SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 6572-1:2024

Tata cara perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung – Bagian 1: Bangunan gedung nonresidensial

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional – Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis ttg SNI 6572:2024

ICS 91.140.30

BADAN STANDARDISASI NASIONAL

© BSN 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis SNI 6572:2024

Daftar isi

Daftar isi i
Daftar tabel iii
Daftar gambar iv
Prakata v
Pendahuluan vi
1 Ruang lingkup 1
2 Acuan normatif 1
3 Istilah, definisi, dan singkatan 1
3.1 Istilah dan definisi 1
3.2 Singkatan 7
4 Kualitas udara luar ruang 8
4.1 Kualitas udara regional 8
4.2 Kualitas udara lokal 8
4.3 Dokumentasi 8
5 Sistem dan perlengkapan 9
5.1 Selubung bangunan gedung dan permukaan interior 9
5.2 Bangunan gedung dengan garasi parkir berdempet 9
5.3 Persyaratan untuk bangunan gedung yang memiliki area ETS dan area bebas ETS 10
5.4 Saluran pengambilan (*intake*) udara luar 11
5.5 Penghilangan partikel 13
5.6 Koil tabung sirip (*finned-tube coils*) dan penukar panas (*heat exchangers*) 13
5.7 Penampung *drain* 14
5.8 *Humidifier* dan sistem semprotan air 14
5.9 Perangkat pembangkit ozon 15
5.10 Distribusi udara ventilasi 15
5.11 Permukaan aliran udara 16
5.12 Bangunan gedung yang didinginkan secara mekanis atau secara evaporatif tidak langsung 16
5.13 Klasifikasi udara dan resirkulasi 17
5.14 Lokasi saluran udara buang (*exhaust duct*) 19
5.15 Udara pembakaran 19
5.16 Penangkapan lokal dari kontaminan 19
5.17 Eksfiltrasi bangunan gedung 19
5.18 Kontrol sistem ventilasi 20
5.19 Akses untuk inspeksi, pembersihan, dan pemeliharaan 20

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis RSNI SNI 6572:2024

5.20 Risiko *legionella* 21
6 Prosedur 21
6.1 Umum 21
6.2 Prosedur Laju Ventilasi (PLV) 23
6.3 Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR) 39
6.4 Prosedur Ventilasi Alami 41
6.5 Ventilasi buang (*exhaust*) 45
6.6 Prosedur dokumentasi desain 46
7 Konstruksi dan pengoperasian sistem 47
7.1 Fase konstruksi dan *commissioning* 47
7.2 *Start-up* sistem 48
7.3 Verifikasi PKUDR 49
8 Operasi dan Pemeliharaan (O&P) 50
8.1 Umum 50
8.2 Manual O&P 50
8.3 Operasi sistem ventilasi 50
8.4 Pemeliharaan sistem ventilasi 50
Lampiran A (normatif) Efisiensi sistem ventilasi multi-zona: prosedur alternatif 54
Lampiran B (normatif) Pemisahan outlet udara buang (*exhaust*) dan udara pengambilan (*intake*) luar ruangan 59
Lampiran C (normatif) Efektivitas distribusi zona udara: prosedur alternatif 63
Lampiran D (normatif) Laju ventilasi untuk fasilitas nonperawatan yang tidak tercakup dalam SNI 6572-3 65
Lampiran E (informatif) Materi penjelasan 66
Lampiran F (informatif) Persamaan kesetimbangan massa yang dapat diterima untuk digunakan dengan Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR) 67
Lampiran G (informatif) Perhitungan laju ventilasi yang disederhanakan untuk sistem resirkulasi multi-zona yang hanya melayani kategori hunian tertentu di bangunan gedung yang sudah ada 70
Lampiran H (informatif) Penerapan 72
Lampiran I (informatif) Dokumentasi 75
Lampiran J (informatif) Informasi tentang ventilasi alami 77
Lampiran K (normatif) Kepatuhan 82
Lampiran L (informatif) Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR) 89
Lampiran M (informatif) Contoh perhitungan 91
Bibliografi 99

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis ari SNI 6572:2024

Daftar tabel

Tabel 1 – Jarak pemisahan minimum *intake* udara 12
Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan 24
Tabel 3 – Laju pembuangan (*exhaust*) minimum 29
Tabel 4 – *Airstream* atau sumber 31
Tabel 5 – Efektivitas distribusi udara zona (E_z) 33
Tabel 6 – Campuran senyawa 40
Tabel 7 – Luas bukaan minimal: bukaan tunggal [a)] 44
Tabel 8 – Luas bukaan minimal: dua bukaan yang terpisah secara vertikal [a)] 44
Tabel 9 – Metode pengujian laboratorium yang diperbolehkan 49
Tabel 10 – Spesifikasi minimum instrumen pembacaan langsung (*direct-reading)* 49
Tabel 11 – Jumlah titik pengukuran 49
Tabel 12 – Kegiatan pemeliharaan dan frekuensi minimum untuk sistem ventilasi dan komponen terkait 51
Tabel B.1 – Jarak pemisahan minimum 60
Tabel B.2 – Kecepatan pelepasan udara buang (*exhaust*) 61
Tabel B.3 – Faktor pengenceran minimum 61
Tabel D.1 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan 65
Tabel F.1 – Aliran udara luar zona yang disyaratkan atau konsentrasi kontaminan zona pernapasan dengan resirkulasi dan filtrasi untuk sistem zona-tunggal 67
Tabel G.1 – Laju aliran primer dan udara luar minimum 70
Tabel I.1 – Contoh templat dokumentasi PKUDR 75
Tabel J.1 – Rentang intensitas ventilasi 78
Tabel K.1 – Contoh templat dokumentasi kriteria desain ventililasi bangunan 87
Tabel M.1 – Ringkasan zona ruang untuk contoh perhitungan prosedur KUDR sistem zona tunggal 93
Tabel M.2 – Nilai konsentrasi kontaminan 94
Tabel M.3 – Kontaminan yang menjadi perhatian dan batas konsentrasi 94
Tabel M.4 – Laju pembentukan dan konsentrasi udara luar ruang 95
Tabel M.5 – Hasil akhir konsentrasi kontaminan 96
Tabel M.6 – Hasil perhitungan 97

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis SNI 6572:2024

Daftar gambar

Gambar 1 – Bukaan sisi tunggal 42
Gambar 2 – Bukaan sisi ganda 42
Gambar A.1 – Skema sistem ventilasi..... 57
Gambar B.1 – Kecepatan aliran udara buang (*exhaust*)..... 62
Gambar E.1 – Sistem ventilasi..... 66
Gambar F.1 – Skematik sistem ventilasi - Sistem VUK tanpa infiltrasi/eksfiltrasi..... 68
Gambar F.2 – Skematik sistem ventilasi - Sistem VUV tanpa infiltrasi/eksfiltrasi. 69
Gambar M.1 – Grafik hunian kantor pada hari sibuk (*peak-day*)..... 91
Gambar M.2 – Grafik hunian ruang prafungsi pada hari sibuk (*peak-day*)..... 93

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisas dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis ori SNI 6572:2024

Prakata

SNI 6572-1:2024, *Tata cara perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung – Bagian 1: Bangunan gedung nonresidensial,* yang dalam bahasa Inggris berjudul *Design procedure for building ventilation system - Part 1: Nonresidential building,* merupakan standar revisi dari SNI 03-6572-2001, *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung* yang disusun dengan jalur metode pengembangan sendiri dan ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional Tahun 2024.

Revisi Standar Nasional Indonesia (SNI) ini merupakan penyesuaian dengan perkembangan teknologi dan standar referensi yang terbaru, serta menjadi jalan keluar untuk pemecahan masalah perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung nonresidensial.

Berikut ini adalah ringkasan perubahan utama yang ada dalam Standar ini.

- Penegasan lingkup penggunaan SNI yaitu untuk bangunan gedung nonresidensial
- Penambahan uraian dan perhitungan untuk ventilasi alami dan ventilasi mekanik pada bangunan gedung nonresidensial
- Perubahan tabel laju ventilasi
- Penambahan persyaratan terkait konstruksi dan pengoperasian sistem
- Penambahan persyaratan terkait Operasi dan Pemeliharaan (O&P)
- Penambahan lampiran normatif dan lampiran informatif (Lampiran A sampai Lampiran M)
- Pemutakhiran dan penambahan penggunaan referensi, standar, dan peraturan yang diacu acuan normatif serta bibliografi

Standar ini merupakan bagian dari seri SNI 6572, *Tata cara perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung*, yang terdiri dari beberapa bagian yaitu:

1. Bagian 1: Bangunan gedung nonresidensial
2. Bagian 2: Bangunan gedung residensial
3. Bagian 3: Bangunan gedung fasilitas pelayanan kesehatan
4. Bagian 4: Pengendalian aerosol infeksius

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 91-09, Perencanaan Sains Bangunan Gedung. Standar ini telah dibahas melalui rapat teknis dan disepakati dalam rapat konsensus pada tanggal 14 Desember 2023 di Bandung serta melalui aplikasi telekonferensi, yang dihadiri oleh para pemangku kepentingan (*stakeholders*) terkait, yaitu perwakilan dari pemerintah, pelaku usaha, konsumen, dan pakar, serta instansi teknis terkait lainnya.

Standar ini telah melalui tahap jajak pendapat pada tanggal 3 Juni 2024 sampai dengan 17 Juni 2024 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Untuk menghindari kesalahan dalam penggunaan Standar ini, disarankan bagi pengguna standar menggunakan dokumen SNI yang dicetak dengan tinta berwarna.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari Standar ini dapat berupa hak kekayaan intelektual (HAKI). Namun selama proses perumusan SNI, Badan Standardisasi Nasional telah memperhatikan penyelesaian terhadap kemungkinan adanya HAKI terkait substansi SNI. Apabila setelah penetapan SNI masih terdapat permasalahan terkait HAKI, Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab mengenai bukti, validitas, dan ruang lingkup dari HAKI tersebut.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09
Salinan dokumen ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Pendahuluan

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung mengamanatkan bahwa aspek kesehatan merupakan salah satu aspek yang perlu dipenuhi oleh setiap bangunan gedung sesuai fungsi dan klasifikasi bangunan. Sistem penghawaaan merupakan salah satu sistem yang perlu dipenuhi dalam aspek kesehatan. Tujuan dari sistem penghawaan dalam bangunan gedung yaitu untuk menjamin terjadinya pergantian udara segar, menjaga kualitas udara sehat dalam ruangan dan dalam bangunan, serta menghilangkan kelembapan, bau, asap, panas, bakteri, partikel debu, dan polutan di udara sesuai kebutuhan. Ketentuan sistem penghawaaan bangunan gedung terdiri dari ventilasi alami dan ventilasi mekanis.

Untuk memenuhi amanat tersebut, maka diperlukan Norma, Standar, Prosedur dan Kriteria (NSPK) tentang ketentuan sistem ventilasi, khususnya perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung nonresidensial. NSPK terkait sistem ventilasi di Indonesia yaitu SNI 03-6572-2001, *Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung* sudah berusia lebih dari 20 tahun dan belum diperbaharui kembali. Oleh karena itu, diperlukan pembaharuan dengan melakukan revisi SNI 03-6572-2001 dengan mengikuti kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan serta perkembangan standar internasional yang ada.

Diharapkan Standar ini dapat dimanfaatkan oleh perencana, pelaksana, pengawas, dan pengelola bangunan gedung dalam merancang sistem ventilasi pada bangunan gedung nonresidensial.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisas dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tata cara perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung – Bagian 1: Bangunan gedung nonresidensial

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini berlaku untuk ruang yang diperuntukkan bagi hunian manusia di dalam bangunan gedung, kecuali ruang di dalam unit hunian pada bangunan gedung residensial yang penghuninya bersifat tidak sementara (nontransien).

1.2 Standar ini mendefinisikan persyaratan untuk desain, instalasi, *commissioning*, operasi, dan pemeliharaan (O&P) pada sistem ventilasi dan sistem pembersihan udara.

1.3 Selain ventilasi, Standar ini berisi persyaratan terkait dengan beberapa kontaminan dan sumber kontaminan, termasuk udara luar, proses konstruksi, kelembapan, dan pertumbuhan biologis.

1.4 Standar ini tidak menentukan persyaratan laju ventilasi spesifik untuk hal-hal berikut ini:

a. Area ETS
b. Area non ETS yang pemisahnya tidak memenuhi persyaratan dalam Standar ini.
c. Area perawatan pasien yang tidak terdaftar dalam Standar ini.
d. Laboratorium dengan bahan berbahaya.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penerapan Standar ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi yang disebutkan yang berlaku. Untuk acuan tidak bertanggal, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan tersebut (termasuk seluruh perubahan/amendemennya).

SNI 6572-3, *Tata cara perancangan sistem ventilasi pada bangunan gedung – Bagian 3: Bangunan gedung fasilitas pelayanan kesehatan*

SNI 7119.10, *Udara ambien - Bagian 10: Cara uji kadar karbon monoksida (CO) menggunakan metode Non Dispersive Infra Red (NDIR)*

SNI 7119.14, *Udara ambien - Bagian 14: Cara uji partikel dengan ukuran $PM_{2,5}$ menggunakan peralatan High Volume Air Sampler (HVAS) dengan metode gravimetri*

ANSI/ASHRAE Standard 52.2, *Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size*

ISO 16890-1, *Air Filters for General Ventilation Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM)*

3 Istilah, definisi, dan singkatan

3.1 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dokumen ini, istilah dan definisi berikut ini berlaku.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

3.1.1
area bebas ETS (*Environmental Tobacco Smoke*)
area yang tidak memperbolehkan kegiatan merokok dan dipisahkan dari area ETS sesuai dengan persyaratan dari Standar ini

CATATAN Area dilarang merokok belum tentu merupakan area bebas ETS.

3.1.2
area ETS
area yang memperbolehkan kegiatan merokok dan tidak dipisahkan dari area yang memperbolehkan kegiatan merokok sesuai dengan persyaratan pada Pasal 5.3 dalam Standar ini

3.1.3
bahan berbahaya
zat, bahan kimia dan biologi, baik dalam bentuk tunggal maupun campuran yang dapat membahayakan kesehatan dan lingkungan hidup secara langsung atau tidak langsung, yang mempunyai sifat racun (toksisitas), karsinogenik, teratogenik, mutagenik, korosif, dan iritasi

3.1.4
bangunan gedung nonresidensial
semua bangunan gedung kecuali bangunan gedung fungsi hunian yang bertingkat rendah

3.1.5
bangunan gedung residensial
bangunan gedung fungsi hunian yang bertingkat rendah

3.1.6
bau
kualitas dari gas, cairan, atau partikel yang merangsang organ penciuman

3.1.7
campuran kontaminan
dua atau lebih kontaminan yang menargetkan sistem organ yang sama

3.1.8
***Demand Controlled Ventilation* (DCV)**
cara/sarana yang mengakibatkan aliran udara luar zona pernapasan ( ) dapat bervariasi ke ruang yang dihuni berdasarkan jumlah penghuni aktual atau yang diperkirakan, kebutuhan ventilasi zona yang dihuni, atau keduanya

3.1.9
efektivitas distribusi udara zona
rasio perubahan konsentrasi kontaminan antara suplai udara dan buangan udara terhadap perubahan konsentrasi kontaminan antara suplai udara dan zona pernapasan

3.1.10
eksfiltrasi
kebocoran udara (ke luar) yang tidak terkendali dari ruang terkondisi melalui celah-celah atau lubang yang tidak direncanakan pada langit-langit, lantai, dan dinding menuju ruang tak terkondisi atau ke luar ruangan yang disebabkan oleh perbedaan tekanan di sepanjang celah tersebut akibat angin, perbedaan suhu di dalam dan di luar ruangan (*stack effect*), serta ketidakseimbangan antara laju aliran udara luar dan aliran udara buang (*exhaust)*

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09
dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

3.1.11
Environmental Tobacco Smoke **(ETS)**
gas beracun yang dikeluarkan dari pembakaran produk tembakau yang biasanya mengandung *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAHs) yang berbahaya bagi kesehatan manusia

3.1.12
infiltrasi
kebocoran udara yang tidak terkendali ke dalam ruang terkondisi melalui celah-celah atau lubang yang tidak direncanakan pada langit-langit, lantai, dan dinding dari ruang tak terkondisi atau dari luar bangunan gedung yang disebabkan oleh perbedaan tekanan (ΔP) yang sama yang mengakibatkan eksfiltrasi

3.1.13
konsentrasi
jumlah suatu zat yang terdispersi dalam jumlah zat lain yang telah ditentukan

3.1.14
kontaminan
suatu zat yang tidak diinginkan yang terdapat di udara dan berpotensi menurunkan kualitas udara yang dapat diterima

3.1.15
Kualitas Udara Dalam Ruangan (KUDR) yang dapat diterima
udara di dalam ruangan yang mana tidak ada kontaminan yang diketahui pada konsentrasi berbahaya, seperti yang ditentukan oleh Otoritas Berwenang Setempat (OBS), dan mayoritas besar (80 % atau lebih) orang yang terpapar tidak menyatakan ketidakpuasan

3.1.16
luas bidang bukaan yang dapat dibuka
luas neto dari suatu bukaan yang tidak terhalang

3.1.17
mikroorganisme
organisme mikroskopis, terutama bakteri, jamur, atau protozoa

3.1.18
mode
cara operasional zona dalam bangunan gedung

3.1.18.1
mode terisi (*occupied mode*)
ketika sebuah zona dijadwalkan untuk dihuni

CATATAN Apabila sebuah zona tidak dijadwalkan untuk dihuni maka disebut dengan mode kosong

3.1.18.2
mode sedia terisi/terjadwal (*occupied standby mode - OS*)
ketika sebuah zona dijadwalkan untuk dihuni dan sensor penghuni menunjukkan populasi nol di dalam zona tersebut

3.1.19
mudah diakses
dapat dicapai dengan cepat guna pengoperasian tanpa memerlukan personel untuk melompati atau menghilangkan hambatan atau menggunakan alat memanjat yang tidak aman

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

seperti meja atau kursi

3.1.20
nontransien
pemakaian unit hunian atau unit tidur selama lebih dari 30 hari

3.1.21

Otoritas Berwenang Setempat (OBS)
sebuah lembaga atau organisasi perizinan bangunan gedung yang memiliki keahlian dan yurisdiksi untuk menetapkan dan mengatur batas konsentrasi kontaminan udara, atau sebuah lembaga atau organisasi yang diakui oleh perizinan bangunan gedung sebagai otoritatif dan memiliki cakupan dan keahlian untuk menetapkan pedoman, nilai batas, atau tingkat konsentrasi untuk kontaminan udara

CATATAN Dalam hal Pemerintah Daerah tidak memiliki kapasitas terkait penetapan dan pengaturan sistem ventilasi, maka kewenangan berada pada Pemerintah Pusat.

3.1.22
***particle matter* 2,5 ($PM_{2,5}$)**
partikel aerosol dengan diameter aerodinamis kurang dari atau sama dengan 2,5 µm

3.1.23

perangkat pemulihan energi
suatu perangkat atau kombinasi perangkat atau sistem untuk mentransfer panas dan/atau uap air antara aliran udara luar dan udara buang terpisah

3.1.24
ruang
zona di dalam bangunan gedung yang terdapat aktivitas di dalamnya

3.1.24.1
ruang kelas
ruang untuk kegiatan pembelajaran yang mana pengajar secara teratur mengisi dan menyimpan perlengkapan di ruangan tersebut

3.1.24.2
ruang kuliah

ruang untuk mengadakan kegiatan perkuliahan yang mana semua orang yang hadir bersifat sementara dan tidak menyimpan persediaan alat tulis di ruangan tersebut

3.1.24.3
ruang peralatan
suatu ruang (biasanya di atap) yang dikelilingi oleh tiga atau empat sisi dinding yang memiliki luas bebas kurang dari 75 %, dan panjang atau lebar ruangan tersebut tidak lebih dari tiga kali tinggi rata-rata dinding

CATATAN Luas bebas dinding adalah rasio antara luas area dari lubang pada dinding, seperti lubang di antara bilah jalusi dan rongga, dibagi dengan luas kasar (panjang dikali tinggi) dinding

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

3.1.24.4
ruang yang dapat dihuni
suatu ruang tertutup yang ditujukan untuk kegiatan manusia, tidak termasuk ruang yang ditujukan untuk dihuni sesekali dan untuk jangka waktu singkat, seperti ruang penyimpanan, ruang peralatan, dan jalur keluar darurat

3.1.25

senyawa desain
senyawa kimia yang ditemukan di lingkungan dalam ruangan yang berpotensi menurunkan kualitas udara dan dipertimbangkan dalam perancangan Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

3.1.26
sistem distribusi udara berlapis (*stratified*)
sebuah perangkat atau kombinasi perangkat yang digunakan untuk menyediakan distribusi termal dan polutan berlapis dalam sebuah zona

3.1.27
sistem pembersihan udara
perangkat atau kombinasi perangkat yang diterapkan untuk mengurangi konsentrasi kontaminan udara seperti mikroorganisme, debu, asap, partikel yang dapat dihirup, materi partikulat lainnya, gas, uap, atau kombinasi dari semuanya

3.1.28
udara
campuran berbagai gas yang tidak berwarna dan tidak berbau

CATATAN Ilustrasi untuk udara yang tercantum dalam Pasal 3.1.28.1 sampai dengan Pasal 3.1.28.13 dapat dilihat pada Lampiran E, Gambar E.1.

3.1.28.1
udara ambien
udara di sekitar bangunan gedung atau sumber udara luar yang masuk ke dalam bangunan gedung

3.1.28.2
udara balik (*return*)
udara yang dikeluarkan dari suatu ruang untuk diresirkulasi atau dibuang

3.1.28.2.1
udara balik melalui langit-langit
udara yang dikeluarkan dari ruang lebih dari 1,4 m di atas lantai

3.1.28.2.2
udara balik melalui lantai
udara yang dikeluarkan dari ruang yang berada kurang dari 1,4 m di atas lantai

3.1.28.3
udara buang (*exhaust*)
udara yang dikeluarkan dari suatu ruangan dan dibuang ke luar bangunan dengan menggunakan sistem ventilasi alami atau ventilasi mekanik

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

3.1.28.4
udara dalam ruangan
udara di dalam bangunan gedung, terutama yang berkaitan dengan kesehatan dan kenyamanan penghuni bangunan gedung

3.1.28.5
udara dingin

udara yang suhunya lebih rendah dari suhu rata-rata di dalam ruangan

3.1.28.6
udara hangat
udara yang suhunya lebih tinggi dari suhu rata-rata di dalam ruangan

3.1.28.7
udara luar
udara sekitar bangunan gedung (udara ambien) yang masuk ke dalam bangunan melalui sistem ventilasi, celah-celah yang direncanakan untuk ventilasi alami, atau infiltrasi

3.1.28.8
udara pengganti
kombinasi dari udara luar dan udara transfer yang ditujukan untuk menggantikan udara buang dan eksfiltrasi

3.1.28.9
udara primer
udara yang dipasok ke zona ventilasi sebelum dicampur dengan udara yang diresirkulasi secara lokal

3.1.28.10
udara resirkulasi
udara yang dikeluarkan dari suatu ruangan, atau diolah di dalam ruangan, yang digunakan kembali sebagai udara suplai

3.1.28.11
udara suplai
udara yang dialirkan oleh ventilasi mekanik atau alami ke suatu ruang dan terdiri dari kombinasi udara luar, udara resirkulasi, atau udara transfer

3.1.28.11.1
udara suplai melalui langit-langit
udara yang disuplai ke ruang lebih dari 1,4 m di atas lantai

3.1.28.11.2
udara suplai melalui lantai
udara yang disuplai ke ruangan kurang dari 1,4 m di atas lantai

3.1.28.12
udara transfer
udara yang dipindahkan dari satu ruang dalam ke ruang dalam lainnya

3.1.28.13

udara ventilasi
bagian dari udara suplai yang merupakan udara luar ditambah dengan udara yang diresirkulasi yang telah diolah untuk menjaga KUDR yang dapat diterima

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

3.1.29
unit hunian
unit tunggal yang menyediakan fasilitas hidup lengkap dan independen untuk satu atau lebih orang, termasuk fasilitas permanen untuk tinggal, tidur, makan, memasak, dan sanitasi

3.1.30
unit tidur

sebuah ruangan yang di dalamnya terdapat aktivitas tidur, yang mencakup fasilitas permanen untuk tinggal, makan, dan salah satu dari fasilitas sanitasi atau dapur tetapi tidak keduanya.

CATATAN Apabila terdapat keduanya, maka ruangan dan area seperti itu disebut unit hunian, bukan unit tidur.

3.1.31
ventilasi
proses penyediaan udara ke dalam atau penghilangan udara dari suatu ruang dengan tujuan mengontrol tingkat kontaminan udara, kelembapan, atau suhu di dalam ruangan tersebut

3.1.31.1
ventilasi alami
ventilasi yang disediakan melalui efek termal, angin, atau difusi melalui pintu, jendela, atau bukaan yang direncanakan lainnya di dalam bangunan gedung

3.1.31.2
ventilasi mekanik
ventilasi dengan menggunakan peralatan berdaya listrik seperti kipas (*fan*) dan blower yang digerakkan oleh motor, tetapi bukan dengan perangkat seperti ventilator turbin yang digerakkan oleh angin atau jendela yang dibuka-tutup secara mekanik

3.1.32
zona pernapasan
daerah di dalam ruang yang dihuni antara bidang 75 mm dan 1.800 mm [3 in dan 72 in] di atas lantai dan lebih dari 600 mm [2 ft] dari dinding atau peralatan pendingin udara tetap

3.1.33
zona ventilasi
setiap area dalam ruangan yang membutuhkan ventilasi dan terdiri dari satu atau lebih ruang dengan kategori hunian yang sama (lihat Tabel 3), kepadatan penghuni, efektivitas distribusi udara zona (lihat Pasal 6.2.1.2), dan aliran udara primer zona desain (lihat Pasal 6.2.4.3.2 dan Lampiran A) per unit area

CATATAN Sebuah zona ventilasi tidak selalu menjadi zona kontrol termal independen, namun ruang yang dapat digabungkan untuk tujuan perhitungan beban termal sering dapat digabungkan menjadi satu zona untuk tujuan perhitungan ventilasi

3.2 Singkatan

AABC : *Associated Air Balance Council*
ACH : *Air Changes per Hour* (pertukaran udara per jam)
AgBB : *Committee for Health Related Evaluation of Building Products*
AHU : *Air Handling Unit* (unit penanganan udara)
ANSI : *American National Standards Institute*
CIBSE : *Chartered Institution of Building Services Engineers*
CREL : *Chronic Reference Exposure Levels* (tingkat paparan referensi kronis)
DCV : *Demand Controlled Ventilation* (ventilasi terkendali berdasarkan permintaan)

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

ETS : *Environmental Tobacco Smoke*
FCU : *Fan Coil Unit* (unit koil kipas)
HVAC : *Heating, Ventilation, and Air Conditioning*
I-P : satuan *Inch-Pound*
ISO : *International Organization for Standardization*
KUDR : Kualitas Udara Dalam Ruangan
K3 : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
LV : Laju Ventilasi
LCI : *Lowest Concentration of Interest* (konsentrasi terendah yang menarik perhatian)
MCDB : *Mean Coincident Dry-Bulb*
MERV : *Minimum Efficiency Reporting Value* (nilai pelaporan efisiensi minimum)
NAAQS : *National Ambient Air Quality Standards*
NEBB : *National Enviromental Balancing Bureau*
OBS : Otoritas Berwenang Setempat
OS : *Occupied Standby* (*standby* saat dihuni)
O&P : Operasi dan Pemeliharaan
PKUDR : Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan
PLV : Prosedur Laju Ventilasi
PVA : Prosedur Ventilasi Alami
PM : *Particulate Matter* (materi partikulat)
RH : *Relative Humidity*
SI : satuan Sistem Internasional
TAB : *Testing, Adjusting, Balancing* (pengujian, pengaturan, penyeimbangan)
UL : *Underwriters Laboratories*
VUK : Volume Udara Konstan (*Constant Air Volume - CAV*)
VUV : Volume Udara Variabel (*Variable Air Volume - VAV*)

4 Kualitas udara luar ruang

Kualitas udara luar ruang harus diperiksa sesuai dengan Pasal 4.1 dan Pasal 4.2 sebelum penyelesaian desain sistem ventilasi. Hasil pemeriksaan ini harus didokumentasikan sesuai dengan Pasal 4.3.

4.1 Kualitas udara regional

Status kepatuhan terhadap baku mutu udara ambien harus ditentukan untuk wilayah geografis lokasi bangunan gedung sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

4.2 Kualitas udara lokal

Survei observasional terhadap lokasi bangunan gedung dan sekitarnya harus dilakukan selama jam kerja normal bangunan gedung untuk mengidentifikasi kontaminan lokal dari fasilitas sekitar yang akan menjadi perhatian jika masuk ke dalam bangunan gedung.

4.3 Dokumentasi

Dokumentasi pemeriksaan kualitas udara luar ruang harus ditinjau dengan pemilik bangunan gedung atau perwakilan dan minimal harus mencakup hal-hal berikut:

a. Status kepatuhan kualitas udara regional
b. Informasi survei lokal:
    1) Tanggal pengamatan
    2) Waktu pengamatan
    3) Deskripsi lokasi
    4) Deskripsi fasilitas di lokasi dan di properti yang bersebelahan/berdekatan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

5) Pengamatan bau atau iritan
6) Pengamatan *plume* yang terlihat atau kontaminan udara yang terlihat
7) Deskripsi sumber asap kendaraan di lokasi dan di properti yang bersebelahan/berdekatan
8) Identifikasi sumber kontaminan potensial di lokasi dan dari properti yang bersebelahan/berdekatan, termasuk yang hanya beroperasi secara musiman

c. Kesimpulan mengenai penerimaan kualitas udara luar ruang dan informasi yang mendukung kesimpulan tersebut.

CATATAN Dokumentasi untuk kualitas udara luar dapat dilihat pada Lampiran I.

5 Sistem dan perlengkapan

5.1 Selubung bangunan gedung dan permukaan interior

Selubung bangunan gedung dan permukaan interior di dalam selubung bangunan gedung harus dirancang sesuai dengan Pasal 5.1.1 dan Pasal 5.1.2.

5.1.1 Selubung bangunan gedung

Selubung bangunan gedung, termasuk atap, dinding, sistem jendela, dan fondasi, harus memenuhi hal-hal berikut:

a. Penghalang cuaca atau cara lain harus disediakan untuk mencegah penetrasi air ke dalam selubung. Hal ini tidak disyaratkan ketika selubung dirancang untuk memungkinkan penetrasi air insidental terjadi tanpa merusak konstruksi selubung.
b. *Retarder* uap yang ditempatkan dengan tepat atau sarana lain harus disediakan untuk membatasi difusi uap air guna mencegah kondensasi pada permukaan dingin di dalam selubung. Hal ini tidak disyaratkan ketika selubung dirancang untuk mengelola kondensasi insidental tanpa merusak konstruksi selubung.
c. Sendi *(joint)* eksterior, sambungan, atau penetrasi pada selubung bangunan gedung yang merupakan jalur kebocoran udara harus dicat, diberi gasket, dilengkapi dengan penghalang udara yang kontinu, atau diresapi untuk membatasi infiltrasi melalui selubung guna mengurangi masuknya udara lembap dan polutan udara luar yang tidak terkontrol. Hal ini tidak disyaratkan di daerah dengan tanah yang mengandung radon berkonsentrasi tinggi atau kontaminan gas tanah lainnya, OBS mungkin memberlakukan langkah tambahan seperti pengurangan tekanan di bawah lantai.

5.1.2 Kondensasi pada permukaan interior

Pipa, saluran udara (*ducting*), dan permukaan lain di dalam bangunan gedung yang suhu permukaannya diperkirakan akan turun di bawah suhu titik embun sekitarnya harus diisolasi. Tahanan termal sistem isolasi dan karakteristik material harus mencegah terbentuknya kondensat pada permukaan terbuka dan di dalam material isolasi.

5.2 Bangunan gedung dengan garasi parkir berdempet

Untuk membatasi masuknya gas buang kendaraan bermotor ke dalam ruang yang dapat dihuni, bangunan gedung dengan garasi parkir berdempet harus dirancang untuk:

a. menjaga tekanan di dalam garasi pada atau di bawah tekanan ruang yang dapat dihuni yang bersebelahan;
b. menggunakan vestibula untuk menyediakan ruang udara terkunci antara garasi dan ruang yang dapat dihuni yang bersebelahan; atau
c. membatasi perpindahan udara dari garasi parkir berdempet ke ruang yang dapat dihuni yang bersebelahan dengan cara yang disetujui oleh OBS.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisa dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

5.3 Persyaratan untuk bangunan gedung yang memiliki area ETS dan area bebas ETS

Persyaratan dari Pasal 5.3 harus dipenuhi apabila sebuah bangunan gedung memiliki baik area ETS maupun area bebas ETS. Bangunan gedung tersebut harus dibangun dan dioperasikan sesuai dengan Pasal 5.3.1 sampai Pasal 5.3.8. Pasal ini tidak bertujuan untuk mencapai KUDR yang dapat diterima di area ETS.

