Penelitian pada lingkungan industri di Indonesia telah mengevaluasi kombinasi faktor fisik dan kimia lingkungan terhadap gejala SBS. Kesamaan konteks industri tidak berarti kesamaan sumber pencemar, sehingga temuan semacam ini sebaiknya digunakan untuk menyusun hipotesis sumber pajanan yang masih memerlukan pengukuran terarah. [24]

Analisis multivariat eksploratif keluhan Sick Building Syndrome

Regresi logistik mencakup suhu, pencahayaan, formaldehid, CO, dan CO_2 berdasarkan seleksi bivariat p<0,25. Dengan 42 responden memenuhi klasifikasi SBS dan lima prediktor, terdapat sekitar 8,4 kejadian per prediktor sebelum mempertimbangkan parameter lain. Rasio ini menunjukkan perlunya kehati-hatian terhadap ketidakstabilan estimasi. Pajanan yang sama dalam satu ruangan juga membatasi jumlah unit informasi independen.

Penelitian berbasis model pohon keputusan menunjukkan bahwa faktor kepuasan kerja, ergonomi, dan pencemar mikrobiologis dapat berkontribusi pada pola keluhan SBS. Model eksploratif penelitian ini hanya memasukkan lima parameter lingkungan, sehingga kemungkinan pengaruh faktor di luar model perlu dinyatakan secara eksplisit. [25]

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

Tabel 5. Estimasi regresi logistik eksploratif yang memerlukan validasi pengodean

No	Variabel	*p-value*	AOR	95% CI	
				Lower	Upper
1	Suhu	0,388	0,580	0,169	1,996
2	Intensitas pencahayaan	0,438	0,648	0,216	1,941
3	Kadar formaldehid	0,116	0,339	0,088	1,308
4	Kadar Karbon monoksida (CO)	0,002	9,381	2,209	39,848
5	Kadar Karbon dioksida (CO_2)	0,002	0,137	0,038	0,494

Catatan: AOR adalah adjusted odds ratio, bukan PR atau rasio risiko. Angka dipertahankan untuk keterlacakan, tetapi event luaran dan kategori rujukan setiap prediktor belum terkonfirmasi. Interpretasi arah asosiasi ditangguhkan. Estimasi tidak menunjukkan inferensi yang disesuaikan terhadap klaster. Suhu, pencahayaan, dan formaldehid merupakan kovariat penyesuaian; status sebagai perancu belum dibuktikan.

Model menghasilkan AOR CO=9,381 (IK 95%: 2,209–39,848; p=0,002) dan AOR CO_2=0,137 (IK 95%: 0,038–0,494; p=0,002). AOR merupakan rasio odds prevalen dan tidak dapat dibaca sebagai rasio risiko atau PR. Tanpa informasi event luaran dan kategori referensi setiap prediktor, nilai tersebut tidak dapat dipastikan mewakili kategori memenuhi atau tidak memenuhi. Oleh karena itu, nilai AOR tidak digunakan untuk menetapkan faktor risiko, faktor protektif, atau parameter paling dominan.
Untuk memastikan interpretasi AOR, keluaran regresi perlu memperlihatkan kode kategori hasil (event), referensi setiap prediktor, tabel pengodean, jumlah observasi yang dianalisis, korelasi antarvariabel dan ukuran ketepatan model. Angka AOR asli dipertahankan hanya sebagai hasil eksploratif yang belum dapat diverifikasi.

Perbedaan arah antara tabulasi kasar dan estimasi model dapat berkaitan dengan pengodean, penyesuaian kovariat, korelasi antarparameter, atau ketidakstabilan model. Penyebabnya tidak dapat ditentukan hanya dari tabel ringkasan. Interval kepercayaan CO yang lebar menunjukkan ketidakpastian. Validasi memerlukan data individu, identitas klaster ruangan, syntax, dan keluaran regresi yang memuat event serta kategori rujukan.

Suhu, pencahayaan, dan formaldehid disebut kovariat penyesuaian. Dipertahankannya kovariat dan nilai p yang tidak bermakna tidak membuktikan confounding. Karakteristik pekerja dan frekuensi pembersihan AC belum tercakup dalam model yang disajikan. Dengan demikian, hasil belum mengendalikan seluruh perancu yang mungkin relevan.

Keterbatasan penelitian

Penelitian dilakukan pada satu perusahaan dan hanya mencakup karyawan kantor ber-AC pada jam kerja nonshift atau shift satu, sehingga hasil tidak mewakili seluruh pekerja atau jenis bangunan. Keluhan dilaporkan sendiri dan ambang ≥3 gejala belum cukup memastikan hubungan temporal dengan keberadaan di gedung. Dominasi keluhan muskuloskeletal dan sakit kepala membuka kemungkinan kontribusi ergonomi, penggunaan layar, infeksi akut, alergi, serta faktor psikososial yang belum dikendalikan.