5.3.1 Klasifikasi

Semua ruangan harus diklasifikasikan sebagai area bebas ETS atau area ETS.

5.3.2 Pemberian tekanan

Area bebas ETS harus memiliki tekanan positif dibandingkan dengan area ETS yang bersebelahan atau terhubung. Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk:

1) Unit hunian, termasuk kamar tamu hotel dan motel, dan properti bersebelahan dengan kepemilikan yang berbeda yang memiliki dinding pemisah yang independen secara struktural dan tidak memiliki bukaan. Pengecualian ini hanya berlaku jika:
   a) dinding pemisah dibangun sebagai penghalang asap sesuai dengan persyaratan standar yang berlaku;
   b) dinding pemisah termasuk penghalang udara yang terdiri dari membran yang kontinu atau perlakuan permukaan pada dinding pemisah yang memiliki ketahanan terdokumentasi terhadap kebocoran udara-kontinuitas penghalang harus dipertahankan pada bukaan untuk pipa, saluran udara (*ducting*), dan saluran lainnya serta pada titik di mana penghalang bertemu dengan dinding luar dan penghalang lainnya; dan
   c) koridor interior yang digunakan bersama oleh area ETS dan area bebas ETS disuplai dengan udara luar secara mekanis dengan laju 0,5 L/s·m^2 [0,1 cfm/ft^2].
2) Ruang bersebelahan yang seharusnya dijaga dengan tekanan negatif dan dipasangi tanda karena adanya bahan atau uap berbahaya atau mudah terbakar.

CATATAN Contoh metode untuk menunjukkan perbedaan tekanan relatif diantaranya meliputi analisis rekayasa, pengukuran perbedaan tekanan, dan pengukuran aliran udara.

5.3.3 Pemisahan

5.3.3.1 Dinding solid, lantai, langit-langit, dan pintu yang dilengkapi dengan mekanisme penutup otomatis harus memisahkan area ETS dari area bebas ETS.

5.3.3.2 Bukaan tanpa pintu diperbolehkan dalam pemisahan apabila sistem yang direkayasa dirancang untuk menyediakan aliran udara dari area bebas ETS ke area ETS, terlepas dari pusaran udara yang mungkin terjadi di sekitar batas antara area ETS dan area bebas ETS serta aliran balik yang mungkin terjadi karena kondisi jangka pendek seperti hembusan angin.

CATATAN Contoh metode untuk mendemonstrasikan pergerakan udara meliputi analisis rekayasa dan penggunaan indikator aliran udara terarah pada lokasi representatif di dalam bukaan, seperti pada jarak 0,3 m [1 ft] atau pada lokasi yang diperlukan untuk penelusuran saluran udara (*ducting*) dalam prosedur pengujian, pengaturan, dan penyeimbangan (*Testing, Adjusting, Balancing* - TAB) sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

5.3.4 Udara transfer

Laju aliran udara transfer harus dipertahankan apabila udara ditransfer dari area bebas ETS

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

ke area ETS, terlepas dari keadaan pintu atau jendela yang dapat dioperasikan antara area bebas ETS dan area ETS yang terbuka atau tertutup. Cara yang dapat diterima untuk melakukannya yaitu termasuk bukaan tetap pada pintu, dinding, atau lantai, *grille* transfer, saluran udara (*ducting*) transfer, atau plenum udara tanpa *ducting* dengan perbedaan tekanan udara sesuai dengan Pasal 5.3.2.

5.3.5 Resirkulasi

Sistem AHU dan ventilasi alami harus tidak mensirkulasi atau mentransfer udara dari area ETS ke area bebas ETS.

5.3.6 Sistem pembuangan (*exhaust*)

Udara buang (*exhaust/relief*) dari area ETS harus dikeluarkan sedemikian rupa sehingga tidak ada udara yang dikembalikan ke area bebas ETS.

5.3.7 Marka

Sebuah marka harus dipasang di luar setiap pintu masuk ke setiap area ETS. Marka tersebut harus menyatakan, setidaknya, "Area Ini Mungkin Mengandung ETS," dengan huruf setinggi setidaknya 25 mm [1 in] atau sesuai dengan pedoman aksesibilitas.

CATATAN 1 Selain marka yang ditentukan, sarana pemberitahuan yang setara yang disetujui oleh OBS dapat digunakan.

CATATAN 2 Berdasarkan definisi area ETS, marka tersebut dapat dipasang di luar area ETS dengan cakupan area yang lebih luas dari area kegiatan merokok yang diperbolehkan.

5.3.8 Reklasifikasi

Sebuah area yang sebelumnya merupakan area ETS, diperbolehkan untuk diklasifikasikan sebagai area bebas ETS dengan syarat paparan asap telah berhenti serta bau dan iritasi dari kontaminan ETS yang tersisa tidak terasa.

5.4 Saluran pengambilan (*intake*) udara luar

Saluran pengambilan (*intake*) udara luar sistem ventilasi harus dirancang sesuai dengan Pasal 5.4.1 sampai Pasal 5.4.4.

5.4.1 Lokasi

Saluran pengambilan (*intake*) udara luar (termasuk bukaan yang diperlukan sebagai bagian dari sistem ventilasi alami) harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga jarak terpendek dari saluran udara (*ducting*) ke sumber kontaminan luar spesifik yang tercantum dalam Tabel 1 setidaknya sama dengan:

a. jarak pemisahan dalam Tabel 1, atau
b. metode perhitungan yang dijelaskan pada Lampiran B dan harus memenuhi semua persyaratan lain dalam Pasal ini.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 1 – Jarak pemisahan minimum *intake* udara

Objek	Jarak minimum m [ft]
Outlet pembuangan (*exhaust*/*relief*) udara Kelas 2	3 [10]
Outlet pembuangan (*exhaust*/*relief*) udara Kelas 3	5 [15]
Outlet pembuangan (*exhaust*/*relief*) udara Kelas 4	10 [30]
Peralatan pendingin evaporatif udara buang (*exhaust*)	7,5 [25]
Peralatan pendingin evaporatif udara *intake* atau bak	5 [15]
Jalan masuk, jalan, atau tempat parkir	1,5 [5]
Masuk garasi, area pemuatan mobil, atau antrean *drive-in*	5 [15]
Area penyimpanan/pengambilan sampah, tempat sampah	5 [15]
Ventilasi pipa yang berakhir setidaknya 1 m [3 ft] di atas tingkat *intake* udara luar	1 [3]
Ventilasi pipa yang berakhir kurang dari 1 m [3 ft] di atas tingkat *intake* udara luar	3 [10]
Atap, tanah taman, atau permukaan lainnya langsung di bawah *intake* udara	0,3 [1]
Jalur lalu lintas dengan volume tinggi	7,5 [25]
Area pemuat truk atau dermaga, area parkir/*idling* bus	7,5 [25]
Ventilasi, cerobong, dan pipa dari peralatan pembakaran	5 [15]
CATATAN Kelas udara merujuk pada Pasal 5.13.	

5.4.1.1 Outlet pembuangan (*exhaust*)/*relief*

Kriteria pemisahan untuk outlet pembuangan (*exhaust/relief*) udara Kelas 2 dan Kelas 3 berlaku untuk jarak antara saluran pengambilan (*intake*) udara luar dari satu sistem ventilasi ke outlet *exhaust* dan outlet *relief* dari sistem ventilasi lainnya.

5.4.1.2 Peralatan pembakaran bahan bakar

Jarak minimum yang terkait dengan peralatan yang menggunakan bahan bakar, yaitu untuk peralatan pembakaran gas bahan bakar, peralatan pembakaran minyak, dan peralatan pembakaran lainnya harus sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

5.4.1.3 Pembuangan (*exhaust*) laboratorium

Kriteria pemisahan untuk pembuangan (*exhaust*) cerobong hisap (*fume hood*) harus memenuhi persyaratan standar yang disetujui oleh OBS.

5.4.2 Paparan air hujan

Saluran pengambilan (*intake*) udara luar yang merupakan bagian dari sistem ventilasi mekanik harus dirancang untuk mengelola paparan air hujan sesuai dengan salah satu atau lebih dari hal berikut:

a. Penetrasi air melalui pengambilan (*intake*) udara harus dibatasi hingga 21,5 g/m^2·h dari area inlet saat diuji menggunakan alat uji hujan yang sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.
b. Kisi-kisi *(louvres)* yang digunakan harus membatasi penetrasi air menjadi maksimum 3 g/m^2 dari area bebas kisi pada kecepatan pengambilan (*intake*) maksimum. Laju penetrasi air tersebut harus ditentukan untuk durasi pengujian selama minimal 15 min

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

ketika dikenakan laju aliran air sebesar 16 mL/s [0,25 gal/min] atau sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS. Air yang menembus/masuk ke dalam kisi-kisi *(louvres)* harus diatur dengan menyediakan area drainase atau perangkat penghilang kelembapan.

c. Kisi-kisi *(louvres)* yang digunakan harus membatasi penetrasi air hujan yang didorong angin menjadi kurang dari 721 g/m^2·h ketika dikenakan hujan simulasi sebesar 75 mm/h dan kecepatan angin 13 m/s pada desain kecepatan pengambilan (*intake*) udara luar dengan kecepatan udara yang dihitung berdasarkan luas permukaan kisi-kisi *(louvres).*

d. Tudung hujan yang digunakan harus berukuran maksimal 2,5 m/s [500 fpm] dengan pengambilan (*intake*) menghadap ke bawah sehingga semua udara masuk ke atas melalui bidang horizontal yang memotong permukaan solid tudung sebelum masuk ke sistem.

e. Air yang menembus/masuk ke bukaan pengambilan (*intake*) udara harus diatur dengan menyediakan area drainase atau perangkat penghilang kelembapan.

5.4.3 Intrusi air hujan

Peralatan AHU dan distribusi yang dipasang di luar ruangan harus dirancang untuk mencegah intrusi air hujan ke dalam aliran udara saat diuji dengan aliran udara dan tanpa aliran udara, menggunakan alat uji hujan yang memenuhi persyaratan standar yang disetujui oleh OBS.

5.4.4 Kawat ram burung

Pengambilan (*intake*) udara luar harus dilengkapi dengan perangkat penyaring yang dirancang untuk mencegah penetrasi oleh *probe* berdiameter 13 mm [0,5 in]. Bahan perangkat penyaring harus tahan terhadap korosi. Perangkat penyaring harus ditempatkan, atau langkah lain harus diambil, untuk mencegah burung bersarang di dalam pengambilan (*intake*) udara luar.

CATATAN Setiap permukaan horizontal dapat menjadi tempat sarang burung.

5.5 Penghilangan partikel

Filter partikel atau pembersih udara yang memenuhi salah satu dari berikut:

a. MERV tidak kurang dari 8 jika dinilai sesuai dengan ANSI/ASHRAE Standard 52.2 atau standar setara yang disetujui oleh OBS, atau
b. efisiensi minimum dalam ISO ePM$_{10}$ jika dinilai sesuai dengan ISO 16890-1 atau standar setara yang disetujui oleh OBS,

harus disediakan setelah semua koil pendingin atau perangkat lain dengan permukaan basah yang dilewati udara yang disuplai ke ruang yang dapat dihuni.

Persyaratan di atas tidak disyaratkan untuk koil pendingin yang dirancang, dikendalikan, dan dioperasikan hanya untuk memberikan pendinginan yang bersifat sensibel.

5.6 Koil tabung sirip (*finned-tube coils*) dan penukar panas (*heat exchangers*)

5.6.1 Penampung *drain*

Sebuah penampung *drain*, yang sesuai dengan Pasal 5.7, harus disediakan di bawah semua rakitan koil pendingin dehumidifikasi dan semua penukar panas yang menghasilkan kondensat.

5.6.2 Pemilihan koil tabung sirip untuk pembersihan

Koil tabung sirip tunggal atau jamak yang disusun seri tanpa ruang akses di antaranya dengan jarak minimal 457 mm [18 in] harus dipilih agar menghasilkan penurunan tekanan kombinasi

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

koil kering tidak lebih dari 187 Pa [0,75 in. H_2O] pada kecepatan bidang (*face velocity*) 2,54 m/s [500 fpm].

5.7 Penampung *drain*

Penampung *drain*, termasuk outlet dan pengedap (*seal*), harus dirancang dan dibuat sesuai dengan Pasal 5.7.1 sampai Pasal 5.7.4.

5.7.1 Kemiringan penampung *drain*

Penampung yang dimaksudkan untuk mengumpulkan dan mengalirkan air harus memiliki kemiringan setidaknya 10 mm/m [0,125 in/ft] dari horizontal menuju saluran drainase atau harus dirancang sedemikian rupa sehingga air dapat mengalir dengan bebas dari penampung baik saat *fan* aktif maupun tidak aktif.

Outlet *drain*

Outlet harus terletak di titik terendah penampung *drain* dan harus memiliki ukuran yang cukup untuk mencegah meluapnya penampung *drain* dalam kondisi operasi normal.

5.7.3 Pengedap (*seal*) *drain*

Untuk konfigurasi yang menghasilkan tekanan statis negatif di penampung *drain* relatif terhadap outlet *drain* (seperti unit dengan aliran tarik), pipa *drain* harus mencakup alat perangkap-P *(P-trap)* atau alat pengedap lain yang dirancang untuk menjaga agar pengedap tidak tersedot keluar, sambil memungkinkan *drain* mengalir sepenuhnya dalam kondisi operasi normal, baik *fan* aktif maupun tidak aktif.

5.7.4 Ukuran penampung *drain*

Penampung *drain* harus ditempatkan di bawah perangkat yang menghasilkan air. Lebar penampung *drain* harus dirancang sedemikian rupa sehingga dapat mengumpulkan tetesan air di seluruh lebar perangkat atau rangkaian yang menghasilkan air. Untuk konfigurasi aliran udara horizontal, panjang penampung *drain* harus dimulai dari permukaan atau tepi depan perangkat atau rangkaian yang menghasilkan air dan meluas ke arah hilir dari permukaan atau tepi belakang hingga jarak yang sama dengan:

a. setengah dari dimensi vertikal perangkat atau rangkaian yang terpasang, atau
b. jika diperlukan untuk membatasi sisa tetesan air di luar penampung *drain* hingga 1,5 mL/m^2 dari luas permukaan per jam dalam kondisi desain sensibel dan titik embun puncak, dengan mempertimbangkan beban laten dan kecepatan permukaan koil.

5.8 *Humidifier* dan sistem semprotan air

Humidifier uap dan evaporatif langsung, *air washer*, pendingin evaporatif langsung, dan sistem semprotan air lainnya harus dirancang sesuai dengan Pasal 5.8.1 dan Pasal 5.8.2.

5.8.1 Kualitas air

Kemurnian air harus memenuhi atau melebihi standar air minum di titik masuk ke sistem ventilasi, ruang, atau generator uap air. Uap air yang dihasilkan harus tidak mengandung aditif kimia selain zat kimia yang ada dalam sistem air minum. Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk:

1) Sistem semprotan air yang menggunakan aditif kimia yang memenuhi persyaratan standar yang disetujui oleh OBS.
2) Aditif air *boiler* yang memenuhi persyaratan standar yang disetujui oleh OBS dan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

dilengkapi dengan perangkat dosis otomatis.

5.8.2 Penghalang

Pembersih udara atau penghalang saluran udara (*ducting*), seperti *vanes* pembelok, pengatur volume, dan *offset* saluran udara (*ducting*) lebih dari 15°, yang dipasang setelah *humidifier* atau sistem semprotan air harus ditempatkan pada jarak yang sama atau lebih besar dari jarak absorpsi yang direkomendasikan oleh produsen *humidifier* atau sistem semprotan air.

CATATAN Peralatan seperti *eliminator*, koil, atau media evaporatif diperbolehkan ditempatkan dalam jarak absorpsi yang direkomendasikan oleh produsen, dengan syarat digunakan penampung *drain* yang memenuhi persyaratan Pasal 5.7 untuk menampung dan mengeluarkan air yang jatuh dari aliran udara akibat benturan pada penghalang-penghalang ini.

5.9 Perangkat pembangkit ozon

Penggunaan perangkat pembangkit ozon harus memenuhi Pasal 5.9.1 sampai Pasal 5.9.2 Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk perangkat elektronik yang digunakan secara eksklusif untuk pengoperasian peralatan dan kontrol HVAC.

CATATAN Diharapkan terjadi penghasilan ozon dari generator ozon, teknologi pemutusan korona, beberapa lampu ultraviolet, perangkat elektronik yang menciptakan reaksi kimia dalam sistem, dan beberapa perangkat yang menggunakan tegangan tinggi (>480 V). Motor dan relai adalah contoh perangkat elektronik yang dikecualikan.

5.9.1 Perangkat pembersih udara

Perangkat pembersih udara harus terdaftar dan berlabel sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

CATATAN Penggunaan perangkat yang tidak dimaksudkan untuk pembersihan udara dengan potensi untuk menghasilkan ozon sebaiknya dihindari.

5.9.2 Perangkat ultraviolet

Perangkat yang menghasilkan sinar ultraviolet pada udara suplai atau ruang harus tidak mentransmisikan panjang gelombang 185 nm.

CATATAN Perangkat ultraviolet yang digunakan dalam pengolahan sistem air tertutup dapat menghasilkan panjang gelombang 185 nm, yang dapat menghasilkan ozon.

5.10 Distribusi udara ventilasi

Sistem ventilasi harus dirancang sesuai dengan persyaratan pada Pasal 5.10.1 sampai Pasal 5.10.3.

5.10.1 Desain untuk kesetimbangan udara

Sistem distribusi udara ventilasi harus disediakan yang memungkinkan verifikasi aliran pengambilan (*intake*) udara luar (V_{ot}) di lapangan selama operasi.

Sistem distribusi udara ventilasi untuk aplikasi VUV dan *multispeed* VUK harus dilengkapi dengan sarana/cara untuk mengatur sistem guna mencapai setidaknya aliran udara ventilasi minimum yang disyaratkan pada Pasal 6 dalam setiap kondisi beban atau kondisi reset dinamis.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Sistem plenum

Ketika plenum langit-langit atau lantai digunakan baik untuk resirkulasi udara balik maupun mendistribusikan udara ventilasi ke unit terminal yang dipasang di langit-langit atau lantai, sistem harus dirancang sedemikian rupa sehingga setiap ruang diberi aliran udara ventilasi minimum yang disyaratkan.

CATATAN Sistem dengan saluran udara (*ducting*) ventilasi yang terhubung langsung ke unit termal, dianggap memenuhi persyaratan ini.

5.10.3 Dokumentasi

Dokumen desain harus menentukan persyaratan minimum untuk pengujian keseimbangan udara atau merujuk standar setara yang disetujui oleh OBS untuk pengukuran dan keseimbangan aliran udara. Dokumentasi desain harus menyebutkan asumsi yang dibuat dalam desain dengan memperhatikan laju ventilasi dan distribusi udara.

5.11 Permukaan aliran udara

Semua bidang permukaan aliran udara di dalam peralatan dan saluran udara (*ducting*) dalam sistem HVAC harus dirancang dan dibuat sesuai dengan persyaratan pada Pasal 5.11.1 dan Pasal 5.11.2.

5.11.1 Tahan terhadap pertumbuhan jamur

Permukaan material harus diuji dan ditentukan tahan terhadap pertumbuhan jamur sesuai dengan metode pengujian standar, seperti uji pertumbuhan jamur dan kelembapan sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS. Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk permukaan logam lembaran dan pengencang logam.

CATATAN Setiap permukaan aliran udara yang terus-menerus basah masih rentan terhadap pertumbuhan mikroba meskipun tahan terhadap pertumbuhan jamur.

5.11.2 Ketahanan terhadap erosi

Material permukaan aliran udara harus diuji sesuai dengan uji erosi yang memenuhi persyaratan standar yang disetujui oleh OBS dan harus tidak patah, retak, mengelupas, atau menunjukkan tanda delaminasi atau erosi yang berlanjut dalam kondisi pengujian. Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk permukaan logam lembaran dan pengencang logam.

5.12 Bangunan gedung yang didinginkan secara mekanis atau secara evaporatif tidak langsung

Sistem yang mendinginkan dengan cara mekanis atau evaporatif tidak langsung harus dirancang untuk membatasi kelembapan dalam ruangan hingga titik embun maksimum 15°C [60°F] selama jam-jam terisi maupun kosong ketika titik embun udara luar berada di atas 15°C [60°F]. Batas titik embun harus tidak melebihi saat kinerja sistem dianalisis dengan udara luar pada kondisi desain dehumidifikasi (yaitu, desain titik embun dan suhu MCDB) dan dengan beban interior ruangan (sensibel dan laten) pada nilai desain pendinginan serta beban solar ruangan nol.

Persyaratan di atas tidak disyaratkan untuk:

1) Ruang yang dilengkapi dengan material, perakitan, pelapis, dan perabotan yang tahan terhadap pertumbuhan mikroba dan tidak rusak oleh kelembapan udara dalam ruangan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

yang tinggi secara terus-menerus.

2) Selama periode kosong semalam yang tidak melebihi 12 h, batas titik embun 15°C [60°F] tidak berlaku, asalkan RH dalam ruangan tidak melebihi 65 % setiap saat selama periode tersebut.

CATATAN 1 Contoh ruang yang mungkin dikecualikan adalah kamar mandi, ruang kolam renang, dapur, ruang spa, atau ruang gudang setengah terkondisi yang berisi konten penyimpanan yang tidak rusak oleh kelembapan udara dalam ruangan yang tinggi secara terus-menerus atau pertumbuhan mikroba.

CATATAN 2 Persyaratan ini mengurangi risiko pertumbuhan mikroba di bangunan dan ruang di dalamnya, karena membatasi jumlah uap air dalam ruangan yang dapat mengembun atau diserap ke permukaan yang didinginkan secara mekanis. Berlakunya batas titik embun ini secara eksplisit diperpanjang hingga periode kosong karena adanya preseden tentang pertumbuhan jamur di sekolah, apartemen, asrama, dan bangunan umum yang dikondisikan secara tidak terus-menerus (*intermittent*) selama periode kosong ketika titik embun udara luar di atas 15°C [60°F].

5.13 Klasifikasi udara dan resirkulasi

Udara harus diklasifikasikan, dan resirkulasinya harus dibatasi sesuai dengan Pasal 5.13.1 sampai Pasal 5.13.4.

5.13.1 Klasifikasi

Udara balik, transfer, atau buangan yang keluar dari setiap ruang atau lokasi harus ditentukan dengan klasifikasi kualitas udara yang diharapkan tidak kurang dari yang tercantum dalam Tabel 2, Tabel 3, atau Tabel 4 atau yang disetujui oleh OBS. Udara yang keluar dari ruang atau lokasi yang tidak tercantum dalam Tabel 2, Tabel 3, atau Tabel 4 harus diberi klasifikasi yang sama dengan udara dari ruang atau lokasi yang paling mirip yang tercantum dalam hal aktivitas penghuni dan fungsi bangunan gedung.

Persyaratan di atas tidak disyaratkan untuk udara dari ruang yang mengandung ETS. (Klasifikasi udara dari ruang yang mengandung ETS tidak dibahas. Ruang yang diperkirakan mengandung ETS tidak memiliki klasifikasi yang tercantum dalam Tabel 2).

Klasifikasi dalam Tabel 2, Tabel 3, atau Tabel 4 didasarkan pada konsentrasi kontaminan relatif menggunakan kriteria subjektif berikut:

1) Kelas 1: Udara dengan konsentrasi kontaminan rendah, intensitas iritasi sensorik rendah, dan bau yang tidak mengganggu.
2) Kelas 2: Udara dengan konsentrasi kontaminan sedang, intensitas iritasi sensorik ringan, atau bau yang sedikit mengganggu. (Udara Kelas 2 juga mencakup udara yang tidak selalu berbahaya atau tidak disukai tetapi tidak sesuai untuk transfer atau resirkulasi ke ruang yang digunakan untuk tujuan yang berbeda).
3) Kelas 3: Udara dengan konsentrasi kontaminan signifikan, intensitas iritasi sensorik signifikan, atau bau yang mengganggu.
4) Kelas 4: Udara dengan uap atau gas yang sangat tidak disukai atau dengan partikel, bioaerosol, atau gas berbahaya potensial, pada konsentrasi yang cukup tinggi untuk dianggap berbahaya.

5.13.2 Pembaruan klasifikasi

5.13.2.1 Pembersihan udara

Jika udara yang keluar dari sebuah ruang atau lokasi melewati sistem pembersihan udara, maka pembaruan klasifikasi udara yang telah dibersihkan menjadi klasifikasi yang lebih bersih diperbolehkan sesuai dengan persyaratan berikut:

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

a. Udara Kelas 2 berdasarkan pada kriteria subjektif yang tercantum pada Pasal 5.13.1 dan dengan persetujuan dari OBS.
b. Udara Kelas 3 dan Kelas 4 apabila semua persyaratan pada Pasal 6.3.1 sampai Pasal 6.3.5 dipenuhi.

5.13.2.2 Transfer

Campuran udara yang telah ditransfer melalui ruang atau lokasi dengan kelas udara yang berbeda harus diberi klasifikasi baru berdasarkan klasifikasi paling buruk dari klasifikasi udara campuran tersebut.

CATATAN Misalnya, udara balik (*return*) ke sistem umum yang melayani ruang Kelas 1 dan ruang Kelas 2 ditetapkan sebagai udara Kelas 2.

5.13.2.3 Ruang tambahan

Pembaruan dari udara Kelas 1 menjadi udara Kelas 2 diperbolehkan untuk ruang Kelas 1 yang bersifat tambahan untuk ruang Kelas 2.

CATATAN Misalnya, sebuah kantor di dalam sebuah restoran dapat ditetapkan sebagai ruang tambahan untuk ruang Kelas 2, sehingga kantor tersebut diperbolehkan untuk menerima udara Kelas 2.

5.13.3 Batasan resirkulasi

Resirkulasi udara harus dibatasi sesuai dengan persyaratan pada Pasal 5.13.3.1 sampai Pasal 5.13.3.4 apabila Prosedur Laju Ventilasi (PLV) dari Pasal 6 digunakan untuk menentukan nilai aliran udara ventilasi.

5.13.3.1 Udara Kelas 1

Resirkulasi atau transfer udara Kelas 1 ke setiap jenis ruang diperbolehkan.

5.13.3.2 Udara Kelas 2

5.13.3.2.1 Resirkulasi udara Kelas 2 di dalam ruang yang sama diperbolehkan.

5.13.3.2.2 Resirkulasi atau transfer udara Kelas 2 ke ruang Kelas 2 atau Kelas 3 lainnya diperbolehkan, asalkan ruang lain tersebut digunakan untuk tujuan atau fungsi yang sama atau mirip dan melibatkan sumber polutan yang sama atau mirip dengan ruang Kelas 2.

5.13.3.2.3 Transfer udara Kelas 2 ke ruang toilet diperbolehkan.

5.13.3.2.4 Resirkulasi atau transfer udara Kelas 2 ke ruang Kelas 4 diperbolehkan.

5.13.3.2.5 Udara Kelas 2 harus tidak diresirkulasi atau ditransfer ke ruang Kelas 1. Persyaratan ini tidak disyaratkan ketika diperbolehkan menggunakan setiap perangkat pemulihan energi, resirkulasi dari kebocoran dari sisi pembuangan (*exhaust*) perangkat pemulihan energi tetapi harus tidak dihitung sebagai udara luar. Rasio transfer udara buang (*exhaust*) dari udara Kelas 2 harus tidak melebihi 10 % dari aliran pengambilan (*intake*) udara luar pada perbedaan tekanan statis desain.

5.13.3.3 Udara Kelas 3

5.13.3.3.1 Resirkulasi udara Kelas 3 di dalam ruang yang sama diperbolehkan.

5.13.3.3.2 Udara Kelas 3 harus tidak diresirkulasi atau ditransfer ke ruang lain. Ketika

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis dan Promosi SPK
Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi SNI 6572:2024

menggunakan setiap perangkat pemulihan energi, resirkulasi dari kebocoran dari sisi pembuangan (*exhaust*) perangkat pemulihan energi diperbolehkan tetapi harus tidak dihitung sebagai udara luar. Rasio transfer udara buang (*exhaust*) dari udara Kelas 3 harus tidak melebihi 5 % dari aliran pengambilan (*intake*) udara luar pada perbedaan tekanan statis desain.

5.13.3.4 Udara Kelas 4

Udara Kelas 4 harus tidak diresirkulasi atau ditransfer ke ruang manapun atau diresirkulasi dalam ruang yang sama.

5.13.4 Dokumentasi

Dokumentasi desain harus mencantumkan alasan justifikasi untuk klasifikasi udara dari setiap kategori hunian, aliran udara, atau lokasi yang tidak tercantum dalam Tabel 2, Tabel 3, atau Tabel 4.

5.14 Lokasi saluran udara buang (*exhaust duct*)

5.14.1 Saluran udara buang (*exhaust duct*) yang mengalirkan udara Kelas 4 harus memiliki tekanan negatif relatif terhadap saluran udara (*ducting*), plenum, atau ruang yang dapat dihuni yang dilewati oleh saluran tersebut.

5.14.2 Saluran udara buang (*exhaust duct*) dengan tekanan positif yang mengalirkan udara Kelas 2 atau Kelas 3 harus tidak melewati saluran udara (*ducting*), plenum, atau ruang yang bisa dihuni selain ruang asal udara pembuangan (*exhaust*) tersebut.

5.14.3 Persyaratan pada Pasal 5.14.2 tidak disyaratkan untuk saluran udara buang (*exhaust duct*) yang mengalirkan udara Kelas 2 dan saluran udara buang (*exhaust duct*) yang mengalirkan udara dari dapur perumahan yang dikedapkan sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

5.15 Udara pembakaran

Peralatan yang menggunakan pembakaran, baik yang memiliki ventilasi maupun tanpa ventilasi, harus dipasok dengan udara untuk pembakaran dan penghilangan produk pembakaran sesuai dengan instruksi produsen. Produk pembakaran dari peralatan yang memiliki ventilasi harus dibuang langsung ke luar ruangan.

5.16 Penangkapan lokal dari kontaminan

Pembuangan dari peralatan nonpembakaran yang menampung semua kontaminan yang dihasilkan oleh peralatan tersebut harus diarahkan langsung ke luar ruangan.

Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk peralatan yang secara khusus dirancang untuk pembuangan di dalam ruangan sesuai dengan rekomendasi produsen.

5.17 Eksfiltrasi bangunan gedung

Sistem ventilasi untuk bangunan gedung yang dilengkapi atau dilayani oleh peralatan pendingin mekanis harus dirancang sedemikian rupa sehingga total pengambilan (*intake*) udara luar bangunan sama atau melebihi total pembuangan (*exhaust*) udara bangunan di bawah semua kondisi beban dan reset dinamis.

Persyaratan tersebut tidak disyaratkan dengan ketentuan sebagai berikut:

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisa dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

1) Di area ketidakseimbangan yang disyaratkan oleh pertimbangan proses dan disetujui oleh OBS, seperti di fasilitas industri tertentu.
2) Ketika suhu bola kering udara luar berada di bawah suhu desain titik embun area dalam ruang.

CATATAN Meskipun zona-zona individu di dalam sebuah bangunan gedung dimungkinkan netral atau negatif relatif terhadap udara luar atau zona lainnya, apabila aliran pengambilan (*intake*) udara luar mekanis lebih besar dari pembuangan (*exhaust*) pada bangunan secara keseluruhan, maka hal itu akan mengurangi infiltrasi udara luar yang tidak dikondisikan ke dalam bangunan gedung.

5.18 Kontrol sistem ventilasi

Sistem ventilasi mekanis harus dilengkapi dengan kontrol sesuai dengan Pasal 5.18.1 dan Pasal 5.18.2.

5.18.1 Semua sistem harus dilengkapi dengan kontrol manual atau otomatis untuk menjaga aliran pengambilan (*intake*) udara luar (V_{ot}) tidak kurang dari yang disyaratkan pada Pasal 6 dalam semua kondisi beban atau kondisi reset dinamis.

5.18.2 Sistem dengan kipas *(fan)* yang menyediakan udara primer variabel (V_{ps}) harus dilengkapi dengan kombinasi peralatan kontrol, metode, atau setiap perangkat untuk menjaga aliran pengambilan (*intake*) udara luar (V_{ot}) tidak kurang dari yang disyaratkan untuk memenuhi Pasal 5.18.1.

5.19 Akses untuk inspeksi, pembersihan, dan pemeliharaan

5.19.1 Ruang kerja perangkat ventilasi

Perangkat ventilasi harus dipasang dengan ruang kerja yang memungkinkan kegiatan inspeksi dan pemeliharaan rutin, termasuk penggantian filter dan penyesuaian serta penggantian sabuk kipas *(fan belt).*

5.19.2 Akses perangkat ventilasi

Pintu akses, panel, atau sarana lain harus disediakan dan berukuran sesuai untuk memungkinkan akses yang tidak terhalang untuk kegiatan inspeksi, pemeliharaan, dan kalibrasi semua komponen sistem ventilasi yang memerlukan inspeksi, pemeliharaan, atau kalibrasi rutin. Komponen sistem ventilasi meliputi AHU, FCU, *water-source heat pump*, unit terminal lainnya, kontroler, dan sensor.

5.19.3 Sistem distribusi udara

Pintu akses, panel, atau sarana lain harus disediakan dalam perangkat ventilasi, saluran udara (*ducting*), dan plenum, yang ditempatkan dengan ukuran yang memungkinkan akses yang nyaman dan tidak terhalang untuk kegiatan inspeksi, pembersihan, dan pemeliharaan rutin sebagai berikut:

a. Saluran pengambilan (*intake*) udara luar atau plenum
b. Plenum udara campuran
c. Permukaan hulu dari setiap koil pemanas, pendingin, dan pemulihan panas (*heat recovery*) atau rangkaian koil dengan total empat baris atau kurang
d. Kedua permukaan hulu dan hilir dari setiap koil pemanas, pendingin, dan pemulihan panas (*heat recovery*) yang memiliki lebih dari empat baris, serta alat pencuci udara, pendingin evaporatif, roda panas *(heat-wheels),* dan penukar panas lainnya.
e. Pembersih udara
f. Penampung *drain* dan pengedapnya

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK seri SNI 6572:2024

g. Kipas *(fan)*
h. *Humidifier*

5.20 Risiko *legionella*

Pemilik bangunan gedung harus diberikan dokumen tertulis tentang informasi desain untuk semua sistem air terkait HVAC dan elemen yang harus ditangani sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

CATATAN Beberapa elemen umum sistem HVAC meliputi *cooling tower* sirkuit terbuka dan tertutup serta kondensor evaporatif yang memberikan pendinginan atau refrigerasi untuk sistem HVAC dan sistem humidifikasi. Persyaratan ini berkaitan dengan pengaruh HVAC terhadap risiko penyakit *Legionnaires*, namun penting untuk dicatat bahwa ada beberapa sumber potensial penularan air-ke-orang di dalam bangunan gedung yang berbasis air minum, seperti kepala *shower*, beberapa *humidifier*, dan mesin es, serta sumber non-air minum yang tidak terkait dengan HVAC, seperti fitur air dekoratif.

6 Prosedur

6.1 Umum

Perencana harus menyebutkan bagian dari sistem ventilasi dan tata udara yang ikut berperan dan menjadi bagian dari sistem pengendalian asap kebakaran. Bagian tersebut, selain harus mengikuti Standar ini, juga harus mengikuti standar perencanaan sistem pengendalian asap kebakaran sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

Prosedur Laju Ventilasi (PLV), Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR), Prosedur Ventilasi Alami (PVA), atau kombinasi dari ketiganya harus digunakan untuk memenuhi persyaratan pada Pasal ini. Selain itu, persyaratan untuk ventilasi buang (*exhaust*) dalam Pasal 6.5 harus dipenuhi terlepas dari metode yang digunakan untuk menentukan laju aliran udara luar minimum.

CATATAN Ketiga metode ini tetap valid sebagai dasar perencanaan meskipun aliran udara pengambilan (*intake)* yang ditentukan dengan menggunakan masing-masing metode ini dapat menghasilkan hasil yang berbeda secara signifikan karena asumsi perencanaan.

6.1.1 Prosedur Laju Ventilasi (PLV)

Prosedur desain preskriptif yang tercantum pada Pasal 6.2, yang mana laju aliran udara luar ditentukan berdasarkan jenis/aplikasi ruang, tingkat hunian, dan luas lantai, diperbolehkan digunakan untuk setiap zona atau sistem.

6.1.2 Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

PKUDR adalah alternatif dari PLV yang digunakan untuk menentukan laju desain aliran udara luar untuk menjaga konsentrasi senyawa desain dan $PM_{2,5}$ pada lingkungan dalam ruangan menjadi kurang dari batasan desain, berdasarkan sumber dalam dan luar ruangan, pembersihan udara, dan variabel lainnya. Persyaratan udara luar ini harus dihitung dengan persamaan kesetimbangan massa. Verifikasi kepuasan penghuni dan konsentrasi senyawa desain dalam ruangan harus dilakukan setelah bangunan gedung selesai dibangun.

6.1.3 Prosedur Ventilasi Alami (PVA)

Prosedur desain sistem preskriptif atau berbasis kinerja yang disajikan pada Pasal 6.4, yang mana udara luar disediakan melalui bukaan ke luar ruangan, diperbolehkan digunakan untuk setiap zona atau bagian dari zona bersamaan dengan sistem ventilasi mekanik sesuai dengan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasi
Penanggung Jawab dokumen : Komi
Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisa
Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Tekni
s dan Promosi SPK
seri SNI 6572:2024

Pasal 6.4.

6.1.4 Pengolahan udara luar

Setiap sistem ventilasi yang menyediakan udara luar harus memenuhi Pasal 6.1.4.1 sampai Pasal 6.1.4.4. Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk untuk sistem yang menyediakan udara untuk garasi parkir tertutup, gudang, ruang penyimpanan, ruang pembersihan, ruang sampah, area daur ulang, area pengiriman/penerimaan/distribusi.

CATATAN Ruang yang dihuni yang diventilasi dengan udara luar, yang dianggap tidak dapat diterima akan mengalami penurunan kualitas udara saat udara luar tidak dibersihkan sebelum diintroduksi ke ruang yang dihuni.

6.1.4.1 PM_{10}

Di bangunan gedung yang terletak di area dengan standar yang disetujui oleh OBS untuk PM_{10} terlampaui, maka filter partikel atau perangkat pembersih udara harus disediakan untuk membersihkan udara luar di setiap lokasi sebelum dimasukkan ke ruang yang dihuni. Filter materi partikulat atau perangkat pembersih udara harus memenuhi salah satu dari berikut:

a. MERV tidak kurang dari 8 jika dinilai sesuai dengan ANSI/ASHRAE Standard 52.2 atau standar setara yang disetujui oleh OBS, atau
b. efisiensi minimum sesuai dengan ISO ePM_{10} jika dinilai sesuai dengan ISO 16890-1 atau standar setara yang disetujui oleh OBS.

6.1.4.2 $PM_{2,5}$

Di bangunan gedung yang terletak di area dengan standar yang disetujui oleh OBS untuk $PM_{2,5}$ terlampaui, maka filter partikel atau perangkat pembersih udara harus disediakan untuk membersihkan udara luar di setiap lokasi sebelum dimasukkan ke ruang yang dihuni. Filter materi partikulat atau perangkat pembersih udara harus memenuhi salah satu dari berikut:

a. MERV tidak kurang dari 11 jika dinilai sesuai dengan ANSI/ASHRAE Standard 52.2 atau standar setara yang disetujui oleh OBS, atau
b. efisiensi minimum sesuai dengan ISO e$PM_{2,5}$ jika dinilai sesuai dengan ISO 16890 atau standar setara yang disetujui oleh OBS.

6.1.4.3 Ozon

Perangkat pembersih udara untuk ozon harus disediakan apabila konsentrasi data harian terbesar keempat selama tiga tahun terakhir berada pada Kategori Tidak Sehat atau lebih buruk sesuai dengan peraturan tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang dikeluarkan oleh instansi yang menangani lingkungan hidup dan kehutanan.

Perangkat pembersih udara tersebut harus memiliki efisiensi penghilangan ozon volumetrik tidak kurang dari 40 % saat dipasang, dioperasikan, dan dipelihara sesuai dengan rekomendasi produsen, dan harus disetujui oleh OBS. Perangkat tersebut harus dioperasikan di area yang tingkat ozon luar ruangan diperkirakan akan berada pada Kategori Tidak Sehat atau lebih buruk sesuai dengan peraturan tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang dikeluarkan oleh instansi yang menangani lingkungan hidup dan kehutanan.

Pembersihan udara untuk ozon tidak disyaratkan apabila:

1) desain aliran pengambilan (*intake*) udara luar ruang adalah 1,5 ACH atau kurang,
2) disediakan kontrol yang mendeteksi tingkat ozon luar ruang dan mengurangi aliran udara pengambilan (*intake*) menjadi 1,5 ACH atau kurang, pada saat bersamaan juga memenuhi persyaratan aliran udara luar ruang pada Pasal 6, atau
3) udara luar masuk ke bangunan gedung dan dipanaskan oleh unit udara pengganti

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis dan Promosi SPK seri SNI 6572:2024
Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi

langsung yang dibakar (*direct-fired makeup air unit*).

6.1.4.4 Kontaminan luar ruang lainnya

Di bangunan gedung yang terletak di area dengan standar yang disetujui oleh OBS untuk satu atau lebih kontaminan yang tidak dibahas pada Pasal 6.1.4 terlampaui, maka semua asumsi dan perhitungan desain yang terkait dengan dampak pada KUDR harus dimasukkan dalam dokumen desain.

6.2 Prosedur Laju Ventilasi (PLV)

Aliran pengambilan (*intake*) udara luar (V_{ot}) untuk sistem ventilasi harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.1.4 dan Pasal 6.2.1 sampai Pasal 6.2.6.

CATATAN Penjelasan tambahan mengenai istilah yang digunakan di bawah ini terdapat dalam Lampiran A, Gambar A.1.

6.2.1 Perhitungan zona

Parameter zona ventilasi harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.1.1 sampai Pasal 6.2.1.3 untuk zona ventilasi yang dilayani oleh sistem ventilasi, kecuali bahwa laju ventilasi dari SNI 6572-3 harus digunakan untuk kategori hunian yang termasuk dalam lingkup SNI 6572-3. Untuk laju ventilasi pada fasilitas nonperawatan yang tidak tercantum dalam SNI 6572-3, lihat Lampiran D.

CATATAN Laju ventilasi ditujukan untuk mencapai aseptis dan mengendalikan migrasi bau, namun mungkin tidak cukup untuk mencapai KUDR yang dapat diterima seperti yang didefinisikan dalam Standar ini.

6.2.1.1 Aliran udara luar yang masuk ke zona pernapasan

Aliran udara luar yang disyaratkan di zona pernapasan (V_{bz}) dari ruang yang dapat dihuni di dalam suatu zona ventilasi harus tidak kurang dari nilai yang ditentukan sesuai dengan Persamaan (1)

$$V_{bz} = R_p \times P_z + R_a \times A_z \quad \textbf{(1)}$$

Keterangan:

V_{bz} adalah aliran udara luar di zona pernapasan yang disyaratkan (L/s atau cfm)
R_p adalah laju aliran udara luar per orang yang disyaratkan (L/s·orang atau cfm/orang) berdasarkan Tabel 2
P_z adalah populasi zona, jumlah orang di dalam zona ventilasi saat digunakan (orang)
R_a adalah laju aliran udara luar per satuan luas yang disyaratkan (L/s·m² atau cfm/ft²) berdasarkan Tabel 2
A_z adalah luas lantai zona, luas lantai bersih (neto) yang dapat dihuni dalam zona ventilasi (m² atau ft²)

CATATAN 1 Persamaan (1) mempertimbangkan sumber yang berkaitan dengan orang dan sumber yang berkaitan dengan area secara independen dalam penentuan laju udara luar yang disyaratkan di zona pernapasan. Penggunaan Persamaan (1) dalam konteks Standar ini tidak secara otomatis menyiratkan bahwa penjumlahan sederhana dari laju aliran udara luar untuk berbagai sumber dapat diterapkan pada aspek lain dari KUDR.

CATATAN 2 Laju dalam Tabel 2 didasarkan pada semua persyaratan yang berlaku dari Standar ini terpenuhi. Jika persyaratan standar lainnya tidak terpenuhi, maka laju tersebut tidak berlaku.

Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Kategori hunian [a]	Laju aliran udara luar per orang, R_p		Laju aliran udara luar per satuan luas, R_a		Nilai standar kepadatan penghuni [b]	Kelas udara	*Occupied Standby* (OS)
	cfm/orang	L/s·orang	cfm/ft^2	L/s·m^2	orang/100 m^2 atau orang/1.000 ft^2		
Fasilitas hewan							
Ruang pemeriksaan hewan (kantor dokter hewan)	10	5	0,12	0,6	20	2	
Pemindaian hewan (MRI/CT/PET)	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruang operasi hewan	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruang pemulihan pascaoperasi hewan	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruang persiapan hewan	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruang prosedur hewan	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruang penyikatan bedah hewan	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruangan penahan hewan besar	10	5	0,18	0,9	20	3	
Nekropsi	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruangan kendang hewan kecil (kandang statis)	10	5	0,18	0,9	20	3	
Ruangan kendang hewan kecil (kandang ventilasi)	10	5	0,18	0,9	20	3	
Fasilitas pemasyarakatan							
Ruang pendaftaran/ ruang tunggu	7,5	3,8	0,06	0,3	50	2	
Sel	5	2,5	0,12	0,6	25	2	
Ruang bersama (*dayroom*)	5	2,5	0,06	0,3	30	1	
Pos penjaga/sipir	5	2,5	0,06	0,3	15	1	
Fasilitas pendidikan							
Ruang seni	10	5	0,18	0,9	20	2	
Ruang kelas (usia 5 tahun s.d. 8 tahun)	10	5	0,12	0,6	25	1	
Ruang kelas (usia 9 tahun ke atas)	10	5	0,12	0,6	35	1	
Laboratorium komputer	10	5	0,12	0,6	25	1	

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan (lanjutan)

Kategori hunian [a)]	Laju aliran udara luar per orang, R_p		Laju aliran udara luar per satuan luas, R_a		Nilai standar kepadatan penghuni [b)]	Kelas udara	*Occupied Standby* (OS)
	cfm/ orang	L/s·orang	cfm/ ft²	L/s·m²	orang/100 m² atau orang/1.000 ft²		
Ruang penitipan anak sakit	10	5	0,18	0,9	25	3	
Ruang penitipan anak (maksimal usia 4 tahun)	10	5	0,18	0,9	25	2	
Ruang kuliah [j)]	7,5	3,8	0,06	0,3	65	1	✓
Aula kuliah (dengan kursi permanen) [j)]	7,5	3,8	0,06	0,3	150	1	✓
Perpustakaan	5	2,5	0,12	0,6	10		
Pusat media (*media center*)	10	5	0,12	0,6	25	1	
Ruang pertemuan serbaguna [j)]	7,5	3,8	0,06	0.3	100	1	✓
Ruang musik/teater/tari [j)]	10	5	0,06	0,3	35	1	✓
Laboratorium sains	10	5	0,18	0,9	25	2	
Laboratorium universitas / perguruan tinggi	10	5	0,18	0,9	25	2	
Bengkel kayu/logam	10	5	0,18	0,9	20	2	
Layanan makanan dan minuman							
Bar, ruang koktail	7,5	3,8	0,18	0,9	100	2	
Kafetaria / makanan cepat saji	7,5	3,8	0,18	0,9	100	2	
Dapur (memasak)	7,5	3,8	0,12	0,6	20	2	
Ruang makan restoran	7,5	3,8	0,18	0,9	70	2	
Umum							
Ruang istirahat [j)]	5	2,5	0,06	0,3	25	1	✓
Stasiun kopi (*coffee station*) [j)]	5	2,5	0,06	0,3	20	1	✓
Ruang konferensi/rapat [j)]	5	2,5	0,06	0,3	50	1	✓
Koridor [j)]	-	-	0,06	0,3	-	1	✓
Ruang penyimpanan untuk cairan atau gel yang dapat dihuni [d)]	5	2,5	0,12	0,6	2	2	
Hotel, motel, resor, asrama							
Area tidur barak [j)]	5	2,5	0,06	0,3	20	1	✓

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan (lanjutan)

Kategori hunian [a]	Laju aliran udara luar per orang, R_p		Laju aliran udara luar per satuan luas, R_a		Nilai standar kepadatan penghuni [b]	Kelas udara	*Occupied Standby* (OS)
	cfm/ orang	L/s·orang	cfm/ ft²	L/s·m²	orang/100 m² atau orang/1.000 ft²		
Kamar tidur/ruang tamu [j]	5	2,5	0,06	0,3	10	1	✓
Ruang cuci terpusat	5	2,5	0,12	0,6	10	2	
Ruang cuci dalam unit hunian	5	2,5	0,12	0,6	10	1	
Lobi/ruang *pre-function* [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	30	1	✓
Ruang pertemuan serbaguna [j]	5	2,5	0,06	0,3	120	1	✓
Ruang lainnya							
Bank atau lobi bank [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	15	1	✓
Brankas/kotak penyimpanan aman bank [j]	5	2,5	0,06	0,3	5	2	✓
Ruang komputer (tidak mencetak) [j]	5	2,5	0,06	0,3	4	1	✓
Ruang pendingin dan *freezer* (<10°C) [g]	10	5	0	0	0	2	
Manufaktur yang tidak menggunakan bahan berbahaya	10	5	0,18	0,9	7	2	
Manufaktur yang menggunakan bahan berbahaya (tidak termasuk proses industri dan kimia berat)	10	5	0,18	0,9	7	3	
Farmasi (area persiapan)	5	2,5	0,18	0,9	10	2	
Studio foto	5	2,5	0,12	0,6	10	1	
Pengiriman/penerimaan barang [d]	10	5	0,12	0,6	2	2	
Penyortiran, pengemasan, perakitan ringan	7,5	3,8	0,12	0,6	7	2	
Ruang telepon	-	-	0	0	-	1	
Ruang tunggu transportasi [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	100	1	✓
Gudang [d]	10	5	0,06	0,3	-	2	

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan (lanjutan)

Kategori hunian [a]	Laju aliran udara luar per orang, R_p		Laju aliran udara luar per satuan luas, R_a		Nilai standar kepadatan penghuni [b]	Kelas udara	*Occupied Standby* (OS)
	cfm/ orang	L/s·orang	cfm/ ft²	L/s·m²	orang/100 ft² atau orang/1.000 ft²		
Bangunan gedung perkantoran							
Ruang istirahat	5	2,5	0,12	0,6	50	1	
Lobi utama [j]	5	2,5	0,06	0,3	10	1	
Ruang penyimpanan material kering yang dapat dihuni	5	2,5	0,06	0,3	2	1	
Ruang kantor [j]	5	2,5	0,06	0,3	5	1	✓
Area penerimaan tamu [j]	5	2,5	0,06	0,3	30	1	✓
Ruang telepon/entri data [j]	5	2,5	0,06	0,3	60	1	✓
Ruang pertemuan publik							
Area tempat duduk auditorium [j]	5	2,5	0,06	0,3	150	1	✓
Ruang pengadilan [j]	5	2,5	0,06	0,3	70	1	✓
Ruang sidang legislatif [j]	5	2,5	0,06	0,3	50	1	✓
Perpustakaan	5	2,5	0,12	0,6	10	1	
Lobi [j]	5	2,5	0,06	0,3	150	1	✓
Museum (anak-anak)	7,5	3,8	0,12	0,6	40	1	
Museum/galeri [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	40	1	✓
Tempat ibadah [j]	5	2,5	0,06	0,3	120	1	✓
Residensial							
Unit tempat tinggal [h), i), j)]	5	2,5	0,06	0,3	i)	1	✓
Koridor umum [j]	-	-	0,06	0,3		1	✓
Ritel							
Area penjualan (kecuali seperti di bawah ini)	7,5	3,8	0,12	0,6	15	2	
Toko pangkas rambut [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	25	2	✓
Salon kecantikan dan kuku	20	10	0,12	0,6	25	2	
Laundry *self-service*	7,5	3,8	0,12	0,6	20	2	
Area umum mal [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	40	1	✓
Toko hewan peliharaan (area hewan)	7,5	3,8	0,18	0,9	10	2	

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan (lanjutan)

Kategori hunian [a]	Laju aliran udara luar per orang, R_p		Laju aliran udara luar per satuan luas, R_a		Nilai standar kepadatan penghuni [b]	Kelas udara	*Occupied Standby* (OS)
	cfm/ orang	L/s·orang	cfm/ ft²	L/s·m²	orang/100 m² atau orang/1.000 ft²		
Supermarket [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	8	1	✓
Olahraga dan hiburan							
Arena boling (dengan tempat duduk)	10	5	0,12	0,6	40	1	
Diskotek/lantai dansa [j]	20	10	0,06	0,3	100	2	✓
Kasino perjudian	7,5	3,8	0,18	0,9	120	1	
Game arcade	7,5	3,8	0,18	0,9	20	1	
Gym, arena olahraga (area permainan) [g]	20	10	0,18	0,9	7	2	
Ruang klub kesehatan / aerobik	20	10	0,06	0,3	40	2	
Ruang klub kesehatan / angkat beban	20	10	0,12	0,6	10	2	
Area penonton [j]	7,5	3,8	0,06	0,3	150	1	✓
Panggung, studio [f, j]	10	5	0,12	0,6	70	1	✓
Renang (kolam renang dan dek) [e]	-	-	0,48	2,4	-	2	

CATATAN

1. Persyaratan terkait: Besar kebutuhan udara dalam tabel ini didasarkan pada keadaan yang mana seluruh persyaratan lain dalam Standar ini yang dapat diterapkan telah dipenuhi.
2. ETS: Tabel ini berlaku untuk area bebas ETS
3. Massa jenis udara: Besar kebutuhan udara pada tabel ini didasarkan pada massa jenis udara kering sebesar 1,2 kg_{da}/m^3 [0,075 lb_{da}/ft^3] pada tekanan barometrik 1 atm [101,3 kPa] dan pada temperatur udara 21°C [70°F]. Besar kebutuhan udara diperbolehkan untuk disesuaikan sesuai dengan massa jenis udara aktual

KETERANGAN

a) Hunian yang tidak tercantum: Apabila kategori hunian untuk suatu ruangan atau zona tidak tercantum, maka harus digunakan persyaratan untuk kategori hunian dengan kepadatan penghuni, jenis aktivitas, dan konstruksi bangunan gedung yang paling mirip dengan kategori hunian yang tercantum.
b) Kepadatan penghuni standar: Nilai kepadatan penghuni standar harus digunakan apabila nilai kepadatan penghuni aktual tidak diketahui.
c) Untuk perpustakaan pada sekolah menengah atas dan perguruan tinggi, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang ditunjukkan oleh kategori “Area Pertemuan Publik - Perpustakaan”.
d) Kebutuhan udara mungkin tidak mencukupi apabila material yang disimpan berpotensi untuk memiliki emisi yang berbahaya.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 2 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan (lanjutan)

Kategori hunian [a]	Laju aliran udara luar per orang, R_p		Laju aliran udara luar per satuan luas, R_a		Nilai standar kepadatan penghuni [b]	Kelas udara	*Occupied Standby* (OS)
	cfm/ orang	L/s· orang	cfm/ ft²	L/s·m²	orang/100 m² atau orang/1.000 ft²		
e) Kebutuhan udara tidak memungkinkan untuk kontrol kelembapan. "Area dek" merujuk pada area di sekitar kolam yang dapat menjadi basah selama penggunaan kolam atau ketika kolam ditempati. Area dek yang diperkirakan akan tetap kering harus dianggap sebagai kategori hunian tersendiri. f) Kebutuhan udara tidak termasuk *exhaust* khusus untuk efek panggung seperti uap es kering dan asap. g) Apabila peralatan bakar akan digunakan dalam ruangan, ventilasi dilusi tambahan, *source control*, atau keduanya harus disediakan. h) Tingkat kepadatan penghuni standar untuk unit tempat tinggal adalah dua orang untuk berjenis studio atau unit dengan satu kamar tidur, dengan tambahan sebanyak satu orang untuk setiap kamar tidur berikutnya. i) Udara dari sebuah tempat tinggal residensial harus tidak diresirkulasi atau dipindahkan ke ruangan lain di luar ruangan tersebut. j) Ventilasi udara untuk kategori hunian ini harus bisa dikurangi menjadi nol ketika ruangan dalam keadaan *standby*.							

Tabel 3 – Laju pembuangan (*exhaust*) minimum

Kategori hunian	Laju pembuangan (*exhaust*)		Catatan	Laju pembuangan (*exhaust*)		Kelas udara
	cfm/unit	cfm/ft²		L/s·unit	L/s·m²	
Fasilitas hewan						
Pemindaian hewan (MRI/CT/PET)	-	0,90		-	4,5	3
Ruang operasi hewan	-	3,00		-	15	3
Ruang pemulihan pascaoperasi hewan	-	1,50		-	7,5	3
Ruang persiapan hewan	-	1,50		-	7,5	3
Ruang prosedur hewan	-	2,25		-	11,3	3
Ruang operasi hewan (pembersihan)	-	1,50		-	7,5	3
Ruang penahanan hewan besar	-	2,25		-	11,3	3
Nekropsi	-	2,25		-	11,3	3
Ruang kandang hewan kecil (kandang statis)	-	2,25		-	11,3	3

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 3 – Laju pembuangan (*exhaust*) minimum (lanjutan)

Kategori hunian	Laju pembuangan (*exhaust*)		Catatan	Laju pembuangan (*exhaust*)		Kelas udara
	cfm/unit	cfm/ft²		L/s·unit	L/s·m²	
Ruang kandang hewan kecil (kandang berventilasi)	-	1,50		-	7,5	3
Gelanggang	-	0,50	B	-	-	1
Ruang seni	-	0,70		-	3,5	2
Ruang perbaikan mobil	-	1,50	A	-	7,5	2
Toko pangkas rambut	-	0,50		-	2,5	2
Salon kecantikan dan kuku	-	0,60		-	3,0	2
Sel dengan toilet	-	1,00		-	5,0	2
Ruang fotokopi dan cetak	-	0,50		-	2,5	2
Ruang pengembangan foto (*darkroom*)	-	1,00		-	5,0	2
Laboratiorium sains	-	1,00		-	5,0	2
Kloset kebersihan (janitor), ruang sampah, *recycling*	-	1,00		-	5,0	3
Kitchenettes	-	0,30		-	1,5	2
Dapur komersial	-	0,70		-	3,5	2
Kamar ganti untuk olahraga, industri, dan fasilitas perawatan kesehatan	-	0,50		-	2,5	2
Semua kamar ganti lainnya	-	0,25		-	1,25	2
Kamar mandi	20/50	-	G, I	10/25	-	2
Bilik semprot cat	-	-	F	-	-	4
Garasi parkir	-	0,75	C	-	3,7	2
Toko hewan peliharaan (area hewan)	-	0,90		-	4,5	2
Ruang mesin pendingin	-	-	F	-	-	3
Dapur residensial	50/100	-	G	25/50	-	2
Ruang penyimpanan cucian kotor	-	1,00	F	-	5,0	3
Ruang penyimpanan bahan kimia	-	1,50	F	-	7,5	4
Toilet pribadi	25/50	-	E, H	12,5/25	-	2
Toilet umum	50/70	-	D, H	25/35	-	2

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komtek Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 3 – Laju pembuangan (*exhaust*) minimum (lanjutan)

Kategori hunian	Laju pembuangan (*exhaust*)		Catatan	Laju pembuangan (*exhaust*)		Kelas udara
	cfm/unit	cfm/ft²		L/s·unit	L/s·m²	
Ruang kelas/bengkel kayu	-	0,50		-	2,5	2

CATATAN

A *Stand* tempat mesin dijalankan harus memiliki sistem *exhaust* yang terhubung langsung ke *exhaust* mesin dan mencegah keluarnya asap.

B Jika peralatan pembakaran akan digunakan di permukaan bermain, maka ventilasi pengenceran tambahan, pengendalian sumber, atau keduanya harus disediakan.

C Ventilasi tidak diperlukan jika dua sisi atau lebih terdiri dari dinding yang terbuka setidaknya 50 % ke luar.

D Laju ini berlaku per bak mandi, urinal, atau keduanya. Laju yang lebih tinggi digunakan jika diharapkan terjadi periode penggunaan yang padat. Laju yang lebih rendah boleh digunakan jika tidak ada periode penggunaan yang padat.

E Laju ini untuk ruang toilet yang diperuntukkan bagi satu orang pada satu waktu. Untuk operasi sistem yang terus-menerus selama jam penggunaan, laju yang lebih rendah boleh digunakan. Jika tidak, maka gunakan laju yang lebih tinggi.

F Lihat standar yang berlaku lainnya untuk laju pembuangan (*exhaust*).

G Untuk operasi sistem yang terus-menerus, laju yang lebih rendah boleh digunakan. Jika tidak, maka laju yang lebih tinggi harus digunakan.

H Udara buang (*exhaust*) yang telah dibersihkan untuk memenuhi kriteria Kelas 1 dari Pasal 5.13.1 diperbolehkan untuk diresirkulasi.

I Laju ini berlaku per kepala *shower*.

Tabel 4 – *Airstream* atau sumber

Deskripsi	Kelas udara
Cerobong (*hood*) lemak dapur	4
Cerobong (*hood*) dapur selain cerobong (*hood*) lemak	3
Pembuangan (*exhaust*) peralatan cetak diazo	4
Ruang mesin elevator hidrolik	2
Cerobong (*hood*) laboratorium	4
Bilik semprot cat	4
Ruang mesin pendingin	3

6.2.1.1.1 Kategori hunian yang tidak terdaftar

Jika kategori hunian untuk ruang atau zona yang diusulkan tidak terdaftar dalam Tabel 2, maka harus digunakan persyaratan untuk kategori hunian yang terdaftar dalam Tabel 2 yang paling mirip dalam hal kepadatan penghuni, aktivitas, dan fungsi bangunan gedung.

6.2.1.1.2 Kekuatan sumber

Laju minimum PLV didasarkan pada sumber kontaminan dan kekuatan sumber yang umum untuk kategori hunian yang terdaftar. Jika ada sumber yang tidak biasa, maka ventilasi tambahan atau pembersihan udara yang disyaratkan harus dihitung menggunakan Pasal 6.3 atau kriteria yang ditetapkan oleh tenaga ahli K3 yang bertanggung jawab kepada pemilik bangunan gedung.

CATATAN 1 Sumber yang tidak biasa merupakan suatu barang atau kegiatan yang biasanya tidak

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komtek Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

diharapkan dalam kategori hunian dan memiliki potensi untuk menghasilkan kontaminan.

CATATAN 2 Zona-zona yang diduga ada emisi dari penyimpanan bahan berbahaya dianggap tidak termasuk kategori hunian yang terdaftar dalam Tabel 2, sehingga laju ventilasinya harus ditetapkan oleh tenaga ahli K3.

CATATAN 3 Es kering (*dry ice*), asap teatrikal, dan aktivitas yang menghasilkan asap dianggap tidak termasuk kategori hunian yang terdaftar dalam Tabel 2, sehingga laju ventilasinya harus ditetapkan oleh tenaga ahli K3.

6.2.1.1.3 Kepadatan udara

Laju aliran udara volumetrik didasarkan pada kepadatan udara kering sebesar 1,2 kgda/m^3 [0,075 lbda/ft^3] pada tekanan barometrik 101,3 kPa [1 atm] dan suhu udara 21°C [70°F]. Laju tersebut diperbolehkan untuk disesuaikan dengan kepadatan aktual, tetapi penyesuaian tersebut tidak disyaratkan untuk memenuhi Standar ini.

6.2.1.1.4 Unit hunian dan unit tidur

Udara dari satu unit hunian dengan penghuni transien, atau udara dari satu unit tidur, harus tidak diresirkulasi atau ditransfer ke unit lain.

6.2.1.1.5 Laboratorium

Ruang laboratorium yang memenuhi semua persyaratan standar yang disetujui oleh OBS tidak disyaratkan memenuhi laju-laju yang tercantum dalam Tabel 2.

6.2.1.1.6 Fasilitas hewan

Fasilitas hewan yang telah menyelesaikan evaluasi risiko yang dilakukan oleh tenaga ahli K3 yang bertanggung jawab kepada pemilik atau perwakilan pemilik bangunan gedung tidak disyaratkan memenuhi laju-laju yang tercantum dalam Tabel 2.

6.2.1.1.7 Populasi zona perencanaan

Populasi zona perencanaan ($_z$) harus sama dengan jumlah orang terbesar (puncak) yang diharapkan menghuni zona ventilasi selama penggunaan normal.

Persyaratan tersebut tidak disyaratkan jika:
1) Jumlah orang yang diharapkan menghuni zona ventilasi berfluktuasi, maka populasi zona sama dengan jumlah orang rata-rata diperbolehkan, asalkan rata-rata tersebut ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.5.2.
2) Jumlah orang terbesar atau rata-rata yang diharapkan menghuni zona ventilasi tidak dapat ditentukan untuk perencanaan tertentu, maka diperbolehkan menggunakan nilai perkiraan untuk populasi zona yang berdasarkan pada hasil dari luas neto zona ventilasi yang dapat dihuni dan kepadatan penghuni standar yang tercantum dalam Tabel 2.

6.2.1.2 Efektivitas distribusi udara di zona

Efektivitas distribusi udara di zona (E_z) harus ditentukan sesuai dengan Tabel 5 atau Lampiran C.

CATATAN 1 Untuk beberapa konfigurasi, nilai standar tergantung pada ruang dan suhu udara suplai.