Pengukuran lingkungan selama satu jam belum menggambarkan variasi harian atau keseluruhan periode keluhan. Sebanyak 116 karyawan berada dalam 21 ruangan, sehingga independensi pengamatan lingkungan tidak dapat diasumsikan. Analisis tanpa penyesuaian klaster dapat menghasilkan interval kepercayaan yang terlalu sempit. Banyaknya pengujian dan lima prediktor pada 42 responden dengan klasifikasi positif juga membatasi kestabilan model. Ketidakkonsistenan ringkasan $PM_{2,5}$, dasar kategorisasi beberapa parameter, dan pengodean regresi membatasi interpretasi; hasil tidak digunakan untuk menyatakan parameter yang tidak bermakna sebagai aman. Pedoman STROBE juga menekankan perlunya pelaporan definisi variabel, potensi bias, dan keterbatasan desain observasional secara transparan; karena itu, validasi kategorisasi dan struktur klaster diperlukan sebelum hasil asosiasi ditafsirkan lebih jauh.[26]

Validasi lanjutan perlu mencocokkan nilai minimum, maksimum, rerata dan simpangan baku $PM_{2,5}$ dengan keluaran alat, satuan, waktu integrasi, jumlah pengamatan dan data mentah. Tanpa verifikasi tersebut, baris $PM_{2,5}$ tidak layak digunakan untuk penilaian pemenuhan standar maupun inferensi hubungan dengan keluhan.

SIMPULAN

Sebanyak 42 dari 116 karyawan (36,2%) memenuhi klasifikasi keluhan SBS berdasarkan ambang ≥3 gejala. Keluhan terbanyak adalah pegal atau kaku otot dan sakit kepala. Pada tabulasi kategori yang digunakan, prevalensi keluhan lebih tinggi pada kategori CO memenuhi daripada tidak memenuhi, sedangkan pada CO_2 prevalensinya lebih rendah pada kategori memenuhi. Temuan ini bersifat eksploratif; ketidakjelasan pengodean model, validitas kategori pajanan, dan pengelompokan dalam 21 ruangan membatasi kesimpulan mengenai asosiasi. Hubungan

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

biner $PM_{2,5}$ tidak dapat diestimasi karena tidak terdapat kelompok pembanding. Penelitian ini tidak menetapkan faktor kausal atau parameter yang paling dominan.

Pengelolaan lingkungan kantor dapat diarahkan pada inspeksi sumber emisi, evaluasi pasokan udara luar, pemeliharaan AC dan filter sesuai spesifikasi, serta pemantauan kondisi termal, visual, dan akustik. Prioritas perbaikan perlu mengikuti hasil pengukuran dan kategori yang telah terverifikasi. Efektivitas tindakan tersebut terhadap penurunan keluhan SBS belum diuji dalam penelitian ini.

Kontribusi penelitian terutama terletak pada pemetaan serentak keluhan pekerja dan sepuluh parameter lingkungan pada kantor industri ekstraksi tanaman. Hasilnya mengidentifikasi kebutuhan evaluasi teknis dan rancangan penelitian multilevel yang lebih kuat, bukan membuktikan bahwa parameter tertentu merupakan penyebab SBS.