CATATAN 2 Perhitungan E_z menggunakan prosedur-prosedur dalam Lampiran C dapat menghasilkan nilai yang lebih besar daripada yang tercantum dalam Tabel 5 untuk sistem dengan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komtek 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

deskripsi yang sama.

Tabel 5 – Efektivitas distribusi udara zona (E_z)

Konfigurasi distribusi udara	E_z
Sistem distribusi udara *well-mixed*	
Suplai udara dingin melalui langit-langit	1,0
Suplai udara hangat melalui langit-langit dan udara balik melalui lantai	1,0
Suplai udara hangat melalui langit-langit 8°C atau lebih tinggi dari suhu ruangan rata-rata dan udara balik melalui langit-langit	0,8
Suplai udara hangat melalui langit-langit kurang dari 8°C di atas suhu ruangan rata-rata dengan kecepatan aliran udara suplai kurang dari 0,8 m/s [150 fpm] dalam jarak 1,4 m [4,5 ft] dari lantai dan udara balik melalui langit-langit	0,8
Suplai udara hangat kurang dari 8°C [15°F] di atas suhu ruangan rata-rata dengan kecepatan aliran udara suplai sama dengan atau lebih besar dari 0,8 m/s [150 fpm] dalam jarak 1,4 m [4,5 ft] dari lantai dan udara balik melalui langit-langit	1,0
Suplai udara hangat dan udara balik melalui lantai	1,0
Suplai udara hangat dan udara balik melalui langit-langit	0,7
Suplai udara tambahan yang terletak lebih dari setengah panjang ruangan dari pembuangan (*exhaust*), udara balik, atau keduanya	0,8
Suplai udara tambahan yang terletak kurang dari setengah panjang ruangan dari pembuangan (*exhaust*), udara balik, atau keduanya	0,5
Sistem distribusi udara berlapis	
Suplai udara dingin melalui lantai dengan lemparan vertikalnya lebih besar atau sama dengan 0,25 m/s [60 fpm] pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dan udara balik melalui langit-langit pada tinggi kurang dari atau sama dengan 5,5 m [18 ft] di atas lantai	1,05
Suplai udara dingin melalui lantai dengan lemparan vertikalnya kurang dari 0,25 m/s [60 fpm] pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dan udara balik melalui langit-langit pada tinggi kurang dari atau sama dengan 5,5 m [18 ft] di atas lantai	1,2
Suplai udara dingin melalui lantai dengan lemparan vertikalnya kurang dari 0,25 m/s [60 fpm] pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dan udara balik melalui langit-langit pada tinggi lebih dari 5,5 m [18 ft] di atas lantai	1,5
Sistem ventilasi personal	
Udara personal pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dikombinasikan dengan udara suplai melalui langit-langit (udara dingin) dan udara balik melalui langit - langit	1,40

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komtek Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 5 – Efektivitas distribusi udara zona (E_z) (lanjutan)

Konfigurasi distribusi udara	E_z
Udara personal pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dikombinasikan dengan udara suplai melalui langit-langit (udara hangat) dan udara balik melalui langit-langit	1,40
Udara personal pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dikombinasikan dengan sistem distribusi udara berlapis dengan perangkat udara suplai melalui lantai nonaspirasi dan udara balik melalui langit-langit	1,20
Udara personal pada tinggi 1,4 m [4,5 ft] di atas lantai dikombinasikan dengan sistem distribusi udara berlapis dengan perangkat suplai udara lantai yang menghisap dan udara balik melalui langit-langit	1,50

6.2.1.2.1 Sistem distribusi udara berlapis

Sistem distribusi udara berlapis harus dirancang sesuai dengan Pasal 6.2.1.2.1.1 sampai Pasal 6.2.1.2.1.3, atau efektivitas distribusi udara di zona (E_z) harus ditentukan sesuai dengan Lampiran C.

6.2.1.2.1.1 Udara suplai

Udara dingin harus setidaknya 2°C (4°F) lebih rendah dari suhu udara ruangan rata-rata.

6.2.1.2.1.2 Udara balik

Bukaan atau jalur udara balik harus terletak lebih dari 2,8 m (9 ft) di atas lantai.

6.2.1.2.1.3 Stratifikasi

Zona harus tidak mengandung perangkat-perangkat yang secara mekanis mencampur udara, dan harus dilindungi dari aliran udara berkecepatan tinggi yang masuk dari zona ventilasi yang bersebelahan.

CATATAN Kipas *(fan)* langit-langit, blower, tirai udara *(air curtain), diffuser* pengisap tanpa pemisahan aliran udara yang memadai, atau perangkat lain yang mengganggu stratifikasi menyebabkan efektivitas distribusi udara di zona menjadi mirip dengan sistem yang tercampur dengan baik.

6.2.1.2.2 Sistem ventilasi personal

Sistem ventilasi personal harus dirancang sesuai dengan Pasal 6.2.1.2.2.1 sampai Pasal 6.2.1.2.2.2, atau efektivitas distribusi udara di zona (E_z) harus ditentukan sesuai dengan Lampiran C.

CATATAN Sistem ventilasi personal terutama untuk pengendalian paparan dan pengenceran kontaminan di zona pernapasan dan mungkin memberikan pendinginan tempat tertentu. Ventilasi personal digunakan ketika penghuni menghabiskan sebagian besar waktu mereka di satu ruang yang dihuni. Outlet ventilasi biasanya diintegrasikan ke dalam atau dipasang pada perabotan. Hal ini digunakan bersama dengan sistem distribusi udara lain yang menangani persyaratan ventilasi area dan beban termal dalam ruang.

6.2.1.2.2.1 Udara personal

Udara personal harus didistribusikan di zona pernapasan dan dirancang sedemikian rupa

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

sehingga kecepatannya sama atau kurang dari 0,25 m/s [50 fpm] di daerah kepala/wajah penghuni.

6.2.1.2.2.2 Udara balik

Bukaan atau jalur udara balik harus terletak lebih dari 2,8 m di atas lantai.

6.2.1.3 Aliran udara luar zona

Aliran udara luar zona (V_{oz}) yang dimasukkan ke zona ventilasi oleh sistem distribusi udara suplai harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (2).

$$V_{oz} = V_{bz}/E_z \quad \textbf{(2)}$$

Keterangan:
V_{oz} adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi (L/s atau cfm)
V_{bz} adalah aliran udara luar di zona pernapasan yang disyaratkan (L/s atau cfm)
E_z adalah efektivitas distribusi udara zona

6.2.2 Sistem satu zona

Untuk sistem ventilasi dengan satu atau lebih AHU menyuplai campuran udara luar dan udara resirkulasi hanya ke satu zona ventilasi, aliran udara *intake* luar ruang ( ) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (3).

V^{ot}

$$V_{ot} = V_{oz} \quad \textbf{(3)}$$

Keterangan:
V_{oz} adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi (L/s atau cfm)
V_{ot} adalah aliran udara *intake* luar ruang (L/s atau cfm)

6.2.3 Sistem 100 % udara luar

Untuk sistem ventilasi dengan satu atau lebih AHU hanya menyuplai udara luar ke satu atau lebih zona ventilasi, aliran udara *intake* luar ruang (V_{ot}) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (4).

$$V^{ot} = \sum^{semua\ zona} V^{oz} \quad \textbf{(4)}$$

Keterangan:
V_{oz} adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi (L/s atau cfm)
V_{ot} adalah aliran udara *intake* luar ruang (L/s atau cfm)

6.2.4 Sistem resirkulasi multi-zona

Untuk sistem ventilasi dengan satu atau lebih AHU menyuplai campuran udara luar dan udara resirkulasi ke lebih dari satu zona ventilasi, aliran udara *intake* luar ruang (V_{ot}) harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.4.1 sampai Pasal 6.2.4.4.

6.2.4.1 Aliran udara *intake* luar ruang yang tidak dikoreksi

Aliran udara *intake* luar ruang yang tidak dikoreksi ( ) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (5).

V^{ou}

$$V_{ou} = D \sum_{semua\ zona}(R_p \times P_z) + \sum_{semua\ zona}(R_a \times A_z) \quad \textbf{(5)}$$

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Keterangan:
V_{ou} adalah aliran udara *intake* luar ruang yang tidak dikoreksi (L/s atau cfm)
D adalah keragaman penghuni
R_p adalah laju aliran udara luar per orang yang disyaratkan (L/s·orang atau cfm/orang) berdasarkan Tabel 2
P_z adalah populasi zona, jumlah orang di dalam zona ventilasi saat digunakan (orang)
adalah laju aliran udara luar per satuan luas yang disyaratkan (L/s·m² atau cfm/ft²) berdasarkan Tabel 2
A_z adalah luas lantai zona, luas lantai bersih (neto) yang dapat dihuni dalam zona ventilasi (m² atau ft²)

6.2.4.1.1 Keragaman penghuni

Rasio keragaman penghuni (D) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (6) untuk memperhitungkan variasi populasi dalam zona ventilasi yang dilayani oleh sistem.

$$D = P_s / \sum_{semua\ zona} P_z \quad \textbf{(6)}$$

Keterangan:
D adalah keragaman penghuni
P_s adalah populasi sistem
adalah populasi zona

CATATAN Metode alternatif untuk memperhitungkan keragaman penghuni akan diperbolehkan, asalkan nilai V_{ou} yang dihasilkan tidak kurang dari yang ditentukan menggunakan Persamaan (5).

6.2.4.1.2 Populasi sistem perencanaan

Populasi sistem (P_s) perencanaan harus sama dengan jumlah orang terbesar (puncak) yang diharapkan menghuni semua zona ventilasi yang dilayani oleh sistem ventilasi selama penggunaan.

CATATAN Populasi sistem perencanaan selalu sama dengan atau kurang dari jumlah populasi zona perencanaan untuk semua zona di area yang dilayani oleh sistem karena semua zona mungkin tidak dihuni secara bersamaan pada populasi perencanaan.

6.2.4.1.3 Persyaratan ventilasi lainnya

Apabila laju ventilasi suatu zona diperoleh dari kriteria selain Standar ini, maka laju ventilasi harus dikonversi ke liter per detik (L/s) atau kaki kubik per menit (cfm) dan nilai tersebut ditambahkan ke V_{ou} untuk digunakan dalam perhitungan desain sistem.

6.2.4.2 Efisiensi sistem ventilasi

Efisiensi sistem ventilasi (E_v) harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.4.3 untuk prosedur sederhana atau Lampiran A untuk prosedur alternatif.

CATATAN Prosedur-prosedur ini juga menetapkan laju aliran udara primer minimum zona untuk sistem VUV.

6.2.4.3 Prosedur sederhana

Efisiensi sistem ventilasi (E_v) untuk prosedur sederhana dapat dilihat pada Pasal 6.2.4.3.1 sampai Pasal 6.2.4.3.2. Perhitungan laju ventilasi yang disederhanakan untuk sistem resirkulasi multi-zona yang hanya melayani kategori hunian tertentu di bangunan gedung yang sudah ada tercantum dalam Lampiran G.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

6.2.4.3.1 Efisiensi sistem ventilasi

Efisiensi sistem ventilasi (E_v) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (7) atau Persamaan (8).

$$E_v = \text{untuk} \quad \textbf{(7)}$$

$$E_v = \text{untuk} \quad \textbf{(8)}$$

Keterangan:
D adalah keragaman penghuni
E_v adalah efisiensi sistem ventilasi

6.2.4.3.2 Aliran udara primer minimum zona

Untuk setiap zona, aliran udara primer minimum (V_{pz-min}) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (9).

$$V_{pz-min} = V_{oz} \times 1{,}5 \quad \textbf{(9)}$$

Keterangan:
adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi (L/s atau cfm)
adalah aliran udara primer zona minimum (L/s atau cfm)

6.2.4.4 Aliran udara *intake* luar ruang

Aliran udara *intake* luar ruang desain (V_{ot}) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan (10).

$$V_{ot} = V_{ou}/E_v \quad \textbf{(10)}$$

Keterangan:
V_{ou} adalah aliran udara *intake* luar ruang yang tidak dikoreksi (L/s atau cfm)
V_{ot} adalah aliran udara *intake* luar ruang (L/s atau cfm)
E_v adalah efisiensi sistem ventilasi

6.2.5 Desain untuk kondisi operasional yang berubah

6.2.5.1 Kondisi beban variabel

Sistem ventilasi harus dirancang agar mampu menyediakan setidaknya laju ventilasi minimum yang diperlukan di zona pernapasan ketika zona yang dilayani oleh sistem tersebut dihuni, termasuk dalam kondisi beban penuh maupun beban parsial.

CATATAN Aliran udara *intake* luar ruang minimum dapat lebih rendah dari nilai perencanaan dalam kondisi beban parsial.

6.2.5.2 Kondisi jangka pendek

Jika diketahui bahwa puncak kepadatan penghuni akan berlangsung dalam waktu singkat, maka ventilasi akan divariasikan atau dihentikan untuk jangka waktu yang singkat, atau keduanya, perencanaan dapat didasarkan pada kondisi rata-rata selama periode waktu (T) yang ditentukan oleh Persamaan (11).

$$T = 50v/V_{bz} \text{ (SI)} \quad \textbf{(11)}$$
atau
$$T = 3v/V_{bz} \text{ (I-P)}$$

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Keterangan:
T adalah periode waktu rata-rata, (min)
v adalah volume zona ventilasi apabila nilai rata-rata diterapkan (m^3 atau ft^3)
V_{bz} adalah aliran udara luar zona pernapasan yang dihitung menggunakan Persamaan (1) dan nilai desain populasi zona (P_z), (L/s atau cfm)

Penyesuaian desain yang dapat diterima berdasarkan ketentuan opsional ini meliputi hal-hal berikut:
a. Zona dengan kepadatan penghuni yang fluktuatif: Populasi zona (P_z) diperbolehkan dirata-ratakan selama waktu (T).
b. Zona dengan penutupan udara suplai yang tidak terus-menerus: Aliran udara luar rata-rata yang disuplai ke zona pernapasan selama waktu (T) harus tidak kurang dari aliran udara luar di zona pernapasan (V_{bz}) yang dihitung menggunakan Persamaan (1).
c. Sistem dengan penutupan *intake* udara luar yang tidak terus-menerus: Aliran udara luar rata-rata selama waktu (T) harus tidak kurang dari aliran udara *intake* luar ruang minimum (V_{ot}) yang dihitung menggunakan Persamaan (3), Persamaan (4), atau Persamaan (5).

6.2.6 Penyesuaian dinamis

Sistem diperbolehkan dirancang untuk mengatur ulang aliran udara *intake* luar ruang (V_{ot}), aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi ( ) saat kondisi operasional berubah, atau keduanya.

V_{oz}

6.2.6.1 Ventilasi terkendali berdasarkan permintaan/*Demand Controlled Ventilation* (DCV)

DCV harus diperbolehkan sebagai sarana opsional untuk reset dinamis. DCV berdasarkan CO_2 harus tidak diterapkan di zona dengan sumber CO_2 dalam ruangan selain penghuni, atau dengan mekanisme penghilangan CO_2 seperti pembersih udara gas.

6.2.6.1.1 Untuk zona DCV dalam mode terisi, aliran udara luar zona pernapasan (V_{bz}) harus diatur ulang sesuai dengan populasi saat itu. Estimasi populasi saat ini yang digunakan dalam perhitungan pengendalian DCV harus tidak menghasilkan laju ventilasi yang kurang dari yang disyaratkan oleh populasi aktual selama periode waktu satu jam.

6.2.6.1.2 Untuk zona DCV dalam mode terisi, aliran udara luar zona pernapasan ( ) harus tidak kurang dari komponen bangunan ( ) untuk zona tersebut.

V_{bz} $R_a \times A_z$

6.2.6.1.3 Jika sensor CO_2 digunakan untuk DCV, maka sensor CO_2 harus disertifikasi oleh produsen agar akurat dalam rentang ±75 ppm pada konsentrasi 600 ppm dan 1.000 ppm saat diukur pada permukaan laut pada suhu 25°C [77°F]. Sensor harus dikalibrasi pabrik dan disertifikasi oleh produsen agar tidak memerlukan kalibrasi lebih dari sekali setiap lima tahun. Saat mendeteksi kegagalan sensor, sistem harus memberikan sinyal yang mengatur ulang sistem ventilasi untuk menyediakan jumlah udara luar minimum yang disyaratkan (V_{bz}) ke zona pernapasan untuk populasi zona desain (P_z).

6.2.6.1.4 Untuk zona DCV dalam mode sedia terisi/terjadwal, aliran udara luar zona pernapasan diperbolehkan dikurangi menjadi nol untuk kategori hunian yang ditunjukkan sebagai "OS" dalam Tabel 2, dengan syarat aliran udara dipulihkan menjadi V_{bz} setiap kali adanya penghuni.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

6.2.6.1.5 Dokumentasi

Deskripsi tertulis tentang peralatan, metode, urutan pengendalian, *set point*, dan fungsi operasional yang dimaksud harus disediakan. Tabel harus disediakan yang menunjukkan aliran udara *intake* luar ruang minimum dan maksimum untuk setiap sistem.

6.2.6.2 Efisiensi ventilasi

Nilai efisiensi ventilasi yang berbeda-beda diperbolehkan sebagai dasar reset dinamis yang bersifat opsional jika udara luar didistribusikan kepada penghuni dalam berbagai aliran udara dan suhu sistem ventilasi.

6.2.6.3 Fraksi udara luar

Fraksi udara luar yang lebih tinggi dalam suplai udara diperbolehkan sebagai dasar reset dinamis yang opsional jika pengambilan (*intake*) udara luar tambahan diperlukan untuk pendinginan gratis *(free-cooling)* atau untuk udara pengganti (*makeup*) akibat adanya pembuangan (*exhaust*).

6.3 Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

Aliran udara luar di zona pernapasan (V^{bz}) harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.3.1 sampai Pasal 6.3.5.

CATATAN Contoh perhitungan PKUDR untuk sistem zona tunggal dapat dilihat pada Lampiran M.

6.3.1 Senyawa desain dan sumber $PM_{2,5}$

Desain sistem harus didasarkan pada senyawa desain dan $PM_{2,5}$ yang ditentukan sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS terkait nilai baku mutu KUDR. Jika terdapat sumber udara luar tambahan yang diidentifikasi melalui proses yang dilakukan pada Pasal 4.3, atau jika terdapat sumber yang tidak biasa, maka senyawa yang terkait dengan sumber-sumber tersebut harus ditentukan dan didokumentasikan. Senyawa-senyawa dari sumber-sumber tambahan tersebut harus ditambahkan ke daftar senyawa desain jika terdapat batasan desain dari OBS. Untuk setiap senyawa desain dan $PM_{2,5}$, laju emisi dari sumber-sumber dalam ruangan seperti penghuni, material bangunan gedung, perabotan, peralatan, dan sumber-sumber lainnya, serta konsentrasi udara luar harus ditentukan.

CATATAN 1 Informasi laju emisi dalam ruangan untuk beberapa senyawa terdapat di Lampiran L.

CATATAN 2 Konsentrasi udara luar dapat ditentukan dari Pasal 4.

6.3.2 Senyawa desain dan konsentrasi $PM_{2,5}$

Batas konsentrasi, yang disebut sebagai batas desain, harus sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS terkait nilai baku mutu KUDR. Ventilasi desain harus diatur sedemikian rupa sehingga konsentrasi terhitung dari setiap senyawa desain, campuran senyawa desain, dan $PM_{2,5}$ tidak melebihi batasnya. Untuk senyawa-senyawa yang ditambahkan ke senyawa desain yang tercantum dalam standar nilai baku mutu KUDR, maka data dari OBS harus digunakan untuk menentukan senyawa tersebut menyebabkan efek yang tercantum pada Tabel 6 atau tidak, dan senyawa yang memiliki satu atau lebih efek campuran harus ditambahkan ke daftar campuran untuk efek tersebut. Untuk setiap campuran, jumlah paparan campuran (E^m), sebagaimana ditentukan oleh Persamaan (12), harus kurang dari 1.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

$$E_m = \frac{C_1}{DL} + \frac{C_2}{DL_2} + \frac{C_i}{DL_i} \quad (12)$$

Keterangan:

E_m adalah jumlah paparan campuran

C_i adalah konsentrasi puncak udara terhitung berdasarkan model kesetimbangan massa untuk senyawa desain ke-i

DL^i adalah batas desain untuk senyawa desain ke-i

CATATAN 1 Benzena, fenol, dan tetrakloroetilena harus tidak dimasukkan dalam perhitungan campuran untuk iritasi saluran pernapasan atas, iritasi mata, dan depresi sistem saraf pusat. Jika konsentrasi udara luar karbon monoksida, $PM_{2,5}$, atau ozon melebihi batasan desain, maka batasan desainnya adalah standar udara ambien (udara sekitar) yang berlaku di lokasi proyek atau sesuai dengan yang disetujui oleh OBS.

CATATAN 2 Amonia perlu dimasukkan dalam perhitungan hanya untuk ruang yang terdapat hewan primata di dalamnya.

Tabel 6 – Campuran senyawa

Iritasi saluran pernapasan atas	Iritasi mata	Depresi sistem saraf pusat
Asetaldehida	Asetaldehida	Aseton
Aseton	Aseton	*Dichloromethane*
Xilena, total	Formaldehida	Xilena, total
Ozon	Xilena, total	*1,1,1-trichloroethane*
	Ozon	*Toulene*

6.3.3 Pendekatan desain

Laju aliran udara luar zona dan sistem harus lebih besar dari yang ditentukan sesuai dengan Pasal 6.3.3.1 dan Pasal 6.3.3.2, berdasarkan laju emisi, batas konsentrasi, dan parameter desain terkait lainnya.

6.3.3.1 Analisis kesetimbangan massa

Dengan menggunakan analisis kesetimbangan massa dalam keadaan stabil atau dinamis, laju aliran udara luar minimum yang diperlukan untuk mencapai batas konsentrasi yang terdapat dalam Pasal 6.3.2 harus ditentukan untuk setiap senyawa desain, campuran senyawa desain, dan $PM_{2,5}$ dalam setiap zona yang dilayani oleh sistem.

CATATAN 1 Ketika bangunan gedung selesai dibangun, maka pengukuran konsentrasi kontaminan atau campuran kontaminan yang dipilih dapat dilakukan sebagai cara untuk memeriksa keakuratan analisis kesetimbangan massa desain, tetapi pengukuran tersebut tidak disyaratkan untuk memenuhi persyaratan Standar ini.

CATATAN 2 Persamaan kesetimbangan massa yang dapat diterima untuk digunakan dengan Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR) dapat dilihat pada Lampiran F.

6.3.3.2 Persepsi KUDR

Laju aliran udara luar zona harus cukup untuk memastikan bahwa 80 % atau lebih dari orang yang terpapar tidak menyatakan ketidakpuasan terhadap kualitas udara ketika diuji sesuai dengan yang disyaratkan dalam Pasal 7.3.2.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

6.3.4 Gabungan antara PKUDR dan PLV

PKUDR dalam hubungannya dengan PLV diperbolehkan untuk diterapkan pada zona atau sistem. Dalam hal ini, PLV digunakan untuk menentukan laju aliran udara luar minimum yang dibutuhkan oleh zona, dan PKUDR digunakan untuk menentukan aliran udara luar tambahan atau pembersihan udara yang diperlukan untuk mencapai batas konsentrasi kontaminan dan campuran kontaminan yang menjadi perhatian.

CATATAN Peningkatan KUDR melalui penggunaan pembersihan udara atau penyediaan aliran udara luar tambahan bersama dengan laju ventilasi minimum dapat diukur menggunakan PKUDR.

6.3.5 Dokumentasi

Dokumentasi desain harus mencakup daftar $PM_{2,5}$, senyawa desain, dan batasan desain serta campuran di antaranya; data sumber luar ruangan; laju emisi, disertai rujukannya; persetujuan OBS untuk setiap senyawa desain tambahan; perhitungan neraca massa untuk setiap zona; dan spesifikasi untuk verifikasi yang disyaratkan pada Pasal 7.3.

6.4 Prosedur Ventilasi Alami

Sistem ventilasi alami harus memenuhi persyaratan yang tercantum dalam Pasal 6.4.1 atau lain yang memisahkan ruang berventilasi alami dari ruang yang dikondisikan untuk mencegah bertemunya udara luar yang memiliki titik embun tinggi dengan permukaan yang dingin.

CATATAN Informasi tambahan terkait ventilasi alami dapat dilihat pada Lampiran J.

6.4.1 Jalur kepatuhan preskriptif

Setiap zona yang dirancang untuk ventilasi alami harus menyertakan sistem ventilasi mekanik yang dirancang sesuai dengan Pasal 6.2, Pasal 6.3, atau keduanya.

Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk:

1) Zona di dalam bangunan gedung yang memenuhi semua syarat berikut:
   a) Bukaan ventilasi alami yang sesuai dengan persyaratan pada Pasal 6.4.1.
   b) Adanya kontrol yang mencegah penutupan bukaan ventilasi alami selama periode penghunian, atau bukaan ventilasi alami yang selalu terbuka.
2) Zona yang tidak dilayani oleh peralatan pemanas atau pendingin udara.

6.4.1.1 Tinggi langit-langit

Untuk langit-langit yang sejajar dengan lantai, tinggi langit-langit (H) yang digunakan dalam Pasal 6.4.1.3 sampai Pasal 6.4.1.5 harus merupakan tinggi langit-langit minimum di zona tersebut. Untuk zona dengan tinggi langit-langit meningkat seiring jarak dari ventilasi, maka tinggi langit-langit tersebut harus merupakan tinggi langit-langit rata-rata yang ditentukan dalam jarak tidak lebih dari 6 m [20 ft] dari bukaan.

6.4.1.2 Luas lantai yang diventilasi alami

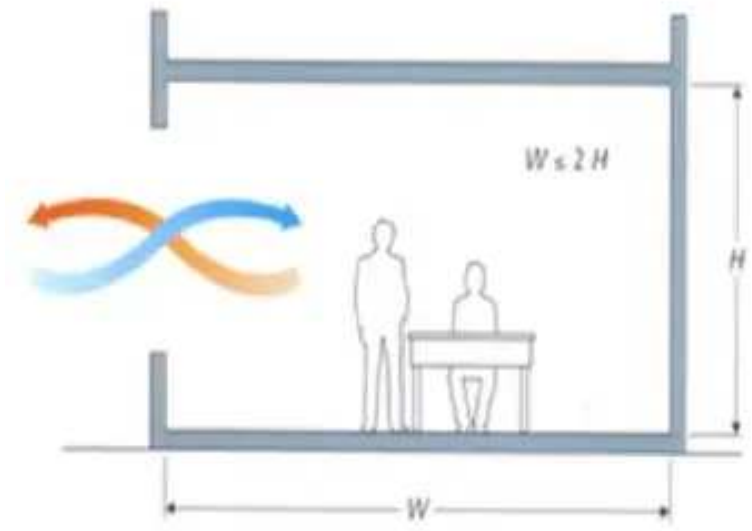
Luas area berventilasi alami di dalam sebuah zona atau bagian dari zona itu ditentukan dari bukaan hingga jarak yang ditentukan oleh Pasal 6.4.1.3, Pasal 6.4.1.4, atau Pasal 6.4.1.5.

Bukaan harus memenuhi persyaratan pada Pasal 6.4.1.6. Untuk zona dengan langit-langit tidak sejajar dengan lantai, maka tinggi langit-langit harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.4.1.1.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

6.4.1.3 Bukaan sisi tunggal

Untuk zona dengan bukaan hanya di satu sisi, luas area berventilasi alami ditentukan hingga jarak dari bukaan tidak lebih dari dua kali tinggi langit-langit (2H), sesuai yang tertera pada Gambar 1.

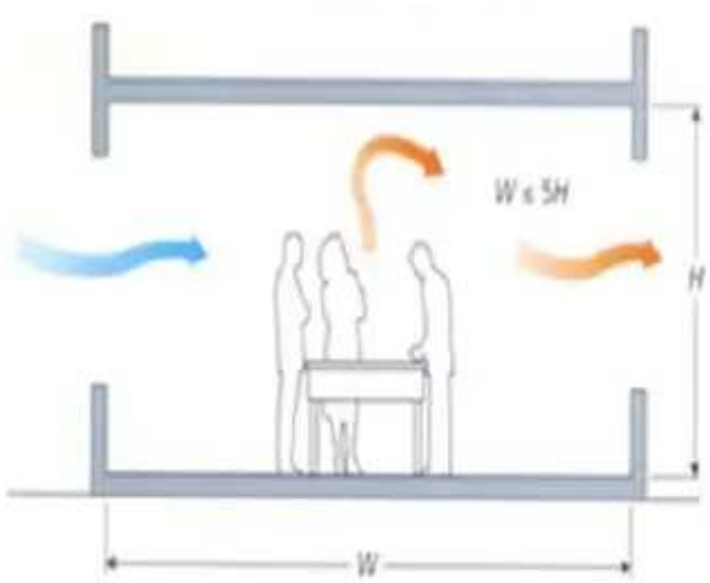


Keterangan gambar:
W adalah lebar ruangan (m atau ft)
H adalah tinggi langit-langit (m atau ft)

Gambar 1 – Bukaan sisi tunggal

6.4.1.4 Bukaan sisi ganda

Untuk zona dengan bukaan di dua sisi berlawanan, luas area berventilasi alami ditentukan oleh jarak tidak lebih dari lima kali tinggi langit-langit (5H) antar bukaan di kedua sisi tersebut, sesuai yang tertera pada Gambar 2.



Keterangan gambar:
W adalah lebar ruangan (m atau ft)
H adalah tinggi langit-langit (m atau ft)

Gambar 2 _ Bukaan sisi ganda

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komtek Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

6.4.1.5 Bukaan sudut

Untuk zona dengan bukaan di dua sisi bersebelahan, luas area berventilasi alami ditentukan hingga jarak tidak lebih dari lima kali tinggi langit-langit (5H) sepanjang garis yang ditarik antara sisi luar dua bukaan yang terjauh. Luas area lantai di luar garis tersebut harus memenuhi Pasal 6.4.1.3 sebagai zona dengan bukaan hanya di satu sisi.

CATATAN "Luas area lantai di luar garis tersebut" mengacu pada area yang tersisa dari zona yang tidak dibatasi oleh dinding yang memiliki bukaan dan garis yang ditarik antara bukaan.

6.4.1.6 Lokasi dan ukuran bukaan

Zona atau bagian zona yang akan diventilasi secara alami harus memiliki jalur aliran udara yang terbuka permanen menuju bukaan yang terhubung langsung ke luar ruangan. Laju aliran minimum ke zona harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.1.1. Laju aliran ini digunakan untuk menentukan luas bidang bukaan yang dapat dibuka, dengan hanya mempertimbangkan aliran yang didorong oleh gaya apung. Aliran yang didorong oleh angin hanya digunakan jika dapat ditunjukkan bahwa laju aliran minimum tersedia selama jam operasional. Luas bukaan harus dihitung sesuai dengan Pasal 6.4.1.6.1 (Jalur A) atau Pasal 6.4.1.6.2 (Jalur B).

CATATAN "Jalur aliran udara yang terbuka permanen" mengacu pada jalur yang memungkinkan aliran udara tanpa halangan dari partisi, dinding, perabotan, dll.

6.4.1.6.1 Penentuan ukuran bukaan - Jalur A

Luas bidang bukaan yang dapat dibuka sebagai persentase dari luas lantai yang dapat dihuni harus lebih besar atau sama dengan nilai yang tercantum pada Tabel 7, jika zona yang diventilasi menggunakan bukaan tunggal atau beberapa bukaan tunggal yang terletak pada elevasi yang sama.

Luas bidang bukaan yang dapat dibuka sebagai persentase dari luas lantai yang dapat dihuni harus lebih besar atau sama dengan nilai yang tercantum pada Tabel 8 jika zona yang diventilasi menggunakan dua bukaan yang terletak pada elevasi yang berbeda atau beberapa pasang bukaan seperti itu.

Luas bidang bukaan yang dapat dibuka harus didasarkan pada luas neto dari bukaan jika bukaan terhalang oleh kisi-kisi (*louvers*) atau saringan (*screen*). Bukaan antara zona harus tetap terbuka secara permanen dan tidak terhalang, serta memiliki luas bebas tidak kurang dari dua kali persentase luas bukaan pada zona eksterior yang bersebelahan yang ditentukan berdasarkan Tabel 7 dan Tabel 8 atau 2,3 m^2 [25 ft^2], gunakan angka yang lebih besar, jika zona dalam atau bagian dari zona tanpa bukaan langsung ke luar ruangan diventilasi melalui zona yang bersebelahan.

CATATAN Tabel 7 dan Tabel 8 didasarkan semata-mata pada aliran yang didorong oleh gaya apung dan tidak dibuat untuk mencapai kenyamanan termal.

6.4.1.6.2 Penentuan ukuran bukaan - Jalur B

Luas bidang bukaan yang dapat dibuka yang diharuskan untuk zona tunggal harus dihitung sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

6.4.2 Jalur kepatuhan berbasis kinerja

Untuk sistem ventilasi alami berbasis kinerja, maka perancang harus:

a. menentukan kondisi lingkungan per jam, termasuk suhu udara luar bola kering; suhu titik

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

embun; konsentrasi kontaminan udara luar, termasuk $PM_{2,5}$, PM_{10}, dan ozon jika data tersedia; kecepatan dan arah angin; dan penambahan panas internal selama jam ketika ventilasi alami direncanakan beroperasi.

b. menentukan pengaruh kehilangan tekanan (*pressure losses*) terhadap laju aliran yang dihasilkan di sepanjang jalur aliran udara ventilasi alami, termasuk inlet bukaan, *grille* transfer udara, cerobong ventilasi, dan outlet bukaan, pada kondisi-kondisi yang mewakili saat sistem ventilasi alami direncanakan beroperasi.

c. menghitung laju aliran udara ventilasi alami pada jalur aliran udara yang teridentifikasi dengan memperhitungkan pengaruh tekanan kerja yang diinduksi oleh angin dan termal pada kondisi-kondisi yang mewakili saat sistem ventilasi alami direncanakan beroperasi.

d. merancang penyediaan suplai udara luar dalam jumlah yang cukup untuk menghasilkan KUDR yang dapat diterima sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Pasal 6.2.1.1 atau Pasal 6.3 pada kondisi-kondisi yang mewakili saat sistem ventilasi alami direncanakan beroperasi.

Tabel 7 – Luas bukaan minimal: bukaan tunggal [a)]

$V_{bz}/A_z \leq$, (L/s)/m²	$V_{bz}/A_z \leq$, cfm/ft²	Luas total bukaan dalam zona sebagai persentase dari Az		
		S S	S S	S S
1,0	0,2	4,0	2,9	2,5
2,0	0,4	6,9	5,0	4,4
3,0	0,6	$H/W \leq 0,1$ 9,5	$0,1 < H/W \leq 1$ 6,9	$H/W > 1$ 6,0
4,0	0,8	12,0	8,7	7,6
5,5	1,1	15,5	11,2	9,8

KETERANGAN:

V_{bz} adalah aliran udara luar zona pernapasan, sesuai Tabel 2.
A_z adalah luas lantai zona, yaitu luas lantai neto yang dapat dihuni dari zona ventilasi.
W_S adalah lebar agregat dari semua bukaan luar tunggal yang terletak pada elevasi yang sama.
H_S adalah dimensi vertikal dari bukaan tunggal atau dimensi vertikal terkecil dari bukaan-bukaan jika terdapat beberapa bukaan.

CATATAN:

a) Laju aliran udara volumetrik yang digunakan untuk memperkirakan luas bukaan yang diperlukan didasarkan pada hal-hal berikut:
   1) Kepadatan udara bola kering sebesar 1,2 kgda/m³ [0,075 lbda/ft³] pada tekanan barometrik 101,3 kPa [1 atm] dan suhu udara 21°C [70°F].
   2) Perbedaan suhu antara dalam dan luar ruangan sebesar 1°C [1,8°F].
   3) Konstanta gravitasi sebesar 9,81 m/s² [32,2 ft/s²].
   4) Koefisien pembuangan jendela sebesar 0,6.

Tabel 8 – Luas bukaan minimal: dua bukaan yang terpisah secara vertikal [a)]

$V_{bz}/A_z \leq$, (L/s)/m²	$V_{bz}/A_z \leq$, cfm/ft²	Luas total bukaan dalam zona sebagai persentase dari A_z					
		$H_{vs} \leq$ 2,5 m (8,2 ft)		2,5 m (8,2 ft) < H_{vs} < 5 m (16,4 ft)		5 m (16,4 ft) < H_{vs}	
		$A_s/A_l \leq 0,5$	$A_s/A_l > 0,5$	$A_s/A_l \leq 0,5$	$A_s/A_l > 0,5$	$A_s/A_l \leq 0,5$	$A_s/A_l > 0,5$
1,0	0,2	2,0	1,3	1,3	0,8	0,9	0,6
2,0	0,4	4,0	2,6	2,5	1,6	1,8	1,2
3,0	0,6	6,0	3,9	3,8	2,5	2,7	1,7
4,0	0,8	8,0	5,2	5,0	3,3	3,6	2,3

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 8 – Luas bukaan minimal: dua bukaan yang terpisah secara vertikal [a] (lanjutan)

$V_{bz}/A_z \leq$, (L/s)/m²	$V_{bz}/A_z \leq$, cfm/ft²	Luas total bukaan dalam zona sebagai persentase dari A_z					
		$H_{vs} \leq$ 2,5 m (8,2 ft)		2,5 m (8,2 ft) < $H_{vs} \leq$ 5 m (16,4 ft)		5 m (16,4 ft) < H_{vs}	
		$A_s/A_l \geq$	$A_s/A_l <$	$A_s/A_l \geq$	$A_s/A_l <$	$A_s/A_l \geq$	$A_s/A_l <$
5,5	1,1	11,0	7,1	6,9	4,5	4,9	3,2

KETERANGAN:

V_{bz} adalah aliran udara luar zona pernapasan, sesuai Tabel 2.

A_z adalah luas lantai zona, yaitu luas lantai neto yang dapat dihuni dari zona ventilasi.

H_{vs} adalah jarak vertikal antara pusat area *operable* bebas bukaan atas dan bawah; dalam kasus beberapa pasang bukaan yang terpisah secara horizontal, gunakan jarak terpendek yang ditemui.

A_s adalah luas bukaan terkecil (atas atau bawah); dalam kasus beberapa pasang bukaan atas-dan-bawah yang terpisah secara horizontal, gunakan luas yang terakumulasi.

A_l adalah luas bukaan terbesar (atas atau bawah); dalam kasus beberapa pasang bukaan atas-dan-bawah yang terpisah secara horizontal, gunakan luas yang terakumulasi.

CATATAN:

a) Laju aliran udara volumetrik yang digunakan untuk memperkirakan luas bukaan yang diperlukan didasarkan pada hal-hal berikut:
   1) Kepadatan udara bola kering sebesar 1,2 kgda/m³ [0,075 lbda/ft³] pada tekanan barometrik 101,3 kPa [1 atm] dan suhu udara 21°C [70°F].
   2) Perbedaan suhu antara dalam dan luar ruangan sebesar 1°C [1,8°F].
   3) Konstanta gravitasi sebesar 9,81 m/s² [32,2 ft/s²].
   4) Koefisien pembuangan jendela sebesar 0,6.

6.4.3 Kontrol dan aksesibilitas

Sarana untuk membuka bukaan yang diperlukan harus mudah diakses oleh penghuni bangunan gedung setiap kali ruangan tersebut digunakan. Kontrol harus dirancang untuk mengoordinasikan operasi sistem ventilasi alami dan ventilasi mekanik.

6.4.4 Dokumentasi

Perancang harus mendokumentasikan nilai dan perhitungan yang menunjukkan kesesuaian dengan jalur kepatuhan serta sistem kontrol dan *control sequence* yang diperlukan untuk operasi sistem ventilasi alami, termasuk koordinasi dengan sistem ventilasi mekanik, jika PVA digunakan. Semua asumsi desain dan perhitungan terkait dampak pada KUDR harus dimasukkan dalam dokumen desain jika jalur kepatuhan preskriptif digunakan untuk bangunan gedung yang terletak di area dengan standar yang disetujui oleh OBS untuk satu atau lebih kontaminan melebihi batas.

6.5 Ventilasi buang (*exhaust*)

Jalur kepatuhan preskriptif atau jalur kepatuhan berbasis kinerja harus digunakan untuk memenuhi persyaratan dalam Pasal ini. Udara pengganti (*makeup*) untuk buangan (*exhaust*) dapat berasal dari kombinasi udara luar, udara resirkulasi, atau udara transfer.

6.5.1 Jalur kepatuhan preskriptif

Laju aliran udara buang (*exhaust*) yang direncanakan harus ditentukan sesuai dengan persyaratan yang tercantum dalam Tabel 3 dan Tabel 4. Persyaratan tersebut tidak disyaratkan untuk ruang laboratorium yang memenuhi semua persyaratan standar yang

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

disetujui oleh OBS.

6.5.1.1 Cerobong (*hood*) laboratorium

Pembuangan (*exhaust*) udara dari cerobong (*hood*) laboratorium harus memenuhi Kelas Udara 4, kecuali ditentukan lain oleh tenaga ahli K3 yang bertanggung jawab kepada pemilik atau perwakilan pemilik bangunan gedung.

6.5.1.2 Persyaratan tekanan

Laju aliran udara buang (*exhaust*) dari zona yang tercantum dalam Tabel 3 harus lebih besar daripada laju aliran udara suplainya saat sistem pembuangan (*exhaust*) yang diharuskan beroperasi. Perbedaan antara laju aliran udara buang (*exhaust*) dan suplai harus lebih besar untuk zona dengan kelas udara yang lebih tinggi jika zona yang tercantum dalam Tabel 3 bersebelahan.

Persyaratan tersebut tidak disyaratkan ketika persyaratan penyeimbangan aliran udara ditetapkan oleh tenaga ahli K3 yang bertanggung jawab kepada pemilik atau perwakilan pemilik bangunan gedung.

CATATAN 1 Sistem pembuangan (*exhaust*) disyaratkan untuk setiap kategori hunian yang tercantum dalam Tabel 3.

CATATAN 2 Jika operasi secara tidak terus-menerus diperbolehkan dalam Tabel 3, maka peralatan pembuangan (*exhaust*) dimaksudkan untuk dioperasikan ketika ruangan digunakan.

6.5.2 Jalur kepatuhan berbasis kinerja

Laju aliran udara buang harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.5.2.1 sampai Pasal 6.5.2.3.

6.5.2.1 Sumber kontaminan

Kontaminan atau campuran kontaminan yang menjadi perhatian untuk tujuan desain harus diidentifikasi. Untuk setiap kontaminan atau campuran kontaminan yang menjadi perhatian, sumber-sumber dalam ruangan (penghuni, bahan, aktivitas, dan proses) dan sumber-sumber luar ruangan harus diidentifikasi, dan laju emisi untuk setiap kontaminan yang menjadi perhatian dari setiap sumber harus ditentukan.

6.5.2.2 Konsentrasi kontaminan

Untuk setiap kontaminan yang menjadi perhatian, harus dispesifikasikan batas konsentrasi dan periode paparannya dengan menyertakan rujukan dari OBS.

6.5.2.3 Sistem pemantauan dan kontrol

Sistem pemantauan dan kontrol harus disediakan untuk secara otomatis mendeteksi tingkat kontaminan yang menjadi perhatian dan mengatur laju aliran udara buang sedemikian rupa sehingga tingkat kontaminan tetap tidak melebihi batas konsentrasi yang ditentukan.

6.6 Prosedur dokumentasi desain

Kriteria dan asumsi desain harus didokumentasikan dan tersedia untuk pengoperasian sistem setelah instalasi. Lihat Pasal 4.3, Pasal 5.10.3, Pasal 5.13.4, Pasal 6.2.6.1.5, Pasal 6.3.5, dan Pasal 6.4.4 mengenai asumsi yang harus dijelaskan dalam dokumen tersebut.

CATATAN Dokumentasi untuk PLV atau PKUDR dapat dilihat pada Lampiran I.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

7 Konstruksi dan pengoperasian sistem

Kepatuhan pada Pasal 7.1 dan Pasal 7.2 yang tercantum dalam Lampiran K, disyaratkan untuk semua bangunan gedung. Pasal 7.3 disyaratkan untuk bangunan gedung yang dirancang menggunakan PKUDR di Pasal 6.3. Saran penerapan dan kesesuaian yang dimaksudkan untuk membantu pengguna dan lembaga penegak hukum dalam menerapkan Standar ini tercantum dalam Lampiran H.

7.1 Fase konstruksi dan *commissioning*

7.1.1 Penerapan

Persyaratan dalam Pasal ini berlaku untuk sistem ventilasi dan ruang yang dilayani oleh sistem tersebut pada bangunan gedung baru dan tambahan atau perubahan pada bangunan gedung yang sudah ada.

7.1.2 Filter

Sistem yang dirancang dengan filter partikel harus tidak dioperasikan tanpa filter yang dipasang.

7.1.3 Perlindungan material

Material bangunan gedung harus dilindungi dari hujan dan sumber kelembapan lainnya dengan prosedur yang sesuai selama pengiriman dan di lokasi apabila direkomendasikan oleh produsen. Material berpori dengan pertumbuhan mikroba yang terlihat harus tidak dipasang. Material tidak berpori dengan pertumbuhan mikroba yang terlihat harus didekontaminasi.

Perlindungan area yang dihuni

7.1.4.1 Penerapan

Persyaratan pada Pasal 7.1.4 berlaku ketika konstruksi memerlukan persetujuan bangunan gedung dan melibatkan pengamplasan, pemotongan, penggilingan, atau kegiatan lain yang menghasilkan jumlah partikel udara signifikan atau prosedur yang menghasilkan jumlah kontaminan gas yang signifikan.

7.1.4.2 Tindakan perlindungan

Langkah-langkah harus diambil untuk mengurangi migrasi kontaminan yang dihasilkan oleh konstruksi ke area yang dihuni.

CATATAN Contoh langkah-langkah yang dapat diterima termasuk, tetapi tidak terbatas pada, menyegel area konstruksi menggunakan dinding sementara atau plastik, melakukan pembuangan (*exhausting*) pada area konstruksi, atau memberi tekanan pada area yang berdekatan yang dihuni.

7.1.5 Konstruksi sistem saluran udara (*ducting*)

Sistem saluran udara (*ducting*) harus dibuat sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS.

7.1.6 *Commissioning* awal dan berkala

Seluruh sistem ventilasi harus di-*commissioning* sebelum dioperasikan, dan disyaratkan untuk memenuhi semua kriteria yang diatur dalam Standar ini. Selanjutnya, sistem ventilasi harus di-*commissioning* secara berkala setiap tahun secara bertahap, sedemikian sehingga setiap

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

di *commissioning* secara berkala setiap tahun secara bertahap, sedemikian sehingga setiap

tahun agar paling tidak 20% dari keseluruhan jumlah sistem/AHU yang di-*commissioning*. Hasil *commissioning* yang tidak memenuhi kriteria yang diatur dalam Standar ini harus diperbaiki.

7.2 *Start-up* sistem

7.2.1 Penerapan

Persyaratan dalam Pasal 7.2 berlaku untuk sistem ventilasi berikut:

a. Sistem AHU yang baru dipasang
b. Sistem AHU yang sudah ada yang mengalami penurunan aliran udara suplai atau aliran udara luar (hanya persyaratan pada Pasal 7.2.2 yang berlaku untuk sistem yang diubah ini).
c. Sistem AHU yang sudah ada yang mengalami perubahan yang mempengaruhi lebih dari 25 % luas lantai yang dilayani oleh sistem (hanya persyaratan pada Pasal 7.2.2 yang berlaku untuk sistem yang diubah ini).

7.2.2 Penyeimbangan udara (*air balancing*) dan verifikasi kinerja udara luar

Sistem ventilasi harus seimbang sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS untuk memverifikasi kesesuaian dengan persyaratan aliran udara *intake* luar ruang ( ) dalam Standar ini.

V^{ot}

7.2.3 Pengujian penampung *drain*

Uji lapangan terhadap penampung *drain* harus dilakukan dalam kondisi operasi yang paling membatasi aliran kondensat untuk membuktikan bekerjanya saluran buang sehingga dapat meminimalkan stagnasi air yang dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba.

Uji lapangan untuk penampung *drain* tidak disyaratkan jika unit dengan penampung *drain* yang dipasang pabrik telah disertifikasi (dibuktikan secara tertulis) oleh produsen.

CATATAN Kondisi di atas biasanya terjadi pada aliran kipas penuh untuk kipas *draw-through* dan aliran kipas minimum untuk kipas *blow-through*.

7.2.4 *Start-up* sistem ventilasi

Sistem distribusi udara ventilasi harus bersih dari kotoran dan puing-puing.

7.2.5 *Damper* udara luar

Setiap sistem ventilasi harus diuji sebelum penghunian, untuk memastikan bahwa *damper* udara luar beroperasi sesuai dengan desain sistem.

7.2.6 Dokumentasi

Dokumentasi sistem ventilasi berikut ini harus diberikan kepada pemilik bangunan gedung, disimpan di dalam bangunan gedung, dan tersedia bagi personel operasional bangunan gedung.

a. Manual operasi dan pemeliharaan (O&P) yang menjelaskan data dasar yang terkait dengan O&P sistem dan peralatan ventilasi yang dipasang.
b. Informasi pengendalian HVAC yang terdiri dari diagram, skematik, narasi urutan kontrol, dan informasi perawatan dan/atau kalibrasi.
c. Laporan TAB yang mendokumentasikan pekerjaan yang dilakukan untuk Pasal 7.2.2.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

d. Gambar konstruksi, gambar kontrol, dan gambar desain akhir.

e. Kriteria dan asumsi desain.

7.3 Verifikasi PKUDR

7.3.1 Evaluasi tujuan

Pengukuran senyawa desain dan $PM_{2,5}$ di bangunan gedung yang telah selesai harus dilakukan untuk memverifikasi bahwa batas desain terpenuhi. Konsentrasi puncak selama periode delapan jam ketika ruangan dihuni harus tidak melebihi batasan desain untuk karbon monoksida.

Untuk ozon dan $PM_{2,5}$, konsentrasi rata-rata yang diukur selama periode delapan jam yang dihuni harus tidak melebihi batasan desain.

Untuk semua senyawa lainnya, konsentrasi yang diukur selama periode maksimum yang diperbolehkan oleh metode uji hingga delapan jam harus tidak melebihi batasan desain untuk setiap senyawa desain.

Untuk campuran senyawa desain, perhitungan campuran harus kurang dari 1. Konsentrasi harus diukur menggunakan metode pengujian laboratorium yang relevan yang ditentukan dalam Tabel 9. Senyawa anorganik dan $PM_{2,5}$ dapat diukur dengan menggunakan instrumen pembacaan langsung yang dikalibrasi sesuai dengan rekomendasi produsen perangkat, mampu mengukur di bawah batasan desain, dan memenuhi persyaratan kinerja yang ditentukan dalam Tabel 10.

Tabel 9 – Metode pengujian laboratorium yang diperbolehkan

Senyawa	Metode pengujian yang diperbolehkan
$PM_{2,5}$	SNI 7119.14 atau standar setara yang disetujui oleh OBS
Karbon monoksida	SNI 7119.10 atau standar setara yang disetujui oleh OBS

Tabel 10 – Spesifikasi minimum instrumen pembacaan langsung (*direct-reading)*

	Ozon	$PM_{2,5}$	Karbon monoksida
Akurasi (±)	5 ppb	Lebih besar dari 5 µg/m³ atau 20 % pembacaan	Lebih besar dari 3 ppm atau 20 % pembacaan
Resolusi (±)	1 ppb	5 µg/m³	1 ppm

Peralatan pengukuran harus ditempatkan di zona pernapasan. Pengukuran harus dilakukan dengan sistem HVAC dalam kondisi operasi normal dan pengaturan *intake* udara luar terendah yang diharapkan selama setahun. Jumlah titik pengukuran harus ditentukan sesuai dengan Tabel 11.

Tabel 11 – Jumlah titik pengukuran

Total luas lantai yang dihuni m² [ft²]	Jumlah pengukuran
≤ 2.500 (25.000)	1
> 2.500 (25.000) dan ≤ 5.000 (50.000)	2
> 5.000 (50.000) dan ≤ 10.000 (100.000)	4
> 10.000 (100.000)	6

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

≥ 10.000 (100.000)	6

7.3.2 Evaluasi subyektif

Hasil uji survei harus menunjukkan tingkat penerimaan penghuni sebesar 80 % atau lebih dalam setiap zona yang dilayani oleh sistem dengan menggunakan evaluasi penghuni secara subyektif yang dilakukan di bangunan gedung yang telah selesai dibangun.

Evaluasi objektif dan subjektif tidak disyaratkan untuk setiap zona yang secara substansial serupa. Laju aliran udara luar minimum harus tidak kurang dari yang diperlukan sesuai dengan Pasal 7.3.1 dan Pasal 7.3.2 untuk zona yang secara substansial serupa.

CATATAN 1 Lampiran L menyajikan satu pendekatan untuk evaluasi penghuni secara subjektif.

CATATAN 2 Sebagai contoh, dalam sebuah bangunan gedung dengan 100 kantor pribadi untuk satu orang dengan luas yang sama, tidak perlu dilakukan evaluasi objektif dan subjektif di setiap kantor selama aliran udara luar minimum untuk setiap kantor lebih besar atau sama dengan aliran udara di kantor yang diuji sesuai dengan Pasal 7.3.2. Sebuah zona ventilasi dianggap serupa secara definisi jika memiliki kategori hunian yang sama (lihat
Tabel 2), kepadatan penghuni, efektivitas distribusi udara zona (lihat Pasal 6.2.1.2), dan aliran udara primer zona desain (lihat Pasal 6.2.4.3.2 dan Lampiran A) per unit area.

7.3.3 Dokumentasi

Dokumentasi harus mencakup metodologi pengujian, hasil pengujian, dan setiap penyesuaian terhadap udara luar desain dari nilai-nilai yang ditentukan pada Pasal 6.3, jika berlaku.

8 Operasi dan Pemeliharaan (O&P)

8.1 Umum

Sistem ventilasi harus dievaluasi kembali dan manual O&P harus diperbarui sesuai kebutuhan apabila bangunan gedung mengalami perubahan atau saat terjadi perubahan penggunaan bangunan gedung, kategori hunian, perubahan signifikan dalam kepadatan penghuni, atau perubahan lain yang tidak sesuai dengan asumsi desain sistem, desain, operasi, dan pemeliharaan.

8.2 Manual O&P

Sebuah manual O&P, baik tertulis maupun elektronik, harus dikembangkan dan dikelola di lokasi atau di tempat yang dapat diakses secara terpusat selama masa kerja peralatan atau komponen sistem ventilasi yang ada. Manual ini harus diperbarui sesuai kebutuhan. Manual tersebut harus mencakup prosedur O&P, jadwal operasi sistem ventilasi beserta perubahan yang dilakukan, gambar desain akhir, jadwal pemeliharaan berdasarkan instruksi produsen, serta persyaratan pemeliharaan dan frekuensi yang disediakan dalam Tabel 12.

8.3 Operasi sistem ventilasi

Sistem ventilasi mekanis dan alami harus dioperasikan sesuai dengan manual O&P. Sistem harus dioperasikan sedemikian rupa sehingga ruangan terventilasi sesuai dengan Pasal 6 selama periode penghunian yang diharapkan.

8.4 Pemeliharaan sistem ventilasi

Komponen sistem ventilasi bangunan harus dipelihara sesuai dengan manual O&P.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 12 – Kegiatan pemeliharaan dan frekuensi minimum untuk sistem ventilasi dan komponen terkait

Tugas inspeksi/pemeliharaan	Frekuensi [a)]
a. Sistem harus diinvestigasi untuk kebocoran atau penggenangan air dan harus dilakukan perbaikan jika diperlukan.	Sesuai kebutuhan
b. Ruang yang disediakan untuk pemeliharaan rutin dan inspeksi sistem *cooling tower* terbuka, sistem *cooling tower* harus dipastikan tertutup, dan kondensor evaporatif tidak terhalang.	Bulanan
c. Sistem air *cooling tower* terbuka, sistem air *cooling tower* tertutup, dan kondensor evaporatif harus diolah untuk membatasi pertumbuhan kontaminan mikrobiologis, termasuk *Legionella sp.*	Bulanan
d. Ruang yang disediakan untuk pemeliharaan rutin dan inspeksi peralatan dan komponen harus dipastikan tidak terhalang.	Triwulanan
e. Penurunan tekanan dan tanggal penggantian filter dan perangkat pembersih udara yang telah ditentukan harus diperiksa, dan dibersihkan atau diganti jika diperlukan untuk memastikan semua dapat dioperasikan dengan baik.	Triwulanan
f. Lampu ultraviolet harus diperiksa. Lampu harus dibersihkan atau diganti jika diperlukan untuk memastikan semua dapat dioperasikan dengan baik.	Triwulanan
g. Perangkat dehumidifikasi dan humidifikasi harus diinspeksi secara visual. Perangkat tersebut juga harus dibersihkan dan dijaga kebersihannya untuk menghindari terbentuknya kerak dan pertumbuhan mikroba. RH udara harus diukur dan kontrol sistem disesuaikan jika diperlukan.	Triwulanan
h. *Floor drain* dan *floor trap* yang terletak di plenum udara atau ruangan yang berfungsi sebagai plenum udara harus dipelihara untuk mencegah penyebaran kontaminan dari saluran lantai ke plenum.	Setiap enam bulan
i. Sistem dan perangkat kontrol ventilasi serta KUDR harus diperiksa untuk operasi yang baik. Selain itu, harus dibersihkan, diberi pelumas, diperbaiki, disesuaikan, atau diganti jika diperlukan untuk memastikan semua dapat dioperasikan dengan baik.	Setiap enam bulan
j. Alat P *(p-trap)* pada *floor drain* yang terletak di plenum udara atau ruangan yang berfungsi sebagai plenum udara harus diperiksa dan dipasang primer jika diperlukan untuk memastikan semua dapat dioperasikan dengan baik.	Setiap enam bulan
k. Tegangan sabuk kipas *(fan-belt)* harus diperiksa. Keausan sabuk harus diperiksa dan diganti jika diperlukan untuk memastikan semua dapat dioperasikan dengan baik. *Puleys* juga harus diperiksa untuk tanda-tanda penyimpangan atau keausan yang tidak normal dan diperbaiki jika diperlukan.	Setiap enam bulan
l. *Variable-Frequency Drive* (VFD) harus diperiksa agar beroperasi dengan baik dan diperbaiki jika diperlukan.	Setiap enam bulan
m. Kelayakan operasi dari koil pendingin atau pemanas harus diperiksa/dijaga dari kerusakan atau tanda kebocoran serta harus dibersihkan, diperbaiki, atau diganti jika diperlukan.	Setiap enam bulan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel 12 – Kegiatan pemeliharaan dan frekuensi minimum untuk sistem ventilasi dan komponen terkait (lanjutan)

Tugas inspeksi/pemeliharaan		Frekuensi [a)]
n.	Bukaan aliran udara luar, kawat ram burung, penyaring kabut, dan area terkait harus diinspeksi secara visual untuk menjamin kebersihan dan keutuhan; serta dibersihkan jika diperlukan; dihilangkan semua kotoran atau bahan biologis yang terlihat, serta diperbaiki kerusakan fisik pada bukaan aliran udara luar, kawat ram burung, atau penyaring kabut jika kerusakan tersebut menghambat aliran udara luar yang diperlukan.	Setiap enam bulan
o.	Bukaan ventilasi alami dan area dibelakang bukaan tersebut harus diinspeksi secara visual untuk menjamin kebersihan dan keutuhan; serta dibersihkan jika diperlukan. Semua kotoran atau bahan biologis yang terlihat harus dihilangkan, serta diperbaiki kerusakan fisik pada pembuka dan penutup jika kerusakan tersebut menghambat aliran udara luar yang diperlukan. Alat pembuka manual dan/atau otomatis harus diuji secara fisik untuk memastikan beroperasi dengan baik dan diperbaiki atau diganti jika diperlukan.	Setiap enam bulan
p.	Operasi sistem ventilasi udara luar dan semua kontrol dinamis dari aliran udara luar minimum harus diperiksa.	Setiap tahun
q.	Filter udara dan pengedap (seal) dari dudukan filter harus diperiksa kecocokannya serta diperbaiki jika diperlukan.	Setiap tahun
r.	Kotak kontrol harus diperiksa untuk menjaga dari kotoran, serpihan, dan/atau sambungan yang longgar. Kotak kontrol harus dibersihkan dan dikencangkan jika diperlukan.	Setiap tahun
s.	Kontaktor motor harus diperiksa untuk tanda-tanda aus atau kerusakan lainnya serta diperbaiki atau diganti jika diperlukan.	Setiap tahun
t.	Bilah dan dudukan kipas harus diperiksa dan dibersihkan, diperbaiki, atau diganti jika diperlukan untuk memastikan kipas (fan) dapat beroperasi dengan baik.	Setiap tahun
u.	Keutuhan semua panel pada peralatan harus diperiksa. Pengencang harus diganti jika diperlukan untuk memastikan terpasang dengan baik dan benar.	Setiap tahun
v.	Bantalan (bearing) yang dapat diperbaiki di tempat harus diperiksa dan diberi pelumas jika diperlukan.	Setiap tahun
w.	Penampung drain, saluran drain, dan koil dari pertumbuhan biologis harus diperiksa. Area di sekitarnya juga harus diperiksa untuk memastikan tidak ada bekas basahan yang tidak diinginkan serta diperbaiki dan dibersihkan jika diperlukan.	Setiap tahun
x.	Penumpukan atau kerak pada permukaan penukar panas (*heat exchanger*) harus diperiksa dan segera dibersihkan. jika diperlukan untuk memastikan operasi yang baik.	Setiap tahun
y.	Unit untuk memastikan tidak ada air yang keluar dari koil pendingin yang tidak tertampung oleh penampung *drain* harus diperiksa dan perbaikan harus dilakukan jika diperlukan.	Setiap tahun
z.	Kelayakan operasi damper harus diperiksa. *Damper* harus dibersihkan, diberi pelumas, diperbaiki, diganti, atau disesuaikan jika diperlukan untuk memastikan semua dapat beroperasi dengan baik.	Setiap tahun
aa.	Area pengumpulan air harus diinspeksi secara visual terhadap pertumbuhan biologis. Jika ada, area tersebut harus dibersihkan	Setiap tahun

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

atau didesinfeksi jika diperlukan.	

Tabel 12 – Kegiatan pemeliharaan dan frekuensi minimum untuk sistem ventilasi dan komponen terkait (lanjutan)

Tugas inspeksi/pemeliharaan	Frekuensi [a)]
bb. Pompa kondensat harus diperiksa dan dibersihkan atau diganti jika diperlukan.	Setiap tahun
cc. Keutuhan insulasi dan lapisan penghalang uap pada saluran udara (*ducting*) terbuka dan pipa eksternal harus diinspeksi secara visual dan diperbaiki jika diperlukan	Setiap tahun
dd. Sensor yang dipasang secara permanen yang fungsi utamanya adalah pemantauan pengiriman udara luar, verifikasi pengiriman udara luar, atau kontrol minimum dinamis udara luar, seperti stasiun aliran pada AHU dan yang digunakan untuk DCV, termasuk sensor CO_2 harus diperiksa keakuratannya. Sensor yang tidak memenuhi spesifikasi akurasi yang ditentukan dalam manual O&P harus dikalibrasi ulang atau diganti. Verifikasi kinerja harus mencakup perbandingan output dengan standar referensi pengukuran sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS terkait TAB.	Setiap 5 tahun
ee. Jumlah total udara luar yang disalurkan oleh AHU yang diatur ke moda udara luar minimum harus diperiksa. Jika laju aliran udara minimum yang diukur kurang dari laju minimum perencanaan yang terdokumentasi dalam manual O&P, dengan toleransi penyeimbangan ± 10 %, maka (1) laju yang diukur harus dikonfirmasi bahwa tidak sesuai dengan ketentuan Standar ini dan (2) sesuaikan atau modifikasi komponen AHU disesuaikan atau dimodifikasi untuk memperbaiki kekurangan aliran udara. Sistem ventilasi harus seimbang sesuai dengan standar yang disetujui oleh OBS terkait TAB, setidaknya sejauh yang diperlukan untuk memverifikasi kesesuaian dengan persyaratan aliran udara luar total dan aliran udara suplai ruangan dari Standar ini. Unit dengan aliran udara suplai di bawah 1.000 L/s [2.000 cfm] tidak diharuskan memenuhi persyaratan ini.	Setiap 5 tahun

Keterangan:

[a)] Frekuensi minimum dapat ditingkatkan atau dikurangi jika tertera dalam manual O&P.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran A
(normatif)
Efisiensi sistem ventilasi multi-zona: prosedur alternatif

Lampiran ini menyajikan prosedur alternatif untuk menghitung efisiensi sistem ventilasi ( ) untuk sistem resirkulasi multi-zona yang harus digunakan apabila Pasal 6.2.4.3 tidak digunakan. Dalam prosedur alternatif ini, E_v sama dengan nilai terendah yang dihitung dari efisiensi ventilasi zona (E_{vz}) (lihat Persamaan A.2). Gambar A.1 berisi gambar skema sistem ventilasi yang menggambarkan sebagian besar kuantitas yang digunakan dalam Lampiran ini.

A.1 Efisiensi sistem ventilasi

Untuk setiap sistem resirkulasi multi-zona, efisiensi sistem ventilasi (E_v) harus dihitung sesuai dengan Pasal A.1.1 sampai Pasal A.1.3.