DAFTAR PUSTAKA

1. Adiningsih R, Hairuddin MC. The Incidence of Sick Building Syndrome and Its Causes on Employees at the Governor's Office of West Sulawesi Province. Indonesian Journal of Occupational Safety and Health. 2021 Jul 30;10(2):153-60. https://doi.org/10.20473/ijosh.v10i2.2021.153-160
2. Fissore VI, Fasano S, Puglisi GE, Shtrepi L, Astolfi A. Indoor Environmental Quality and Comfort in Offices: A Review. Buildings. 2023;13(10):2490. https://doi.org/10.3390/buildings13102490
3. Bennitt FB, Wozniak S, Causey K, Spearman S, Okereke C, Garcia V, et al. Global, Regional, and National Burden of Household Air Pollution, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. The Lancet. 2025 Apr;405(10485):1167-81. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)02840-X
4. Niza IL, de Souza MP, da Luz IM, Broday EE. Sick Building Syndrome and its Impacts on Health, Well-Being and Productivity: A Systematic Literature Review. Indoor and Built Environment. 2024 Feb 25;33(2):218-36. https://doi.org/10.1177/1420326X231191079
5. Liang J, Swanson CS, Wang L, He Q. Impact of Building Closures During the COVID-19 Pandemic on Legionella Infection Risks. Am J Infect Control. 2021 Dec 1;49(12):1564-6. https://doi.org/10.1016/j.ajic.2021.09.008
6. Mansor AA, Abdullah S, Ahmad AN, Ahmed AN, Zulkifli MFR, Jusoh SM, et al. Indoor Air Quality and Sick Building Syndrome Symptoms in Administrative Office at Public University. Dialogues in Health. 2024 Jun 1;4. https://doi.org/10.1016/j.dialog.2024.100178
7. Putri CPA, Rahardjo M, Wahyuningsih NE. Hubungan Kualitas Udara Dalam Ruang dengan Kejadian Sick Building Syndrome (SBS) pada Karyawan PT PLN (Persero) Unit Distribusi Jawa Tengah Dan DI Yogyakarta. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia. 2020 Jun 1;19(3):219-25. https://doi.org/10.14710/mkmi.19.3.219-225
8. Subri MSM, Arifin K, Sohaimin MFAM, Abas A. The Parameter of the Sick Building Syndrome: A systematic literature review. Heliyon. 2024 Jun 30;10(12). https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32431
9. Weng J, Huang F, Lin J, Wang Q, Ying X, Sun Y, et al. Sick building syndrome: prevalence and risk factors among medical staff in Chinese hospitals. Buildings. 2025;15(9):1397. https://doi.org/10.3390/buildings15091397
10. Razak AA, Saidin H, Buralli R, Cordoba L, Tengku Ibrahim TNB, Nazli SN. Sick building syndrome and indoor air quality in Malaysian bank offices: a cross-sectional analysis. Dialogues Health. 2025;7:100249. https://doi.org/10.1016/j.dialog.2025.100249
11. Surawattanasakul V, Sirikul W, Sapbamrer R, Wangsan K, Panumasvivat J, Assavanopakun P, et al. Respiratory symptoms and skin sick building syndrome among office workers at university hospital, Chiang Mai, Thailand: associations with indoor air quality, AIRMED project. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(17):10850. https://doi.org/10.3390/ijerph191710850
12. Jones ER, Cedeño Laurent JG, Young AS, Coull BA, Spengler JD, Allen JG. Indoor Humidity Levels and Associations with Reported Symptoms in Office Buildings. Indoor Air. 2022 Jan 3;32(1). https://doi.org/10.1111/ina.12961
13. Isman NII, Jalaludin J, Suhaimi NF, Hashim F, Tualeka AR. Association between indoor air quality and sick building syndrome among workers in food outlets in Selangor, Malaysia. J Kesehat Lingkung. 2024;16(4):331-341. https://doi.org/10.20473/jkl.v16i4.2024.331-341
14. World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2009. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/9789289041683
15. Sudchoo K, Kaewkheiw S, Sukju P, Thongsri T, Choengdee A, Dom NC, et al. Impact of indoor air quality and workplace conditions on sick building syndrome among healthcare workers: a case study in Nakhon Si Thammarat, Thailand. Glob Health J. 2025;9(2):72-84. https://doi.org/10.1016/j.glohj.2025.06.004
16. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2019: ventilation for acceptable indoor air quality. Atlanta (GA): ASHRAE; 2019.

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.

17. Shao Z, Bi J, Yang J, Ma Z. Indoor PM2.5, Home Environmental Factors and Lifestyles are Related to Sick Building Syndrome among Residents in Nanjing, China. Build Environ. 2023 Mar 1;235:110204. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110204
18. World Health Organization. WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2010. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134
19. Salthammer T. Carbon Monoxide as an Indicator of Indoor Air Quality. Environmental Science: Atmospheres. 2024;4(3):291-305. https://doi.org/10.1039/D4EA00006D
20. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ASHRAE position document on indoor carbon dioxide [Internet]. Atlanta (GA): ASHRAE; 2025 [cited 2026 Oct 29]. Available from: https://www.ashrae.org/about/position-documents
21. Mendell MJ, Chen W, Ranasinghe DR, Castorina R, Kumagai K. Carbon Dioxide Guidelines for Indoor Air Quality. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2024;34(4):555-569. https://doi.org/10.1038/s41370-024-00694-7
22. Tamran KN, Mat Radzi NA, Suhaimi NF. Classroom indoor air quality and its association with sick building syndrome (SBS) symptoms in a Malaysian university setting. Sci Rep. 2025;15:37223. https://doi.org/10.1038/s41598-025-21013-6
23. Zhang Y, Bu Y, Chen Y, Chen P, Du B, Hashim JH, et al. A Multicenter Exploration of Sick Building Syndrome Symptoms in Malaysian Schools: Indoor Pollutants, Microbial Taxa, and Metabolites. Metabolites. 2025 Feb 10;15(2):111. https://doi.org/10.3390/metabo15020111
24. Ullhaque AD. Assessing indoor air quality and its impact on sick building syndrome symptoms in an industrial work environment. Indoor Environ Qual Green Build. 2024;1(2):66-79. doi:10.61511/ineq.v1i2.2024.1843.
25. Sarkhosh M, Najafpoor AA, Alidadi H, Shamsara J, Amiri H, Andrea T, et al. Indoor air quality associations with sick building syndrome: an application of decision tree technology. Build Environ. 2021;188:107446. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107446
26. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. PLoS Med. 2007;4(10):e296. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040296

Copyright © 2026 The Author. JKLI, ISSN: 1412-4939 – e-ISSN: 2502-7085.