A.1.1 Fraksi udara luar rata-rata

Fraksi udara luar rata-rata ( ) untuk sistem ventilasi harus ditentukan sesuai dengan Persamaan A.1.

$$X_s = V_{ou}/V_{ps} \quad \text{A.1}$$

Keterangan:
X_s adalah fraksi udara luar rata-rata
V_{ou} adalah aliran udara *intake* luar ruang yang tidak dikoreksi (L/s atau cfm)
V_{ps} adalah aliran udara primer sistem yang didapat dari kondisi yang dianalisis (L/s atau cfm)

CATATAN Untuk tujuan desain sistem VUV, V_{ps} adalah aliran udara primer sistem yang paling diharapkan pada kondisi desain yang dianalisis. Aliran udara primer sistem pada desain biasanya lebih kecil daripada jumlah nilai aliran udara primer zona desain, karena aliran udara primer jarang mencapai puncak secara bersamaan di semua zona VUV.

A.1.2 Efisiensi ventilasi zona

Efisiensi ventilasi zona (E_{vz}) harus ditentukan sesuai dengan Pasal A.1.2.1 atau Pasal A.1.2.2.

A.1.2.1 Sistem suplai tunggal

Untuk sistem suplai tunggal, dengan seluruh udara yang disuplai ke setiap zona ventilasi adalah campuran udara luar dan udara resirkulasi pada sistem, efisiensi ventilasi zona (E_{vz}) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan A.2. Contoh sistem suplai tunggal termasuk pemanasan ulang dengan VUK, VUV dengan saluran udara (*ducting*) tunggal, saluran udara (*ducting*) tunggal dengan kipas (*fan*) tunggal, dan sistem multi-zona.

$$E^{vz} = 1 + X^s - Z^{pz} \quad \text{A.2}$$

Keterangan:
X^s adalah fraksi udara luar rata-rata
E_{vz} adalah efisiensi ventilasi zona

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Z_{pz} adalah fraksi udara luar primer untuk zona

Z_{pz} ditentukan menggunakan Persamaan A.3.

$$Z_{pz} = V_{oz}/V_{pz} \quad \textbf{A.3}$$

Keterangan:

adalah fraksi udara luar primer untuk zona

adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi (L/s atau cfm)

V_{pz} adalah aliran udara primer zona (L/s atau cfm)

Untuk sistem VUV, V_{pz} adalah nilai aliran udara primer zona terendah yang diharapkan pada kondisi desain yang dianalisis.

A.1.2.2 Sistem resirkulasi sekunder

Untuk sistem resirkulasi sekunder dengan seluruh atau sebagian dari udara suplai ke setiap zona ventilasi adalah udara resirkulasi (udara yang belum dicampur langsung dengan udara luar) dari zona lain, efisiensi ventilasi zona (E_{vz}) harus ditentukan sesuai dengan Persamaan A.4. Contoh sistem resirkulasi sekunder meliputi sistem saluran udara (*ducting*) ganda dengan kipas (*fan*) ganda dan kotak pencampur dengan tenaga kipas (*fan-powered mixing-box*) serta sistem yang mencakup kipas (*fan*) transfer untuk ruang konferensi.

$$E_{vz} = (F_a + X_s \times F_b - Z_{pz} \times E_p \times F_c)/F_a \quad \textbf{A.4}$$

Keterangan:

E_{vz} adalah efisiensi ventilasi zona

Z_{pz} adalah fraksi udara luar primer untuk zona

X_s adalah fraksi udara luar rata-rata

F_a adalah fraksi udara suplai

F_b adalah fraksi udara campuran

F_c adalah fraksi udara luar

E_p adalah fraksi udara primer

CATATAN

1) merupakan fraksi udara suplai ke zona ventilasi yang mencakup sumber udara dari luar zona

2) merupakan fraksi udara suplai ke zona ventilasi dari udara primer yang sepenuhnya tercampur

3) F_c^{op} merupakan fraksi udara luar ke zona ventilasi yang mencakup sumber udara dari luar zona

Fraksi udara sistem F_a, F_b, dan F_c ditentukan sesuai dengan Persamaan A.5, A.6, dan A.7.

$$F_a = E_p + (1 - E_p) \times E_r \quad \textbf{A.5}$$

$$F_b = E_p \quad \textbf{A.6}$$

$$F_c = 1 - (1 - E_z) \times (1 - E_r) \times (1 - E_p) \quad \textbf{A.7}$$

Keterangan:

F_a adalah fraksi udara suplai

F_b adalah fraksi udara campuran

adalah fraksi udara luar

adalah fraksi udara primer

adalah fraksi resirkulasi sekunder

E_z^{op} adalah efektivitas distribusi udara zona

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

CATATAN

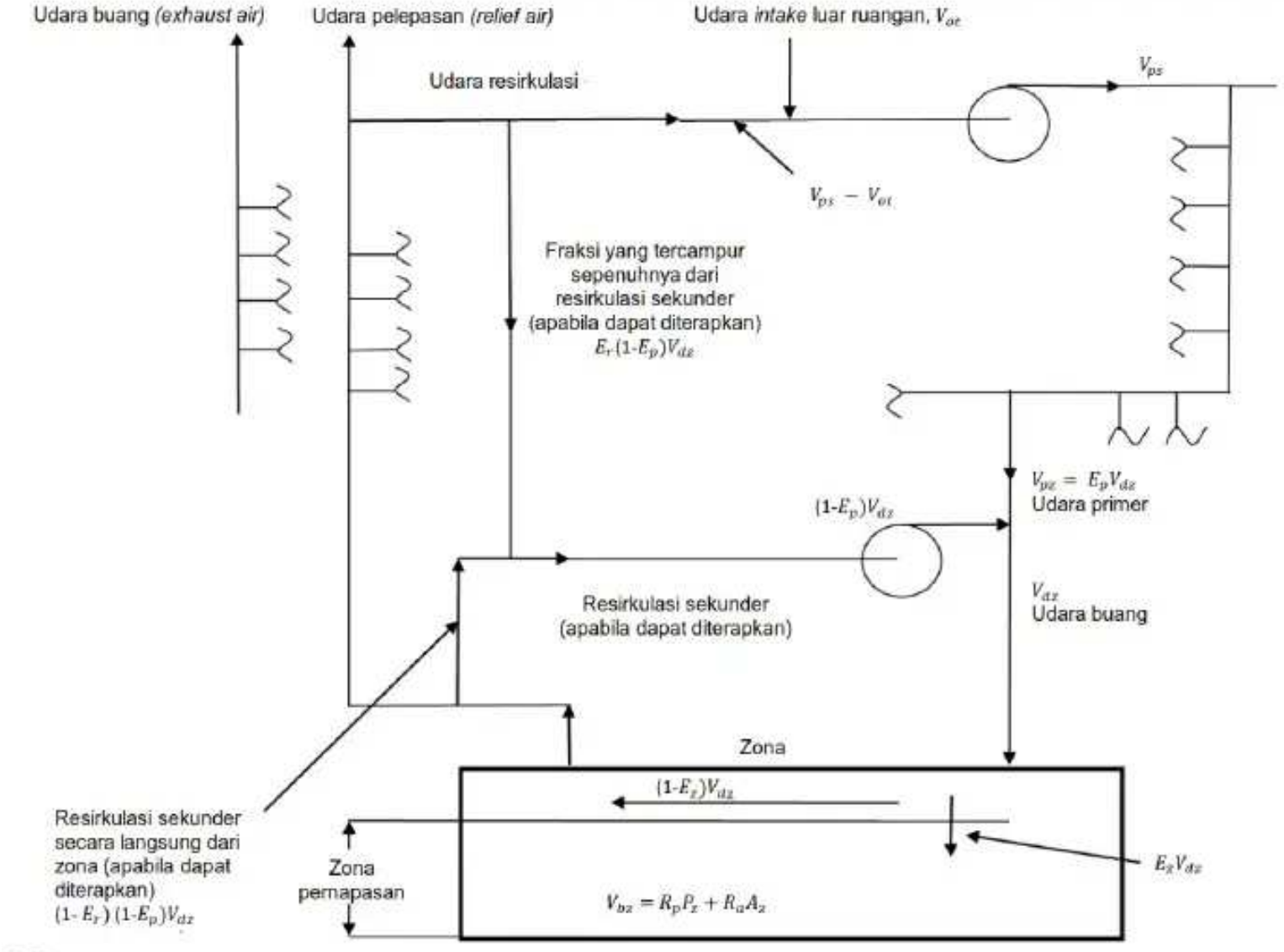
1) E_p merupakan fraksi udara primer dalam udara pembuangan ke zona ventilasi
2) E_r merupakan dalam sistem dengan resirkulasi sekunder udara balik, fraksi udara resirkulasi sekunder ke zona yang mewakili udara balik sistem rata-rata daripada udara yang langsung yang diresirkulasi dari zona
3) merupakan ukuran efektivitas distribusi udara suplai ke zona pernapasan

Fraksi udara zona primer (E_p) ditentukan sesuai dengan Persamaan A.8, fraksi resirkulasi zona sekunder (E_r) ditentukan oleh perancang berdasarkan konfigurasi sistem, dan efektivitas distribusi udara zona (E_z) ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.1.2.

$$E_p = V_{pz}/V_{dz} \qquad \textbf{A.8}$$

Keterangan:

E_p adalah fraksi udara primer
V_{pz} adalah aliran udara primer zona (L/s atau cfm)
V_{dz} adalah aliran udara pembuangan zona (L/s atau cfm)



Keterangan gambar:

V_{ot} adalah aliran udara *intake* luar ruang
adalah aliran udara primer sistem

adalah aliran udara primer zona
adalah aliran udara pembuangan zona
V_{bz} adalah aliran udara luar di zona pernapasan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

E_p adalah fraksi udara primer
E_r adalah fraksi resirkulasi sekunder

E_z adalah efektivitas distribusi udara zona
R_p adalah laju aliran udara luar per orang
R_a adalah laju aliran udara luar per satuan luas
P_z adalah populasi zona
A_z adalah luas lantai zona

Gambar A.1 – Skema sistem ventilasi

Untuk sistem balik plenum dengan resirkulasi sekunder (misalnya, VUV dengan plenum balik yang digerakkan kipas), E_r biasanya kurang dari 1, meskipun nilai bisa berkisar dari 0,1 sampai 1,2 tergantung pada lokasi zona ventilasi relatif terhadap zona lain dan pengontrol udara. Untuk sistem balik saluran udara (*ducting*) dengan resirkulasi sekunder (misalnya, VUV yang digerakkan kipas dengan saluran udara balik), E_r biasanya 0, sedangkan untuk sistem dengan resirkulasi pada sistem (misalnya, sistem saluran udara ganda dengan kipas ganda dan saluran udara balik), E_r biasanya 1. Untuk tipe sistem lainnya, E_r biasanya 0,75. Sedangkan untuk sistem zona tunggal dan suplai tunggal, E_p adalah 1.

A.1.3 Efisiensi sistem ventilasi

Efisiensi sistem ventilasi harus sama dengan efisiensi ventilasi zona terendah di antara semua zona ventilasi yang dilayani oleh pengontrol udara sesuai dengan Persamaan A.9.

$$E_v = minimum\ (E_{vz}) \qquad \textbf{A.9}$$

Keterangan:
E_v adalah efisiensi sistem ventilasi
E_{vz} adalah efisiensi ventilasi zona

A.2 Proses desain

Efisiensi sistem ventilasi dan oleh karena itu aliran udara *intake* luar ruang untuk sistem (V_{ot}) yang ditentukan sebagai bagian dari proses desain didasarkan pada desain dan aliran udara suplai yang diharapkan minimum terhadap zona ventilasi individu serta persyaratan udara luar desain untuk zona. Untuk tujuan desain sistem VUV, efisiensi ventilasi zona ( ) untuk setiap zona ventilasi akan ditemukan menggunakan aliran udara primer zona yang diharapkan minimum ( ) dan menggunakan aliran udara primer sistem ( ) yang diharapkan tertinggi pada kondisi desain yang dianalisis.

E^{vz} V^{pz} V^{ps}

CATATAN Meningkatkan nilai aliran udara suplai zona selama proses desain, terutama untuk zona-zona kritis yang membutuhkan fraksi udara luar tertinggi, mengurangi persyaratan sistem aliran udara *intake* luar ruangan yang ditentukan dalam perhitungan.

Efisiensi ventilasi zona (E_{vz}) harus dihitung untuk semua zona ventilasi. Karena efisiensi sistem ventilasi (E_v) ditentukan oleh nilai minimum dari efisiensi ventilasi zona (E_{vz}) sesuai dengan Persamaan A.9, perhitungan E_{vz} tidak disyaratkan untuk setiap zona ventilasi yang memiliki nilai E_{vz} yang sama dengan atau lebih besar dari zona ventilasi yang perhitungannya telah dilakukan.

Nilai E_{vz} untuk zona ventilasi akan sama atau lebih besar daripada yang lain jika semua hal berikut benar relatif terhadap zona ventilasi lainnya:

a. Luas lantai per penghuni (A_z/P_z) tidak lebih rendah.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

b. Laju aliran udara pembuangan zona minimum per luas unit (V_{dz}/A_z) tidak lebih rendah.

c. Fraksi udara primer (E_P) tidak lebih rendah.
d. Efektivitas distribusi udara zona (E_Z) tidak lebih rendah.
e. Laju udara luar area (R_a) tidak lebih tinggi.
f. Laju udara luar orang (R_p) tidak lebih tinggi.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran B
(normatif)
Pemisahan outlet udara buang (*exhaust*) dan udara pengambilan (*intake*) luar ruangan

B.1 Umum

Lampiran ini menyajikan prosedur alternatif untuk menentukan jarak pemisahan antara udara pengambilan (*intake*) luar ruangan dan udara buang (*exhaust*) serta outlet ventilasi. Metode analitis ini dapat digunakan sebagai pengganti Tabel 1. Udara buang (*exhaust*) dan outlet ventilasi, seperti yang didefinisikan dalam Tabel 1, harus ditempatkan tidak lebih dekat dengan udara pengambilan (*intake*) luar ruangan, atau dengan jendela yang dapat dioperasikan, *skylight*, dan pintu, baik yang berada di properti terkait maupun di properti yang bersebelahan, daripada jarak pemisahan minimum (L) yang ditentukan dalam bagian ini. Jarak (L) didefinisikan sebagai jarak "tali terentang" terpendek yang diukur dari titik terdekat bukaan outlet ke titik terdekat bukaan udara pengambilan (*intake*) luar ruangan, atau ke jendela yang dapat dioperasikan, *skylight,* atau bukaan pintu, sepanjang lintasan seolah-olah tali ditarik di antara keduanya.

B.1.1 Aplikasi

Outlet udara buang (*exhaust*) cerobong asap di laboratorium harus sesuai standar yang disetujui oleh OBS. Outlet udara buang di nonlaboratorium dan udara pengambilan (*intake*) luar ruangan atau bukaan lain harus dipisahkan sesuai dengan berikut.

B.1.2 Udara pengambilan (*intake*) luar ruangan

Jarak pemisahan minimum antara outlet udara buang (*exhaust*) atau outlet ventilasi, seperti yang didefinisikan dalam Tabel 1, dan udara pengambilan (*intake*) luar ruangan ke sistem ventilasi mekanik, atau ke jendela yang dapat dioperasikan, *skylight,* dan pintu yang disyaratkan sebagai bagian dari sistem ventilasi alami, harus sama dengan jarak (L) yang ditentukan sesuai dengan Pasal B.2.

Jarak pemisahan tidak berlaku apabila sistem udara pengambilan (*intake*) luar ruangan dan udara buang (*exhaust*) dikendalikan sedemikian rupa sehingga keduanya tidak dapat beroperasi secara bersamaan.

B.1.3 Bukaan bangunan gedung lainnya

Jarak pemisahan minimum antara udara buang (*exhaust*) atau outlet ventilasi pada bangunan gedung, seperti yang didefinisikan dalam Tabel 1, dan bukaan yang dapat dioperasikan ke ruang yang dapat dihuni harus setengah dari jarak (L) yang ditentukan sesuai dengan Pasal B.2. Jarak pemisahan minimum antara Kelas 3, Kelas 4, *cooling tower*, atau udara buang (*exhaust*)/outlet ventilasi pada peralatan pembakaran dan bukaan yang dapat dioperasikan ke ruang yang dapat dihuni harus sama dengan jarak (L) yang ditentukan sesuai dengan Pasal B.2.

B.1.4 Batasan tambahan untuk udara berbahaya

Jarak pemisahan minimum antara udara buang (*exhaust*) yang terletak kurang dari 20 m [65 ft] secara vertikal di bawah *intake* udara luar atau jendela yang dapat dioperasikan dan pintu

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

harus sama dengan jarak pemisahan horizontal seperti yang ditentukan sesuai dengan

Pasal B.2; tidak diperbolehkan ada pengurangan untuk pemisahan setiap jarak vertikal.

B.1.5 Ruang peralatan

Outlet udara buang (*exhaust*) yang berakhir di dalam ruang peralatan yang juga melingkupi udara *intake* luar ruang harus memenuhi persyaratan pemisahan dalam bagian ini dan, selain itu, harus:

a. berakhir pada atau di atas dinding penutup tertinggi dan mengeluarkan udara ke atas dengan kecepatan lebih dari 5 m/s [1.000 fpm], atau
b. berakhir 1 m [3 ft] di atas dinding penutup tertinggi (tanpa kecepatan minimum).

Persyaratan di atas tidak disyaratkan untuk udara buang (*exhaust*) yang ditunjuk sebagai Kelas 1 atau Kelas 2.

B.1.6 Batas properti

Jarak pemisahan minimum antara udara buang/outlet ventilasi dan batas properti harus setengah dari jarak (L) yang ditentukan sesuai dengan Pasal B.2.

Untuk udara buang (*exhaust*) Kelas 3, Kelas 4, atau peralatan pembakaran, yang mana batas propertinya berbatasan dengan jalan atau jalan umum lainnya, maka tidak disyaratkan jarak pemisahan minimum jika terminasi outlet minimum 3 m [10 ft] di atas permukaan tanah.

B.2 Menentukan jarak pemisahan (L)

Jarak pemisahan minimum (L) harus ditentukan menggunakan salah satu dari tiga pendekatan berikut.

B.2.1 Metode sederhana

Nilai L dalam Tabel B.1 harus digunakan.

Tabel B.1 – Jarak pemisahan minimum

Kelas udara buang (*exhaust*) (Lihat Pasal 5.13)	Jarak pemisahan ( ) m [ft]
Kontaminan signifikan atau intensitas bau (Kelas 3)	5 (15) L
Partikel berbahaya (Kelas 4)	10 [30]

B.2.2 Metode kecepatan

Nilai L harus ditentukan menggunakan Persamaan B.1

$$L = 0{,}04 \times \sqrt{Q} \times \sqrt{DF} - U/2)\ [m]\ \text{(SI)} \qquad \text{B.1}$$

atau

$$L = 0{,}09 \times \sqrt{Q} \times \sqrt{DF} - U/400)\ [ft]\ \text{(I-P)}$$

Keterangan:

L adalah jarak pemisahan minimum

Q adalah laju aliran udara exhaust, L/s [cfm]. Untuk ventilasi gravitasi, seperti pipa ventilasi, laju exhaust yang digunakan yaitu sebesar 75 L/s [150 cfm]. Untuk pipa pembuangan dari perangkat

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

berbahan bakar, nilai diasumsikan sebesar 0,43 L/s/kW [250 cfm/juta Btu/h] dari input pembakaran (atau diperoleh dari laju aktual dari produsen perangkat pembakaran).

U adalah kecepatan pelepasan udara buang (*exhaust*), m/s [fpm]. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar B.1, U harus ditentukan menggunakan Tabel B.2.

DF adalah faktor pengenceran, yaitu rasio aliran udara luar terhadap aliran udara buang (*exhaust*) yang tercampur dalam udara *intake* luar ruang. Faktor pengenceran minimum harus ditentukan sebagai fungsi kelas udara buang (*exhaust*) dalam Tabel B.3.

Tabel B.2 – Kecepatan pelepasan udara buang (*exhaust*)

Konfigurasi / arah pembuangan	Modifikasi kecepatan pelepasan udara buang (U)
Exhaust diarahkan menjauh dari udara *intake* luar ruang dengan sudut lebih dari 45° dari arah pipa yang ditarik dari titik *exhaust* terdekat ke tepi udara *intake*.	U = nilai positif
Exhaust diarahkan ke arah *intake* yang dibatasi oleh pipa yang ditarik dari titik *exhaust* terdekat ke tepi udara *intake*.	U = nilai negatif
Exhaust diarahkan pada sudut di antara dua kasus di atas.	U =0
Ventilasi dari peralatan berbahan bakar gravitasi (atmosfer), pipa ventilasi, dan *exhaust nonpowered* lainnya, atau jika pelepasan *exhaust* tertutupi oleh tutup atau perangkat lain yang meredam aliran udara buang.	=0 U
Exhaust gas panas seperti produk pembakaran jika aliran *exhaust* diarahkan langsung ke atas dan tidak terhalang oleh perangkat seperti penutup saluran asap atau *louvres*.	Tambahkan kecepatan 500 fpm [2,5 m/s] pada U

Tabel B.3 – Faktor pengenceran minimum

Kelas udara buang (*exhaust*) (Lihat Pasal 5.13)	Faktor pengenceran
Kontaminan signifikan atau intensitas bau (Kelas 3)	15
Partikel berbahaya (Kelas 4)	50 a)
KETERANGAN: a) Tidak berlaku untuk *exhaust* cerobong asap. Lihat Pasal B.1.1.	

Untuk udara buang yang terdiri dari lebih dari satu kelas udara, faktor pengenceran harus ditentukan dengan merata-ratakan faktor pengenceran dari fraksi volume masing-masing kelas menggunakan Tabel B.3 sesuai dengan Persamaan B.2.

$$DF = \sum(DF_i \times Q_i) / \sum Q_i \qquad \textbf{B.2}$$

Keterangan:

DF_i adalah faktor pengenceran dari Tabel B.3 untuk kelas udara *i*

Q^i adalah laju aliran volumetrik udara kelas *i* dalam aliran udara buang (*exhaust*)

B.2.3 Metode konsentrasi

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Konsentrasi yang dapat diterima untuk kesehatan ($C_{kesehatan}$) dan bau (C_{bau}) ditentukan untuk setiap bahan kimia, senyawa, atau campuran yang dikeluarkan ditentukan menggunakan

Persamaan B.3 dan Persamaan B.4.

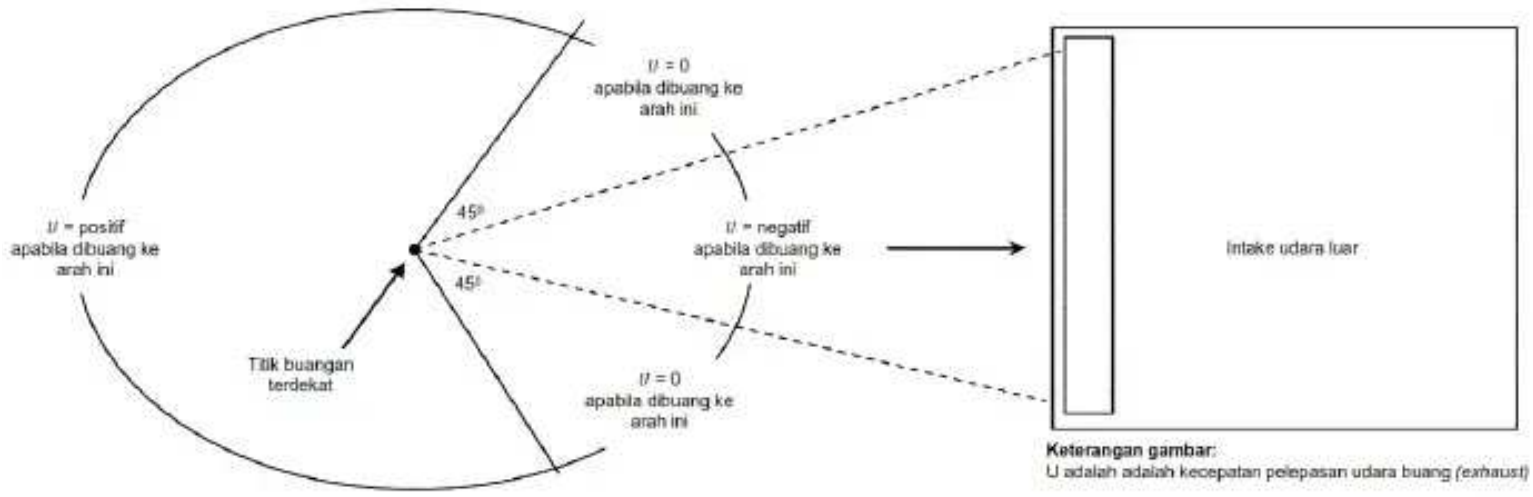
Sistem *exhaust* dan *intake* dirancang sehingga konsentrasi maksimum pada *intake* (C_{maks}) kurang dari konsentrasi yang dapat diterima dari semua senyawa dan campuran yang diuji

B.3

$$C_{maks} < C_{kesehatan} \quad \text{B.4}$$

Keterangan:
C_{maks} adalah konsentrasi maksimum pada *intake*
$C_{kesehatan}$ adalah konsentrasi yang dapat diterima untuk kesehatan
C_{bau} adalah konsentrasi yang dapat diterima untuk bau

Penentuan C_{max} harus mempertimbangkan kecepatan angin, arah angin, kecepatan keluar *exhaust* dan momentum, geometri bangunan dan struktur yang berdekatan, dan layar arsitektural. Model terowongan angin (*wind tunnel*) adalah metode desain yang dapat diterima.



Gambar B.1 – Kecepatan aliran udara buang (*exhaust*)

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran C
(normatif)
Efektivitas distribusi zona udara: prosedur alternatif

Lampiran ini menyediakan prosedur untuk menentukan efektivitas distribusi udara zona ( ) untuk semua jenis sistem. E^z

CATATAN Tabel 5 memberikan nilai standar E_z yang diperbolehkan untuk digunakan untuk konfigurasi distribusi udara yang dijelaskan dalam tabel. Nilai referensi $E_z = 1$ adalah tipikal pencampuran ideal di zona tersebut. Strategi menghilangkan kontaminan atau memindahkan kontaminan dari zona pernapasan dapat menghasilkan nilai E_z efektif yang lebih besar dari satu, yang merupakan tipikal untuk sistem stratifikasi.

C.1 Efektivitas distribusi udara zona

Efektivitas distribusi udara zona harus dihitung sesuai dengan Persamaan C.1:

$$E_z = (C_e - C_s)/(C - C_s) \quad \text{C.1}$$

Keterangan:

adalah efektivitas distribusi udara zona
E^z adalah konsentrasi rata-rata kontaminan di zona pernapasan
C_e adalah konsentrasi rata-rata kontaminan di *exhaust*
C_s adalah konsentrasi rata-rata kontaminan di suplai

Untuk tujuan menghitung efektivitas distribusi udara zona untuk sistem ventilasi personal, zona pernapasan harus berukuran 0,8 m^2 [9 ft^2] dengan pusat pada setiap penghuni dengan tinggi 1,4 m [4,5 ft] dari lantai.

C.2 Sistem distribusi udara yang dimodelkan

C.2.1 Model komputasi

Model dinamika fluida komputasi untuk menghitung efektivitas distribusi udara zona harus sesuai dengan bagian berikut.

C.2.1.1 Domain komputasi

Domain komputasi harus mencakup semua sumber panas sensibel, semua hambatan besar terhadap aliran udara, dan semua perangkat distribusi udara. Domain perhitungan harus mencakup semua dinding batas.

C.2.1.2 Variabel solusi

Analisis harus mencakup solusi untuk aliran fluida, transfer panas, dan transport spesies kimia. Efek apung (gravitasi) harus dimasukkan dalam prosedur perhitungan.

C.2.1.3 Kondisi batas

Sumber panas sensibel diperbolehkan untuk dimodelkan sebagai sumber panas volumetrik untuk memungkinkan udara melewati sumber atau sebagai blok berongga (tanpa *mesh* di dalam) yang ditentukan dengan fluks panas atau suhu konstan pada permukaan blok. Dinding

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

batas harus dimodelkan sebagai adiabatik (fluks panas nol), fluks panas yang ditentukan, atau batas suhu yang ditentukan.

C.2.1.4 Transport spesies

Sumber harus dimodelkan sebagai sumber volumetrik atau fluks batas dengan laju pembentukan yang diketahui dengan kecepatan pelepasan nol. Analisis harus dilakukan dengan sumber yang terdistribusi merata pada tingkat zona pernapasan penghuni. Semua dinding batas harus dimodelkan sebagai tidak tembus terhadap spesies kimia.

CATATAN Spesies yang dimodelkan sebaiknya berupa gas pelacak, seperti CO_2. Keputusan dibiarkan kepada pemodel untuk menentukan model yang sesuai tergantung pada senyawa desain di zona tersebut.

C.2.1.5 Model turbulensi

Model turbulensi rata-rata Reynolds (*ensemble*) harus digunakan.

CATATAN Model kelompok renormalisasi dan model k-ε yang dapat direalisasikan memenuhi persyaratan bagian ini.

C.2.1.6 Jaringan komputasi

Mesh halus harus dihasilkan di dekat sumber panas sensibel, seperti penghuni dan komputer, untuk menyelesaikan *plume* termal di sekitar sumber-sumber ini. *Mesh* halus harus dihasilkan pada semua lokasi udara suplai dan udara balik.

C.2.1.7 Konvergensi solusi

Tingkat konvergensi solusi harus mencakup pemantauan jumlah fisik yang relevan, seperti suhu atau konsentrasi spesies, pada lokasi-lokasi strategis. Residu yang skala globalnya akan dikurangi hingga 10^{-3} untuk semua persamaan kecuali persamaan energi dan spesies, yang mana residu akan dikurangi hingga 10^{-7}. Kesetimbangan massa dan energi harus dihitung hingga setidaknya empat (4) tempat desimal.

CATATAN Review kenyamanan termal penghuni dalam model komputasi mungkin diinginkan.

C.2.2 Efektivitas distribusi udara zona

Efektivitas distribusi udara zona ( ) harus dihitung sesuai dengan Persamaan C.1 untuk setiap sel komputasi di zona pernapasan. Efektivitas distribusi udara zona ( ) sistem akan menjadi nilai rata-rata efektivitas distribusi udara zona dari setiap sel komputasi dalam zona pernapasan.

CATATAN Validasi model komputasi dengan pengukuran fisik selama desain dapat meningkatkan akurasi model komputasi dan efektivitas distribusi udara zona sistem. Pengukuran lapangan juga dapat dilakukan setelah bangunan dihuni untuk memverifikasi efektivitas distribusi udara zona.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai bahan Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran D
(normatif)
Laju ventilasi untuk fasilitas nonperawatan yang tidak tercakup dalam SNI 6572-3

D.1 Umum

Lampiran ini menyajikan laju ventilasi minimum di zona pernapasan untuk ruang di fasilitas nonperawatan.

D.2 Laju ventilasi

Parameter zona ventilasi pada fasilitas nonperawatan harus ditentukan sesuai dengan Pasal 6.2.1.1 sampai Pasal 6.2.1.3 menggunakan laju pada Tabel D.1.

Tabel D.1 – Laju ventilasi minimum di zona pernapasan

Kategori hunian	Laju udara luar per orang (R^p)		Laju udara luar per satuan luas (R_a)		Nilai standar kepadatan penghuni	Kelas udara	OS
	L/s.org	cfm/org	L/s.m²	cfm/ft²	org/100 m² atau org/1.000 ft²		
Fasilitas nonperawatan [a), b)]							
Ruang pencitraan Kelas 1	3,8	7,5	0,6	0,12	5	1	
Ruang pemeriksaan	3,8	7,5	0,6	0,12	20	1	
Area perawatan gigi lainnya	2,5	5	0,3	0,06	5	1	
Area latihan terapi fisik	10	20	0,9	0,18	7	2	
Ruang terapi fisik individual	5	10	0,6	0,12	20	2	
Ruang prostetik dan ortotik	5	10	0,9	0,18	20	2	
Ruang konsultasi psikiatri	2,5	5	0,3	0,06	20	1	
Ruang pemeriksaan psikiatri	2,5	5	0,3	0,06	20	1	
Ruang kelompok psikiatri	2,5	5	0,3	0,06	50	1	
Ruang seklusi psikiatri	5	10	0,6	0,12	5	1	
Ruang terapi bicara	2,5	5	0,3	0,06	20	1	
Ruang pemeriksaan IGD	3,8	7,5	0,6	0,12	20	2	
Ruang observasi IGD	2,5	5	0,3	0,06	20	2	
Ruang perawatan IGD	3,8	7,5	0,6	0,12	20	2	
Ruang triase IGD	5	10	0,9	0,18	20	3	

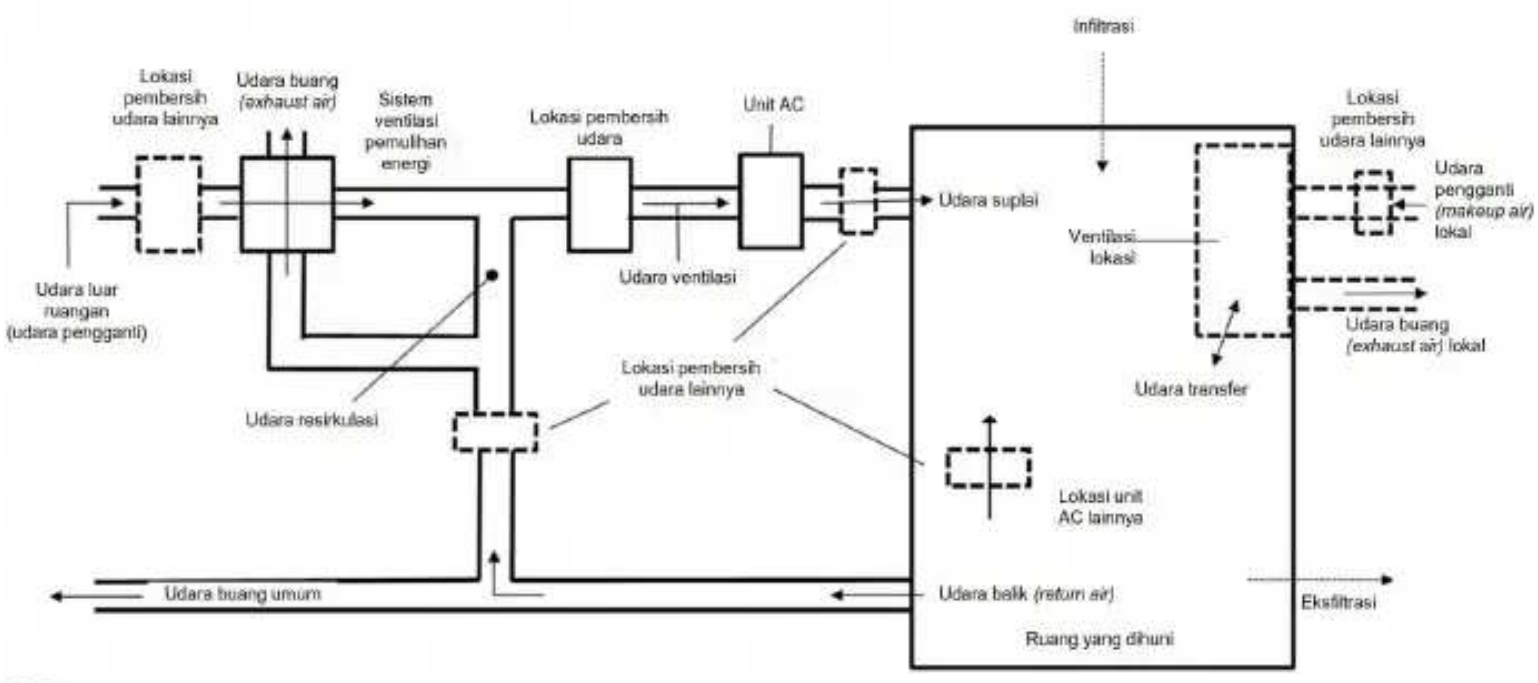
KETERANGAN:
a) Persyaratan tabel ini memberikan KUDR yang dapat diterima. Persyaratan tabel ini tidak mengatasi transmisi udara dari virus, bakteri, dan kuman menular lainnya.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

b) Laju ini hanya dimaksudkan untuk klinik gigi dengan jumlah oksida nitrat dibatasi. Tabel ini tidak dimaksudkan untuk operasi gigi di bangunan institusional dengan oksida nitrat dialirkan.

Lampiran E
(informatif)
Materi penjelasan

E.1 Istilah dan definisi yang tercantum pada Pasal 3.1.28.1 sampai Pasal 3.1.28.13 merujuk pada Gambar E.1.



Gambar E.1 – Sistem ventilasi

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran F
(informatif)
Persamaan kesetimbangan massa yang dapat diterima untuk digunakan dengan Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

Saat menerapkan PKUDR dari Pasal 6.3, analisis kesetimbangan massa dapat digunakan untuk menentukan kebutuhan ventilasi udara luar untuk mengendalikan konsentrasi guna mencapai target desain. Tabel F.1 mempresentasikan persamaan kesetimbangan massa untuk analisis sistem zona-tunggal. Gambar F.1 dan Gambar F.2 menunjukkan sistem zona-tunggal representatif. Filter dapat ditempatkan di aliran udara yang diresirkulasi (lokasi A) atau di aliran udara suplai (campuran) (lokasi B). Persamaan ini tidak memperhitungkan sumber dalam sistem HVAC yang mungkin terjadi, seperti filter pembuangan gas, pemulihan energi sisa gas tertentu, atau pembentukan partikel atau senyawa.

Sistem zona-tunggal VUV mengurangi laju sirkulasi apabila beban termal lebih rendah dari beban desain. Ini diperhitungkan oleh fraksi pengurangan aliran (F_r).

Persamaan kesetimbangan massa untuk setiap senyawa desain atau $PM_{2,5}$ dapat dituliskan dan digunakan untuk menentukan aliran udara luar yang diperlukan atau konsentrasi akhir zona pernapasan untuk berbagai pengaturan sistem.

Enam permutasi untuk sistem AHU dan distribusi udara zona-tunggal dijelaskan di Tabel F.1. Persamaan kesetimbangan massa untuk menghitung aliran udara luar yang diperlukan dan konsentrasi kontaminan zona pernapasan dalam kondisi stabil (*steady*) untuk setiap sistem zona-tunggal disajikan dalam Tabel F.1.

Jika target desain zona pernapasan yang diperbolehkan ditentukan, maka persamaan dalam Tabel F.1 dapat diselesaikan untuk laju aliran udara luar zona (V_{oz}). Ketika laju aliran udara luar zona ditentukan, persamaan dapat dipecahkan untuk senyawa desain zona pernapasan yang dihasilkan atau konsentrasi $PM_{2,5}$.

Sementara metode perhitungan dalam Lampiran ini didasarkan pada sistem zona-tunggal dan analisis dalam keadaan stabil, metode perhitungan yang memperhitungkan efek zona-ganda dan transien juga tersedia.

Tabel F.1 – Aliran udara luar zona yang disyaratkan atau konsentrasi kontaminan zona pernapasan dengan resirkulasi dan filtrasi untuk sistem zona-tunggal

Laju resirkulasi yang disyaratkan			Aliran udara luar zona yang disyaratkan (V_{oz})	Konsentrasi kontaminan di zona pernapasan (C_{bz})
Lokasi filter	Aliran	Aliran udara luar ruang		
Tidak ada	VUV	100 %	$V_{oz} = \frac{N}{E_z F_r (C_{bz} - C_o)}$	$C_{bz} = C_o + \frac{N}{E_z F_r V_{oz}}$
A	Konstan	Konstan	$\frac{z \quad r \quad f \quad bz}{}$	$\frac{z \quad oz \quad o}{}$

$V^{oz} = NE^{z}(C^{bz}RV-F^{o}C)$ $C^{bz} = E^{z}NV^{oz}+F+RV(CE^{r}{}^{f})$

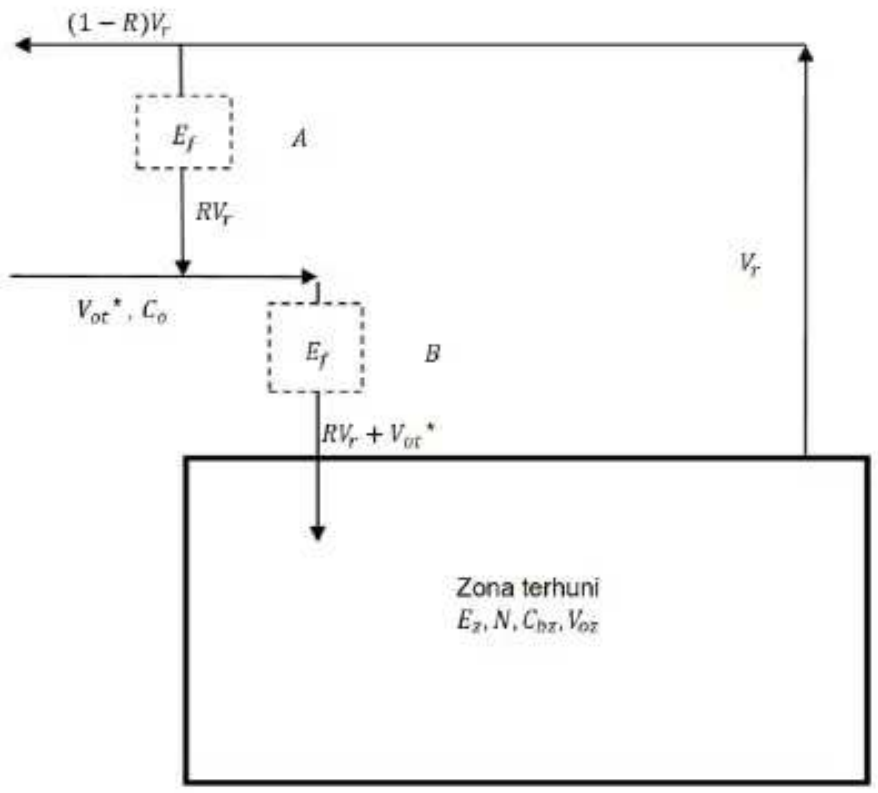
Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Tabel F.1 – Aliran udara luar zona yang disyaratkan atau konsentrasi kontaminan zona pernapasan dengan resirkulasi dan filtrasi untuk sistem zona-tunggal (lanjutan)

Laju resirkulasi yang disyaratkan			Aliran udara luar zona yang disyaratkan (V^{oz})	Konsentrasi kontaminan di zona pernapasan (C^{bz})
Lokasi filter	Aliran	Aliran udara luar ruang		
A	VUV	Konstan	$V_{oz} = \frac{N - E_z F_r R V_r E_f C_{bz}}{E_z (C_{bz} - C_o)}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} C_o}{E_z (V_{oz} + F_r R V_r E_f)}$
B	Konstan	Konstan	$V_{oz} = \frac{N - E_z R V_r E_f C_{bz}}{E_z [C_{bz} - (1 - E_f)(C_o)]}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z (V_{oz} + R V_r E_f)}$
B	VUV	100 %	$V_{oz} = \frac{N}{E_z F_r [C_{bz} - (1 - E_f)(C_o)]}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z F_r V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z F_r V_{oz}}$
B	VUV	Konstan	$V_{oz} = \frac{N - E_z F_r R V_r E_f C_{bz}}{E_z [C_{bz} - (1 - E_f)(C_o)]}$	$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z (V_{oz} + F_r R V_r E_f)}$

KETERANGAN

A,B : lokasi filter
: aliran volumetrik
: konsentrasi kontaminan
E_z : efektivitas distribusi udara zona
E_f : efisiensi filter
F_r : faktor fraksi pengurangan aliran desain
N : laju pembentukan kontaminan
R : faktor aliran resirkulasi
Subscript o : luar ruang
Subscript r : balik
Subscript b : pernapasan
Subscript z : zona

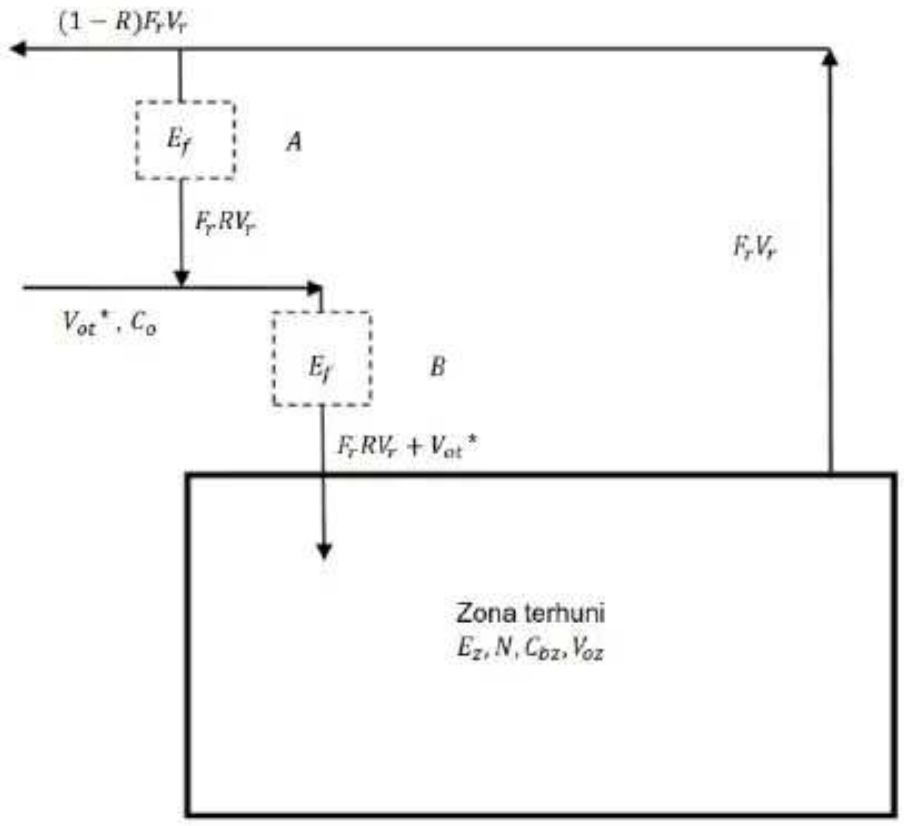


Keterangan gambar:

E_f adalah efisiensi filter
E_z adalah efektivitas distribusi udara zona
R adalah faktor aliran resirkulasi
V_r adalah aliran udara balik
V_{ot} adalah aliran udara *intake* luar ruang
V_{oz} adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi
C_o adalah konsentrasi kontaminan luar ruang
C_{bz} adalah konsentrasi kontaminan zona pernapasan
N adalah laju pembentukan kontaminan
adalah lokasi filter A
adalah lokasi filter B

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Gambar F.1 – Skematik sistem ventilasi - Sistem VUK tanpa infiltrasi/eksfiltrasi. (*V_{ot} = V_{oz} untuk sistem zona tunggal)



Keterangan gambar:

F_r adalah faktor fraksi pengurangan aliran desain
E_f adalah efisiensi filter
E_z adalah efektivitas distribusi udara zona
R adalah faktor aliran resirkulasi
V_r adalah aliran udara balik
V_{ot} adalah aliran udara *intake* luar ruang
V_{oz} adalah aliran udara luar zona yang dimasukkan ke zona ventilasi
C_o adalah konsentrasi kontaminan luar ruang
C_{bz} adalah konsentrasi kontaminan zona pernapasan
N adalah laju pembentukan kontaminan
A adalah lokasi filter A
adalah lokasi filter B

Gambar F.2 – Skematik sistem ventilasi - Sistem VUV tanpa infiltrasi/eksfiltrasi. (*V_{ot} = V_{oz} untuk sistem zona tunggal)

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran G
(informatif)
Perhitungan laju ventilasi yang disederhanakan untuk sistem resirkulasi multi-zona yang hanya melayani kategori hunian tertentu di bangunan gedung yang sudah ada

G.1 Penggunaan lampiran ini

Lampiran ini dimaksudkan untuk menilai laju ventilasi di bangunan gedung yang sudah ada untuk program evaluasi bangunan pihak ketiga. Laju aliran udara primer minimum zona dimasukkan sebagai panduan dalam mengevaluasi dan menyesuaikan pengaturan kotak minimum. Lampiran ini tidak dimaksudkan untuk digunakan sebagai dasar desain atau untuk penerapan regulasi.

G.2 *Intake* udara luar

Untuk sistem resirkulasi multi-zona yang hanya melayani kategori hunian yang terdaftar dalam Tabel G.1, target aliran *intake* udara luar ( ) ditentukan sesuai dengan Persamaan G.1.

Untuk semua sistem lainnya, diatur sama dengan sesuai dengan Pasal 6.2.4.4. Jika aliran *intake* udara luar minimum yang diukur pada sistem memenuhi atau melebihi , maka sistem memenuhi kriteria Lampiran ini.

$$V_{target} = \sum semua\ zona\ A_z \times R_s \qquad \textbf{G.1}$$

Keterangan:

V_{target} adalah target aliran *intake* udara luar (L/s atau cfm)

A_z adalah luas lantai zona, luas lantai (neto) yang dapat dihuni dari zona ventilasi (m^2 atau ft^2)

R_s adalah laju aliran udara luar yang disyaratkan per unit area seperti ditentukan dari Tabel G.1

G.3 Laju aliran primer minimum zona

Untuk setiap zona, laju aliran primer minimum ( ) ditentukan sesuai dengan Persamaan G.2.

$$V_{pz-min} = A_z \times R_{pz} \qquad \textbf{G.2}$$

Keterangan:

V_{pz-min} adalah aliran udara primer zona minimum (L/s atau cfm)

A_z adalah luas lantai zona, luas lantai (neto) yang dapat dihuni dari zona ventilasi (m^2 atau ft2)

R_{pz} adalah laju aliran primer minimum yang disyaratkan per unit area seperti ditentukan dari Tabel G.1. Ini adalah aliran zona minimum yang disyaratkan untuk tujuan ventilasi.

Tabel G.1 – Laju aliran primer dan udara luar minimum

Kategori hunian	Aliran udara minimum zona			
	Laju aliran udara luar ruang ( )		Laju aliran udara primer minimum ( )	
	L/s.m²	cfm/ft²	L/s.m²	cfm/ft²
Fasilitas pendidikan				

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Ruang kelas (usia 5 tahun sampai 8 tahun)	3,25	0,65	5,60	1,12

Tabel G.1 – Laju aliran primer dan udara luar minimum (lanjutan)

Kategori hunian	Aliran udara minimum zona			
	Laju aliran udara luar ruang ($_s$)		Laju aliran udara primer minimum (R_{pz})	
	L/s.m²	cfm/ft²	L/s.m²	cfm/ft²
Ruang kelas (usia 9 tahun ke atas)	4,10	0,82	7,05	1,41
Laboratorium komputer	3,25	0,65	5,60	1,12
Pusat media	3,25	0,65	5,60	1,12
Musik/teater/tari	3,60	0,72	6,20	1,24
Ruang kumpul bersama multi fungsi	7,10	1,42	12,25	2,45
Umum				
Ruang konferensi/pertemuan	2,20	0,44	3,80	0,76
Koridor	0,55	0,11	0,95	0,19
Bangunan gedung perkantoran				
Ruang istirahat	3,25	0,65	5,60	1,12
Lobi utama	0,95	0,19	1,65	0,33
Ruang penyimpanan yang dapat diisi bahan kering	0,60	0,12	1,05	0,21
Ruang kantor	0,75	0,15	1,30	0,26
Area resepsi	1,85	0,37	3,20	0,64
Telepon/Entri data	3,15	0,63	5,45	1,09
Ruang rapat umum				
Perpustakaan	1,50	0,30	2,60	0,52

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran H
(informatif)
Penerapan

Lampiran ini berisi saran penerapan dan kesesuaian yang dimaksudkan untuk membantu pengguna dan lembaga penegak hukum dalam menerapkan Standar ini. Meskipun Standar ini dapat diterapkan baik untuk bangunan gedung baru maupun bangunan gedung yang sudah ada, ketentuannya tidak dimaksudkan untuk diterapkan secara retrospektif ketika digunakan sebagai regulasi wajib.

Secara umum, Standar ini secara khusus ditulis untuk bangunan gedung baru karena beberapa persyaratan dalamnya mengasumsikan bahwa persyaratan lain dalam standar telah dipenuhi. Dalam kasus bangunan gedung yang sudah ada, penerapan dan kesesuaian retrospektif dengan semua persyaratan Standar ini mungkin tidak praktis. Namun, prinsip - prinsip yang ditetapkan dalam Standar ini dapat diterapkan pada sebagian besar bangunan komersial dan institusi yang sudah ada. Beberapa bangunan gedung yang sudah ada mungkin mencapai KUDR yang dapat diterima meskipun tidak memenuhi persyaratan Standar ini karena, misalnya, prosedur peningkatan modal dan pemeliharaan yang baik; material bangunan gedung yang, karena usianya, memiliki tingkat emisi kontaminan yang sangat rendah; dan faktor lainnya.

H.1 Bangunan gedung baru

Semua bagian dan lampiran normatif harus berlaku untuk bangunan gedung baru yang masuk dalam cakupan Standar ini.

H.2 Bangunan gedung yang sudah ada

Standar ini harus diterapkan pada bangunan gedung yang sudah ada setidaknya dalam keadaan yang dijelaskan dalam pasal berikut.

H.2.1 Penambahan ke bangunan gedung yang sudah ada

Semua penambahan ke bangunan gedung yang sudah ada harus memenuhi persyaratan Standar ini seolah-olah penambahan tersebut adalah bangunan gedung baru. Suatu pengecualian dapat dilakukan apabila sistem ventilasi yang sudah ada diperluas untuk melayani penambahan tersebut. Dalam kasus ini, komponen sistem yang sudah ada, seperti kipas (*fan*) dan peralatan pendingin dan pemanas, tidak perlu memenuhi persyaratan Standar ini. Namun, sistem yang sudah ada yang diperluas harus tetap memenuhi standar ventilasi yang berlaku pada saat izin konstruksinya.

H.2.2 Perbaikan

Perbaikan (pengoperasian kembali) peralatan yang sudah ada atau komponen bangunan gedung lainnya tidak mensyaratkan bangunan gedung atau setiap komponen untuk secara retrospektif memenuhi Standar ini.

H.2.3 Penggantian

Setiap komponen bangunan gedung yang dihilangkan dan diganti harus memenuhi

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

persyaratan yang berlaku dari Pasal 5 untuk komponen tersebut. Suatu pengecualian dapat dilakukan dalam kasus apabila mengganti komponen yang sejenis, asalkan semua persyaratan yang berlaku pada saat perancangan dan pemasangan sistem asli dipenuhi.

Sebagai contoh, penggantian unit pendingin udara (AC) dengan kapasitas serupa tidak memerlukan memenuhi persyaratan laju ventilasi dan persyaratan lain dari Standar ini. Komponen yang tidak diubah tidak perlu secara retrospektif memenuhi persyaratan, kecuali ada perubahan penggunaan yang signifikan (seperti yang didefinisikan di bawah).

H.2.4 Perubahan signifikan

Jika bangunan gedung mengalami perubahan yang signifikan, maka persyaratan Standar ini harus dipenuhi seolah-olah bangunan gedung tersebut adalah bangunan gedung baru. Sebuah bangunan gedung akan dianggap mengalami perubahan yang signifikan jika biaya revisinya melebihi 50 % dari nilai pasar wajar bangunan gedung tersebut, tidak termasuk biaya pemenuhan semua persyaratan dan lampiran Standar ini.

H.2.5 Perubahan penggunaan

Jika kategori penggunaan ruang seperti yang tercantum dalam
Tabel 2 berubah, misalnya dari kantor menjadi ritel, maka laju ventilasi minimum yang disyaratkan pada Pasal 6 harus dipenuhi untuk ruang tersebut.

H.2.6 Kontaminan

Persyaratan ventilasi dari Standar ini didasarkan pada kontaminan kimia, fisik, dan biologi yang dapat memengaruhi kualitas udara.

H.2.7 Kenyamanan termal

Pengendalian kenyamanan termal tidak disyaratkan oleh Standar ini. Perhatikan bahwa ada korelasi kuat antara persepsi orang terhadap KUDR dan persepsi terhadap kenyamanan termal.

H.2.8 Batasan

KUDR yang dapat diterima mungkin tidak tercapai di semua bangunan gedung yang memenuhi persyaratan Standar ini karena satu atau lebih alasan berikut:

a. Karena keragaman sumber dan kontaminan dalam udara dalam ruangan;
b. Karena banyak faktor lain yang mungkin memengaruhi persepsi dan penerimaan penghuni terhadap KUDR, seperti suhu udara, kelembapan, kebisingan, pencahayaan, dan stres psikologis;
c. Karena rentang kerentanan di populasi;
d. Karena udara luar yang masuk ke dalam bangunan gedung mungkin tidak dapat diterima atau mungkin tidak dibersihkan dengan baik.

(Bagian berikut ini memberikan contoh bahasa kode model yang disarankan.)

Aplikasi

Bangunan gedung baru : Semua bagian dan lampiran normatif berlaku untuk bangunan gedung baru yang masuk dalam cakupan Standar ini.

Bangunan gedung yang sudah ada

Penambahan ke bangunan gedung yang sudah ada : Semua penambahan ke bangunan gedung yang sudah ada yang masuk dalam cakupan Standar ini harus memenuhi

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

persyaratan semua bagian dan lampiran normatif.

Pengecualian : Ketika sistem ventilasi yang sudah ada diperluas untuk melayani penambahan, komponen sistem yang sudah ada,

seperti kipas (*fan*) dan peralatan pendingin dan pemanas, tidak perlu memenuhi persyaratan Standar ini. Namun, sistem yang sudah ada yang diperluas harus tetap memenuhi standar ventilasi yang berlaku pada saat izin konstruksinya.

Perbaikan : Memperbaiki (mengoperasikan kembali) peralatan yang sudah ada atau komponen bangunan gedung lainnya diperbolehkan tanpa mensyaratkan bangunan atau setiap komponen untuk memenuhi Standar ini.

Penggantian : Setiap komponen bangunan yang dihapus dan diganti harus memenuhi persyaratan yang berlaku dari Pasal 5, "Sistem dan Peralatan," Standar ini untuk komponen tersebut. Komponen yang tidak diubah tidak diharuskan untuk dipenuhi secara retrospektif, kecuali jika diharuskan karena perubahan penggunaan.

Pengecualian : Penggantian komponen bangunan gedung atau peralatan individu dengan komponen yang seukuran dan sejenis, asalkan semua persyaratan yang berlaku pada saat perancangan dan pemasangan sistem asli dipenuhi. Sebagai contoh, penggantian unit pendingin udara (AC) dengan kapasitas serupa tidak mensyaratkan pemenuhan persyaratan laju ventilasi dan persyaratan lain dari Standar ini.

Perubahan signifikan : Jika bangunan mengalami perubahan yang signifikan, maka semua bagian dan lampiran normatif Standar ini harus dipenuhi seolah-olah bangunan gedung tersebut adalah bangunan baru. Suatu bangunan dianggap mengalami perubahan yang signifikan jika biaya revisinya melebihi 50 % dari nilai pasar wajar bangunan gedung tersebut, tidak termasuk biaya pemenuhan semua bagian dan lampiran normatif Standar ini.

Perubahan penggunaan : Jika kategori penggunaan ruang seperti yang tercantum dalam
Tabel 2 berubah, seperti dari kantor menjadi ritel, maka laju ventilasi minimum yang disyaratkan pada Pasal 6 Standar ini harus dipenuhi untuk ruang tersebut.

Kesesuaian

Tidak disyaratkan untuk mendemonstrasikan bahwa KUDR yang dapat diterima telah tercapai, seperti dengan mengukur konsentrasi kontaminan atau melakukan survei terhadap penghuni, kecuali disyaratkan oleh PKUDR.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran I
(informatif)
Dokumentasi

Lampiran ini merangkum persyaratan dokumentasi yang terdapat dalam isi standar menggunakan serangkaian templat yang merangkum kriteria desain yang digunakan dan asumsi yang dibuat untuk memenuhi Standar ini. Salah satu cara untuk memenuhi persyaratan dokumentasi Standar ini adalah dengan melengkapi templat ini sesuai dengan kebutuhan selama proses desain proyek. Contoh templat dokumentasi dapat dilihat pada Tabel I.1.

I.1 Kualitas udara luar

Pasal 4.3 dari Standar ini mensyaratkan penyelidikan terhadap kualitas udara luar di sekitar lokasi proyek. Templat ini menyediakan cara untuk mendokumentasikan hasil penyelidikan regional dan lokal serta kesimpulan yang dicapai mengenai penerimaan kualitas udara luar untuk ventilasi dalam ruangan.

I.2 Kriteria desain ventilasi bangunan gedung

Templat ini menyediakan cara untuk mendokumentasikan kriteria desain yang signifikan untuk bangunan gedung secara keseluruhan. Hanya kolom terakhir, sesuai dengan Pasal 5.10.3, yang secara khusus disyaratkan oleh Standar ini. Penggunaan kolom lainnya dipicu oleh persyaratan dokumentasi umum yang dijelaskan dalam Pasal 6.6.

I.3 Prosedur Laju Ventilasi (PLV)

Pasal 6.2 mengizinkan penggunaan prosedur berdasarkan preskripsi untuk merancang sistem ventilasi. Templat ini mendokumentasikan asumsi yang dibuat saat menggunakan prosedur ini sebagaimana yang disyaratkan pada Pasal 5.13.4 dan Pasal 6.6.

I.4 Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

Pasal 6.3 mengizinkan penggunaan prosedur berbasis kinerja untuk merancang sistem ventilasi. Templat ini mendokumentasikan kriteria desain dan asumsi yang dibuat saat menggunakan prosedur ini serta justifikasi pendekatan desain, sebagaimana yang disyaratkan pada Pasal 6.3.2.

Tabel I.1 – Contoh templat dokumentasi PKUDR

Polutan kualitas udara luar ruangan regional	Pencapaian baku mutu
Partikulat debu <100 µm (TSP)	(Ya/Tidak)
Partikulat debu <10 µm (PM_{10})	(Ya/Tidak)
Partikulat debu <2,5 µm ($PM_{2,5}$)	
Karbon monoksida (CO)	(Ya/Tidak)
Ozon (O_3)	(Ya/Tidak)
Nitrogen dioksida (NO_2)	(Ya/Tidak)
Timbal	(Ya/Tidak)
Sulfur dioksida (SO_2)	(Ya/Tidak)
Hidrokarbon non-metana (NMHC)	(Ya/Tidak)

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Survei kualitas udara luar lokal	**Tanggal: Waktu:**
(a) Daerah yang disurvei	(Deskripsi singkat lokasi)

Tabel I.1 – Contoh templat dokumentasi PKUDR (lanjutan)

Polutan kualitas udara luar ruangan regional	**Pencapaian baku mutu**
(b) Fasilitas terdekat	(Deskripsi singkat jenis fasilitas-industri, komersial, perhotelan, dll.)
(c) Bau atau iritan	(Buat daftar dan deskripsikan)
(d) *Plume* terlihat	(Buat daftar dan deskripsikan)
(e) Sumber terdekat dari *exhaust* kendaraan	(Buat daftar dan deskripsikan)
(f) Angin dominan (*prevailing wind*)	(Arah)
(g) Observasi lainnya	
(h) Kesimpulan	(Catatan mengenai penerimaan kualitas udara luar)

Asumsi PKUDR							
Kontaminan yang diperhatikan	**Sumber kontaminan**	**Kekuatan kontaminan**	**Konsentrasi target kontaminan**			**KUDR**	**Pendekatan desain**
			Batas	**Periode paparan**	**Referensi OBS**		
Identifikasi dan buat daftar	Identifikasi dan buat daftar	Tentukan dan buat daftar	Buat daftar	Buat daftar	Buat daftar	Persentase penghuni gedung yang puas	Pilih dari Pasal 6.3.4 dan sertakan justifikasinya

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran J
(informatif)
Informasi tentang ventilasi alami

J.1 Data kualitas udara luar

Data kualitas udara luar dapat dianggap sah jika ditunjukkan bahwa data tersebut mewakili baik secara fisik dan spasial. Data yang mewakili secara fisik mencerminkan kondisi kualitas udara di stasiun pemantauan tempat data tersebut berasal. Data dianggap mewakili secara fisik jika diperoleh dari:

a. laporan tingkat historis polutan udara yang diterbitkan oleh entitas lokal atau regional, yang memiliki tanggung jawab hukum untuk mengumpulkan dan melaporkan informasi kualitas udara sesuai dengan peraturan kualitas udara yang berlaku, atau
b. kampanye pemantauan di lokasi yang dapat diverifikasi sebanding dengan pedoman dan metode lokal atau regional untuk demonstrasi kepatuhan terhadap peraturan kualitas udara yang berlaku.

Data yang mewakili secara spasial dikumpulkan dari situs pemantauan yang mungkin berbeda dari lokasi proyek yang diusulkan tetapi informatif mengenai kondisi kualitas udara di lokasi proyek yang diusulkan. Data dapat dianggap mewakili secara spasial jika:

a. sama dengan yang digunakan oleh entitas yang bertanggung jawab atas demonstrasi kepatuhan regulasi untuk wilayah geografis yang mencakup lokasi proyek yang diusulkan, atau
b. diperoleh dari kampanye pemantauan di lokasi yang juga memenuhi persyaratan yang dinyatakan oleh poin (b) di atas.

J.2 Laju ventilasi alami

Ketika menghitung laju ventilasi, jalur-jalur tertentu dari aliran udara yang diinginkan harus ditentukan terlebih dahulu beserta arah alirannya. Dua gaya penggerak untuk ventilasi alami adalah gaya apung (perbedaan densitas udara) dan angin, yang dapat bekerja secara kooperatif atau kompetitif berdasarkan kondisi lingkungan seperti kecepatan angin, arah angin, suhu udara/suhu permukaan dalam/luar ruangan, serta jalur aliran udara dan mekanismenya yang dimaksudkan.

a. Dalam kasus sistem ventilasi alami yang dirancang yang menghasilkan beberapa skenario aliran, setiap gaya harus diperiksa dan dipertimbangkan secara terpisah.
b. Perhitungan khusus berdasarkan tekanan laju ventilasi alami didokumentasikan dalam *ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapter 16, Section 10*:
    1) Aliran yang diinduksi oleh daya apung (*buoyancy)* dapat dihitung mengikuti Persamaan 46.
    2) Aliran yang diinduksi oleh angin dapat dihitung mengikuti Persamaan 45.
    3) Tekanan keseluruhan (dipengaruhi oleh kedua angin dan *stack effect*) yang dikonversi menjadi perbedaan tekanan yang dihasilkan antara bukaan dapat ditemukan dalam Persamaan 44.

Untuk mendapatkan tekanan yang diinduksi oleh angin, beberapa metode tersedia:

a. *ASHRAE Handbook – Fundamentals, Chapter 24*, menyediakan metode untuk mengubah kecepatan dan arah angin menjadi koefisien tekanan yang dapat digunakan untuk menentukan tekanan yang diinduksi oleh angin.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

b. *CIBSE AM10, Chapter 4*, menyediakan metode untuk memperhitungkan ventilasi yang diinduksi oleh angin dan menguraikan tantangan-tantangan spesifiknya pada *Section* 4.4.1.
c. Jika bangunan gedung telah melalui uji terowongan angin untuk tegangan struktural, uji

yang sama dapat memberikan koefisien tekanan yang rinci.
d. Simulasi aliran udara luar (seperti simulasi berbasis komputasi-fluida) dapat digunakan untuk mendapatkan kondisi aliran spesifik di bukaan yang dimaksud.

Untuk bukaan yang besar, seperti atrium terbuka atau balkon terbuka, dan/atau ketika jalur aliran tidak terdefinisi dengan baik, seperti ketika hanya bukaan tunggal atau bukaan satu sisi yang tersedia, maka metode berdasarkan tekanan dapat tidak valid, dan simulasi terkait antara udara luar dan dalam harus digunakan.

Tabel J.1 – Rentang intensitas ventilasi

Braket	(L/s)·m²	cfm/ft²	Tipe ruangan yang sering ditemui dalam braket
1	0,0 s.d 1,0	0,0 s.d 0,2	Kantor, ruang tamu, lobi utama
2	1,0 s.d 2,0	0,2 s.d 0,4	Area penerimaan, manufaktur umum, dapur, lobi
3	2,0 s.d 3,0	0,4 s.d 0,6	Ruang kelas, penitipan anak
4	3,0 s.d 4,0	0,5 s.d 0,8	Ruang makan restoran, tempat ibadah agama
5	4,0 s.d 5,5	0,6 s.d 1,1	Auditorium, klub kesehatan/ruang aerobik, bar, perjudian
CATATAN Aula kuliah dan area penonton (6 [L/s])/m²) dan lantai tari/disko (10,3 [L/s]/m²)			

J.3 Perhitungan preskriptif jalur A

J.3.1 Intensitas ventilasi

Ruangan telah didefinisikan berdasarkan intensitas ventilasi, yang mewakili jumlah laju aliran yang diperlukan sesuai Persamaan (1), dibagi dengan luas lantai ruangan. Satuannya adalah (L/s)/m² luas lantai atau cfm/ft² luas lantai. Intensitas ventilasi dihitung menggunakan Persamaan J.1.

$$Intensitas\ Ventilasi = \frac{V_{bz}}{A_z} = \frac{R_p \times P_z + R_a \times A_z}{A_z} \quad \textbf{J.1}$$

Keterangan:

$_{bz}$ adalah aliran udara luar di zona pernapasan yang disyaratkan (L/s atau cfm)
adalah laju aliran udara luar per orang yang disyaratkan (L/s·orang atau cfm/orang) berdasarkan Tabel 2
R_p adalah populasi zona, jumlah orang di dalam zona ventilasi saat digunakan (orang)
R_a adalah laju aliran udara luar per satuan luas yang disyaratkan (L/s·m² atau cfm/ft²) berdasarkan Tabel 2
A_z adalah luas lantai zona, luas lantai bersih (neto) yang dapat dihuni dalam zona ventilasi (m² atau ft²)

CATATAN Rentang intensitas ventilasi dapat dilihat pada Tabel J.1.

J.3.2 Bukaan tunggal

Aliran melalui satu bukaan tajam tunggal akibat aliran gaya apung berkebalikan arah (V_{bd_sharp}) ditunjukkan dengan Persamaan J.2.

J.2

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK Cipta Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024
Penanggung jawab dokumen : BSN

Keterangan:

V_{bd_sharp} adalah aliran melalui satu *sliding opening* tunggal akibat aliran gaya apung berkebalikan arah (L/s atau cfm)

A_w adalah luas jendela yang bebas tanpa hambatan, atau area yang dapat dibuka

ΔT adalah selisih suhu antara dalam ruangan dan luar ruangan. Mengingat sifat konservatif jalur preskriptif, selisih suhu 1°C [1,8°F] diasumsikan untuk perhitungan ini. Secara realitas, suhu ini akan bergantung pada keuntungan internal di ruangan dan kemungkinan akan lebih tinggi dari 1°C [1,8°F], mengarah pada aliran udara yang lebih tinggi (dan kebutuhan area jendela yang lebih kecil).

H_s adalah dimensi vertikal dari bukaan

g adalah konstanta gravitasi

T_{ref} adalah suhu referensi dalam Kelvin (atau Rankine), biasanya sama dengan T_{in}, T_{out} atau rata-rata yang diharapkan. Suhu acuan 21°C [70°F, 294K] diasumsikan untuk perhitungan ini.

Faktor keamanan dimasukkan dengan mengasumsikan bahwa jendela atap digunakan. Jendela atap (atau engsel atas) termasuk jendela yang paling umum digunakan untuk ventilasi alami dan, karena distribusi area vertikal yang tidak merata, lebih tidak efisien dibandingkan dengan jendela geser (*sliding opening*) dalam mendorong aliran. Efisiensi (ε_v) sekitar 83 % (nilai yang digunakan dalam perhitungan ini) dibandingkan dengan jendela geser disimpulkan dari Persamaan J.3.

$$V_{so} = V_{so_sharp} \times \varepsilon_w \quad \textbf{J.3}$$

Keterangan:

V_{so} adalah aliran bukaan tunggal (L/s atau cfm)

V_{bd_sharp} adalah aliran melalui satu *sliding opening* tunggal akibat aliran gaya apung berkebalikan arah (L/s atau cfm)

ε_w adalah efisiensi geser

Dengan mengasumsikan rasio tinggi-lebar untuk jendela, yaitu $R_{H/W}$ ($R = H/W$), luas jendela dapat dihitung menggunakan Persamaan J.4.

$$A_w = \frac{H_s^2}{R_{H/W}} \quad \textbf{J.4}$$

Keterangan:

A_w adalah luas jendela yang bebas tanpa hambatan, atau area yang dapat dibuka

H_s^2 adalah dimensi vertikal dari bukaan

$R_{H/W}$ adalah rasio tinggi-lebar untuk jendela

Area yang dapat dibuka yang dibutuhkan sebagai fraksi dari luas zona kemudian dihitung dengan menyamakan V_{so} dengan laju aliran yang diinginkan (V_{bz}) (lihat Persamaan J.5) yang diperoleh dari Tabel 2.

$$V_{so} = V_{bz} \quad \textbf{J.5}$$

Keterangan:

V_{so} adalah aliran bukaan tunggal (L/s atau cfm)

V_{bz} adalah aliran udara luar di zona pernapasan (L/s atau cfm)

Dan penyelesaian untuk area jendela, dihitung menggunakan Persamaan J.6.

J.6

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

$$\frac{Aw}{A_z} = \left(\frac{Vbz}{0{,}21\times 0{,}83\times R_{H/W}^4\times\sqrt{g\frac{\Delta T}{T_{ref}}}}\right)^{4/5}\times\frac{1}{A_z}\times 100$$

Keterangan:

A_w adalah luas jendela yang bebas tanpa hambatan, atau area yang dapat dibuka

A_z adalah luas lantai zona, luas lantai bersih (neto) yang dapat dihuni dalam zona ventilasi (m^2 atau ft^2)

V_{bz} adalah aliran udara luar di zona pernapasan (L/s atau cfm)

$R^{H/W}$ adalah rasio tinggi-lebar untuk jendela

ΔT adalah selisih suhu antara dalam ruangan dan luar ruangan. Mengingat sifat konservatif jalur preskriptif, selisih suhu 1°C [1,8°F] diasumsikan untuk perhitungan ini. Secara realitas, suhu ini akan bergantung pada keuntungan internal di ruangan dan kemungkinan akan lebih tinggi dari 1°C [1,8°F], mengarah pada aliran udara yang lebih tinggi (dan kebutuhan area jendela yang lebih kecil).

g adalah konstanta gravitasi

T_{ref} adalah suhu referensi dalam Kelvin (atau Rankine), biasanya sama dengan T_{in}, T_{out} atau rata-rata yang diharapkan. Suhu acuan 21°C [70°F, 294K] diasumsikan untuk perhitungan ini.

J.3.3 Bukaan bertingkat vertikal

Laju aliran melalui bukaan vertikal (V_{vs}) berjarak A_s (jumlah luas bukaan terkecil, baik bukaan atas maupun bukaan bawah) dan A_l (jumlah luas bukaan terbesar, baik bukaan atas maupun bukaan bawah) diperoleh dengan menggunakan Persamaan J .7 sampai Persamaan J .10.

$$V_{vs} = A_{ef}\times C_d\times\sqrt{2g\Delta H\frac{\Delta T}{T_{ref}}} \quad \text{J.7}$$

$$A_{ef} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{A_s^2}+\frac{1}{A_l^2}}} = \frac{A_s}{\sqrt{1+R^2}} = \frac{A_w}{\sqrt{1+R^2}\times\left(1+\frac{1}{R}\right)} \quad \text{J.8}$$

$$A_w = A_s + A_l \quad \text{J.9}$$

$$R = \frac{A_s}{A_l} \quad \text{J.10}$$

Keterangan:

V_{vs} adalah laju aliran melalui bukaan vertikal berjarak A_s dan A_l

A_{ef} adalah luas jendela efektif, didefinisikan sebagai

adalah konstanta gravitasi

adalah jarak vertikal terpendek antara pusat bukaan terendah dan pusat bukaan atas

ΔH adalah selisih suhu antara dalam ruangan dan luar ruangan

T_{ref} adalah suhu referensi dalam Kelvin (atau Rankine), biasanya sama dengan T_{in}, T_{out} atau rata-rata yang diharapkan

A_w adalah total jumlah dari semua luas bukaan

A_s jumlah luas bukaan terkecil, baik bukaan atas maupun bukaan bawah

A_l jumlah luas bukaan terbesar, baik bukaan atas maupun bukaan bawah

R adalah rasio area antara A_s dan A_l

Semua konstanta lainnya sama seperti dalam skenario bukaan tunggal. Oleh karena itu, luas area terbuka yang diperlukan sebagai fraksi dari luas dasar zona dihitung dengan menyamakan aliran melalui dua rangkaian bukaan ruang vertikal (V_{vs}) dengan laju aliran tujuan (V_{bz}) (lihat Persamaan J .11) yang diperoleh dari
Tabel 2.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

$$V^{vs} = V^{bz}$$ **J.11**

Keterangan:
V_{vs} adalah dua rangkaian bukaan ruang vertikal

V_{bz} adalah laju aliran tujuan

Penyelesaian untuk area jendela, dihitung menggunakan Persamaan J .12.

$$\frac{A_w}{A_z} = \frac{V_{bz}}{C_d \times \sqrt{2g\Delta H \frac{\Delta T}{T_{ref}}}} \times \sqrt{1+R^2} \times \left(1+\frac{1}{R}\right) \times \frac{1}{A_z} \times 100$$ **J.12**

Keterangan:
A_w adalah total jumlah dari semua luas bukaan
A_s jumlah luas bukaan terkecil, baik bukaan atas maupun bukaan bawah
V_{bz} adalah laju aliran tujuan
g adalah konstanta gravitasi
ΔH adalah jarak vertikal terpendek antara pusat bukaan terendah dan pusat bukaan atas
ΔT adalah selisih suhu antara dalam ruangan dan luar ruangan
T_{ref} adalah suhu referensi dalam Kelvin (atau Rankine), biasanya sama dengan T_{in}, T_{out} atau rata-rata yang diharapkan
R adalah rasio area antara A_s dan A_l
A_z adalah luas lantai zona, luas lantai bersih (neto) yang dapat dihuni dalam zona ventilasi

J.4 Kontrol dan aksesibilitas (ventilasi mode campuran)

Ventilasi mode campuran adalah sistem hibrida yang digunakan untuk menjaga KUDR dan suhu termal internal sepanjang tahun menggunakan sistem ventilasi alami dan ventilasi mekanik.

a. Sistem ventilasi alami menggunakan gaya alam seperti angin dan apungan termal untuk ventilasi dan mendinginkan ruangan.
b. Sistem ventilasi mekanis menggunakan sistem mekanis dengan kipas untuk memasok dan mengeluarkan udara dari ruangan, memberikan kontrol kelembapan, dan, jika diperlukan, menyaring kontaminan.

Dengan menggunakan preferensi ventilasi alami saat kondisi udara luar sesuai, biaya energi dan emisi karbon dapat diminimalkan. Sensor digunakan untuk mengidentifikasi kapan ventilasi alami kurang efektif dalam memberikan suhu dalam ruangan yang sesuai, tingkat kelembapan, dan tingkat kontaminan, dan menunjukkan bahwa transisi ke ventilasi mekanis harus terjadi. Transisi antara mode dapat secara manual atau otomatis, sesuai dengan kebutuhan pemilik/penghuni. Penggunaan setiap mode bila diperlukan akan memastikan KUDR yang dapat diterima sepanjang tahun.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran K
(normatif)
Kepatuhan

Lampiran ini berisi petunjuk kepatuhan yang dimaksudkan untuk membantu pengguna dan OBS dalam menerapkan Standar ini.

K.1 Pasal 4

- □ Apakah dokumentasi kualitas udara luar sesuai yang disyaratkan dalam Pasal 4.3?

K.2 Pasal 5

- □ Apakah ketentuan kesetimbangan udara yang termasuk dalam dokumentasi desain sesuai dengan Pasal 5.10?
- □ Jika sistem adalah sistem plenum, apakah ketentuan untuk menyediakan aliran udara zona pernapasan minimum ditentukan?
- □ Apakah saluran udara buang (*exhaust duct*) memenuhi persyaratan Pasal 5.14?
- □ Apakah kontrol sistem ventilasi spesifik seperti yang disyaratkan dalam Pasal 5.18?
- □ Apakah spesifikasi mencakup ketahanan terhadap jamur dan erosi untuk permukaan aliran udara sesuai dengan Pasal 5.11?
- □ Apakah jarak pemisahan antara *intake* udara luar dan sumber-sumber sesuai dengan Pasal 5.4?
- □ Apakah ada peralatan nonpembakaran yang memerlukan pembuangan (*exhaust*) (Pasal 5.16)?
- □ Apakah udara pembakaran disediakan untuk perangkat pembakaran bahan bakar (Pasal 5.15)?
- □ Apakah filter yang sesuai ditempatkan setelah koil pendingin atau permukaan basah (Pasal 5.5)?
- □ Apakah kemampuan dehumidifikasi dan perhitungan eksfiltrasi bangunan disediakan (Pasal 5.12)?
- □ Apakah spesifikasi untuk penampungan *drain* memenuhi persyaratan Pasal 5.7?
- □ Apakah koil sesuai dengan persyaratan Pasal 5.6?
- □ Jika ada, apakah *humidifier* dan sistem semprotan air memenuhi persyaratan Pasal 5.8?
- □ Apakah akses disediakan untuk inspeksi, pembersihan, dan pemeliharaan semua peralatan ventilasi dan peralatan distribusi udara (Pasal 5.19)?
- □ Apakah pengelolaan kandungan air (Pasal 5.1) termasuk dalam desain selubung bangunan, termasuk khususnya:
  - □ penghalang cuaca;
  - □ *retarder* uap;
  - □ pengedap (*seal*) sendi (*joint*) eksterior, jahitan, dan penetrasi; dan
  - □ isolasi pada pipa, saluran udara, atau permukaan lain yang suhunya diharapkan turun di bawah titik embun udara sekitarnya?
- □ Jika ada garasi parkir berdempet, apakah langkah-langkah pengendalian aliran udara memenuhi persyaratan Pasal 5.2?
- □ Apakah sirkulasi dari ruang yang mengandung udara Kelas 2 dibatasi hanya pada ruang

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

- ☐ Apakah seluruh udara dari ruang yang mengandung udara Kelas 4 dikeluarkan langsung ke luar (Pasal 5.13.3.4)?
- ☐ Jika ETS diharapkan hadir, apakah desainnya telah memenuhi semua persyaratan pemisahan Pasal 5.3?

K.3 Pasal 6 Prosedur Laju Ventilasi (PLV)

- ☐ Apakah kategori hunian konsisten dengan dokumen desain ruangan?
- ☐ Apakah ada sumber kontaminan atau senyawa yang tidak biasa? Jika ya, ventilasi harus ditambahkan sesuai dengan Pasal 6.3.5.

K.3.1 Filtrasi

- ☐ Jika standar PM_{10} melebihi batas yang dilaporkan di Pasal 4, apakah filtrasi yang disyaratkan sesuai dengan Pasal 6.1.4.1 disediakan?
- ☐ Jika standar $PM_{2,5}$ melebihi batas yang dilaporkan di Pasal 4, apakah filtrasi yang disyaratkan sesuai dengan Pasal 6.1.4.2 disediakan?
- ☐ Jika standar ozon melebihi batas, dan daerah tersebut termasuk dalam Kategori Tidak Sehat atau lebih buruk sesuai dengan peraturan tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) yang dikeluarkan oleh instansi yang menangani lingkungan hidup dan kehutanan, maka filtrasi sesuai dengan Pasal 6.1.4.3 disyaratkan kecuali ada pengecualian yang didokumentasikan.

K.3.2 Laju ventilasi

Kepatuhan terhadap laju ventilasi aliran udara *intake* luar ruang (V_{ot}) harus diperiksa menggunakan proses berikut.

- ☐ Hitung $V_{otdefault}$ menggunakan Persamaan K.1 dengan menggunakan laju default yang digabungkan (R_c) dan luas zona yang dapat dihuni (A_z) dari setiap zona.

$$\boldsymbol{V_{otdefault} = \sum semua\ zona \times R_c \times A_z} \qquad \textbf{K.1}$$

Keterangan:

adalah aliran udara *intake* luar ruang default

adalah menggunakan laju default yang digabungkan

A_z adalah luas lantai zona, luas lantai bersih (neto) yang dapat dihuni dalam zona ventilasi

- ☐ Hitung ventilasi tambahan yang disyaratkan oleh Pasal 6.2.1.1.2. Ventilasi tambahan adalah $V_{ot-tambahan}$.

- ☐ Hitung V_{otmaks} menggunakan Persamaan K.2.

$$\boldsymbol{V_{otmaks} = V_{otdefault} + V_{ot-tambahan}} \qquad \textbf{K.2}$$

Keterangan:

V_{otmaks} adalah aliran udara *intake* luar ruang maksimum

$V_{otdefault}$ adalah aliran udara *intake* luar ruang default

adalah aliran udara *intake* luar ruang tambahan

Hitung menggunakan Persamaan K.3

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

□ Hitung $V_{ot-tampak}$ menggunakan Persamaan K.3:

$$V_{otmin} = V_{otmaks} \times 0,75 \quad \text{K.3}$$

Keterangan:

V_{otmaks} adalah aliran udara *intake* luar ruang maksimum
V_{otmin} adalah aliran udara *intake* luar ruang minimum

□ Laju ventilasi sistem yang dirancang pada *intake* udara luar (V_{ot}) seharusnya berada di antara V_{otmin} dan V_{otmaks}.

□ Nilai V_{ot} untuk sistem VUV resirkulasi multi-zona harus mendekati V_{otmaks}.

□ Nilai V_{ot} untuk sistem 100 % udara luar yang menyediakan udara yang dipanaskan harus setara dengan V_{otmin}.

□ Nilai V_{ot} untuk sistem lain harus berada di antara nilai-nilai ini.

□ Jika penyesuaian dinamis disertakan sebagai bagian dari desain, apakah memenuhi semua persyaratan Pasal 6.2.6?

PEGECUALIAN 1 Aliran udara luar minimum untuk sistem resirkulasi multi-zona yang dirancang menggunakan Lampiran A dapat berada di bawah V_{otmin}. Lembar perhitungan harus disediakan untuk mengonfirmasi bahwa E_v untuk sistem tersebut lebih besar dari 0,75.

PEGECUALIAN 2 Aliran udara luar minimum untuk sistem yang dirancang menggunakan Lampiran C dapat berada di bawah V_{otmin}. Asumsi perhitungan dari setiap kriteria pemodelan dan hasilnya harus disediakan untuk mengonfirmasi bahwa nilai E_z lebih besar dari 1.

K.4 Pasal 6 Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

Untuk PKUDR:

□ Apakah dokumen desain memberikan evaluasi hal-hal berikut?
  □ Senyawa yang termasuk dalam desain (Pasal 6.3.1)
  □ Daftar mencakup semua kontaminan yang perlu diperhatikan
  □ Sumber dalam ruangan dan laju emisi untuk setiap senyawa
  □ Sumber luar dan konsentrasi yang diharapkan untuk setiap senyawa
  □ Periode paparan dan batasan konsentrasi
  □ Evaluasi campuran
  □ Spesifikasi kelayakan KUDR yang dapat diterima
  □ Perhitungan konsentrasi hasil dari desain dengan kesetimbangan massa

□ Apakah spesifikasi termasuk metode uji?

□ Apakah spesifikasi memerlukan bahwa proses evaluasi subjektif dilakukan di bangunan yang selesai?
  □ Jika zona yang cukup mirip digunakan untuk evaluasi subjektif, apakah hasil tes sebelumnya, kondisi, dan desain sistem disediakan untuk memverifikasi bahwa zona tersebut cukup mirip?

□ Jika dapat diterapkan, apakah spesifikasi yang sesuai untuk kontrol dan pemantauan reset dinamis disertakan?

K.5 Pasal 6 Prosedur Ventilasi Alami (PVA)

Sistem ventilasi alami mengikuti jalur kepatuhan sistem preskriptif atau jalur kepatuhan

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

berbasis kinerja.

Untuk jalur kepatuhan preskriptif:

- □ Apakah sistem mekanis yang sesuai dengan Pasal 6.2 atau 6.3 disertakan?
  - □ Jika tidak, apakah desain memenuhi Pengecualian 1 atau Pengecualian 2 dari Pasal 6.4.1?
- □ Apakah jarak maksimum dari bukaan memenuhi Pasal 6.4.1.2, Pasal 6.4.1.3, atau Pasal 6.4.1.4?
- □ Apakah ukuran bukaan memenuhi persyaratan Pasal 6.4.2?
  - □ Apakah area bebas neto dari bukaan dijelaskan?
  - □ Apakah tinggi ambang batu menuju kepala (*sill-to-head*) dijelaskan?
  - □ Apakah lebar agregat dijelaskan?
- □ Apakah kontrol mudah diakses?

Untuk jalur kepatuhan berbasis kinerja:

- □ Apakah dokumen desain memberikan evaluasi hal-hal berikut?
  - □ Kondisi lingkungan per jam, termasuk, namun tidak terbatas pada, suhu udara luar titik kering; suhu titik embun udara luar; konsentrasi kontaminan yang diperhatikan di luar ruangan (termasuk, namun tidak terbatas pada $PM_{2,5}$, PM_{10}, dan ozon), jika data tersedia; kecepatan dan arah angin; dan keuntungan panas internal selama jam-jam yang diharapkan operasi ventilasi alami.
  - □ Efek dari kerugian tekanan sepanjang jalur aliran udara ventilasi alami terhadap laju aliran yang dihasilkan, termasuk, namun tidak terbatas pada, inlet ventilasi, *grille* transfer udara, ventilasi *stack*, dan outlet ventilasi.
  - □ Kualifikasi laju aliran udara ventilasi alami dari jalur aliran udara yang diidentifikasi dengan mempertimbangkan tekanan dorong akibat angin dan termal.
  - □ Udara luar disediakan dalam jumlah yang cukup untuk memastikan polutan dan bau asal dalam ruangan tidak menghasilkan KUDR yang tidak dapat diterima sesuai dengan Pasal 6.2.1.1 dan/atau Pasal 6.3.
  - □ Udara luar yang dimasukkan ke dalam ruang melalui bukaan sistem ventilasi alami tidak menghasilkan KUDR yang tidak dapat diterima sesuai dengan Pasal 6.1.4.1 sampai Pasal 6.1.4.4.
  - □ Penghalang udara interior yang efektif dan isolasi disediakan yang memisahkan ruang berventilasi alami dengan ruang yang didinginkan secara mekanis, memastikan bahwa udara luar dengan titik embun tinggi tidak bersentuhan dengan permukaan yang didinginkan secara mekanis.
- □ Apakah kontrol mudah diakses?

K.6 Pasal 6 *Exhaust*

Sistem pembuangan udara mengikuti jalur kepatuhan preskriptif atau jalur kepatuhan berbasis kinerja.

Untuk jalur kepatuhan preskriptif:

- □ Apakah aliran udara memenuhi persyaratan Tabel 2 dan Tabel 4?
  - □ Jika tidak untuk ruang manapun, apakah memenuhi pengecualian?
- □ Apakah kekuatan sumber telah dievaluasi sesuai dengan yang disyaratkan di Pasal 6.5.1.1?

Untuk jalur kepatuhan berbasis kinerja:

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

- Apakah dokumen desain memberikan evaluasi terhadap hal-hal berikut?
  - Senyawa yang menarik untuk desain
  - Sumber dalam ruangan dan laju emisi untuk setiap senyawa

  - Sumber luar ruangan dan laju emisi yang dibawa oleh ventilasi udara
  - Periode paparan dan batas konsentrasi
  - Evaluasi campuran senyawa
  - Perhitungan konsentrasi yang dihasilkan dari desain
- Jika berlaku, apakah spesifikasi yang sesuai untuk pemantauan dan pengendalian reset dinamis disertakan?

K.7 Ventilasi untuk bangunan gedung yang sudah ada

Bagian ini memberikan panduan untuk menentukan kepatuhan terhadap standar untuk bangunan gedung yang sudah ada. Banyak program keberlanjutan dan energi yang mensyaratkan bahwa laju ventilasi untuk sistem memenuhi Standar ini; namun, metode untuk menentukan kepatuhan bervariasi. Lampiran ini dimaksudkan untuk memberikan pendekatan dan panduan yang jelas bagi praktisi yang bekerja dengan bangunan gedung yang sudah ada.

Sistem ventilasi dalam bangunan gedung yang sudah ada dapat dianggap memenuhi Standar ini jika sistem memenuhi semua bagian dalam Lampiran ini. Bangunan gedung dapat dianggap memenuhi jika semua sistem dalam bangunan gedung memenuhi semua bagian dalam Lampiran ini (Pasal K.7.1, Pasal K.7.2, dan Pasal K.7.3).

K.7.1 Filtrasi

Filtrasi memenuhi Pasal K.7.1.1 dan Pasal K.7.1.2.

K.7.1.1 Filtrasi sebelum koil

Filtrasi memenuhi Pasal 5.5, yang mengharuskan minimal MERV-8 atau filtrasi ISO ePM$_{10}$ setelah koil pendingin yang melayani ruang yang dihuni.

K.7.1.2 Filtrasi udara luar

Filtrasi memenuhi Pasal 6.1.4, yang mensyaratkan untuk memperlakukan udara luar dengan filter atau pembersih udara yang sesuai jika kondisi kualitas udara lokal tidak memenuhi standar nasional kualitas udara untuk PM$_{10}$, PM$_{2,5}$, ozon, atau kontaminan luar ruangan lainnya.

K.7.2 Aliran udara luar

Proses berikut dapat digunakan untuk menentukan pemenuhan laju aliran udara luar terhadap PLV. Area yang dihuni dapat ditentukan berdasarkan pengukuran, denah lantai yang diberi dimensi, atau dari data manajer bangunan. Kategori hunian seharusnya mencerminkan kondisi ruangan saat sedang digunakan, yang mungkin berbeda dari rencana desain awal. Kriteria desain dan asumsi yang didokumentasikan harus diperiksa dan sesuai dengan Pasal 6.6, jika tersedia.

K.7.2.1 Pengukuran aliran udara luar

Pengukuran aliran udara luar sistem dapat dilakukan secara langsung atau dengan perangkat pengukuran aliran yang dipasang dalam sistem yang dikalibrasi. Laju ini adalah .

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

K.7.2.2 Penentuan jenis sistem dan aliran udara luar desain $V^{ot-terukur}$

Jenis sistem harus ditentukan dan panduan dalam bagian yang sesuai harus diikuti untuk menentukan aliran udara luar desain, $V_{otdesain}$.

K.7.2.2.1 Sistem satu zona

$V_{otdesain}$ ditentukan menggunakan Pasal 6.2.2. Pasal 6.2.2 menyediakan Persamaan (3), yang mengatur aliran *intake* udara luar sistem menjadi sama dengan aliran udara luar zona. Aliran udara luar zona dihitung dalam Persamaan (2) dengan menggunakan efektivitas distribusi udara zona (E_z) yang terdapat pada Tabel 5.

K.7.2.2.2 Sistem 100 % udara luar

$V_{otdesain}$ ditentukan menggunakan Pasal 6.2.3. Pasal 6.2.3 menyediakan Persamaan (4), yang menjumlahkan semua persyaratan aliran udara luar zona untuk menentukan persyaratan aliran udara luar sistem. Aliran udara luar zona dihitung dalam Persamaan (2) dengan menggunakan efektivitas distribusi udara zona (E_z) yang terdapat pada Tabel 5.

K.7.2.2.3 Sistem resirkulasi multi-zona

$V_{otdesain}$ ditentukan menggunakan proses yang tercantum dalam bagian ini. Perhitungan diurutkan dari yang paling sederhana hingga yang paling kompleks. Metode yang lebih sederhana umumnya menghasilkan aliran udara ventilasi yang lebih konservatif (lebih tinggi).

K.7.2.2.3.1 Lampiran G

$V_{otdesain}$ ditentukan menggunakan Lampiran G, yang menyediakan tabel laju aliran udara primer dan udara luar minimum untuk kategori hunian yang ditentukan dalam bangunan gedung yang sudah ada: beberapa fasilitas pendidikan, ruang konferensi, lorong, ruang kantor, dan perpustakaan.

K.7.2.2.3.2 Prosedur yang disederhanakan

$V_{otdesain}$ ditentukan menggunakan Pasal 6.2.4 dan prosedur yang disederhanakan pada Pasal 6.2.4.3, yang menyediakan metode sederhana untuk menentukan efisiensi sistem ventilasi (E_v) berdasarkan distribusi penghuni. Nilai efisiensi sistem ventilasi dapat bervariasi dari 0,22 sampai 0,75.

K.7.2.2.3.3 Prosedur alternatif

$V^{otdesain}$ ditentukan menggunakan Pasal 6.2.4 dan prosedur alternatif pada Lampiran A, yang memberikan kredit untuk resirkulasi sekunder tetapi memerlukan informasi rinci tentang sistem dan hunian di tingkat zona. Efisiensi sistem ventilasi ditentukan oleh efisiensi ventilasi zona "kritikal." Prosedur alternatif memberikan kredit untuk resirkulasi sekunder.

K.7.2.3 Penentuan kepatuhan aliran udara luar

Sistem harus memenuhi persyaratan aliran udara luar dari PLV jika $V_{ot-terukur} > V_{otdesain}$.

K.7.3 Kontrol

Kontrol sistem ventilasi harus dipastikan memenuhi persyaratan Pasal 5.18, yang mengharuskan bahwa aliran udara ventilasi minimum dipertahankan dalam semua kondisi beban melalui kontrol manual atau otomatis.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen: Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

K.8 Krtiteria desain ventilasi bangunan gedung

Templat ini mendokumentasikan kriteria desain ventilasi bangunan gedung.

Tabel K.1 – Contoh templat dokumentasi kriteria desain ventililasi bangunan

Kriteria desain ventilasi bangunan gedung						
Total udara *intake* luar	**Total udara buang (*exhaust*)**	**Udara bersih luar ruangan yang disyaratkan**		**Titik embun (*Dew Point - DP*) udara dalam ruangan**		**Kesetimbangan udara**
		PM	**Ozon**	**Puncak DP luar ruangan pada kondisi desain de-humidifikasi**	**DP ruang terhitung pada kondisi luar ruangan bersamaan**	
L/s atau cfm	L/s atau cfm	Ya / Tidak	Ya / Tidak	Nilai titik embun	Nilai titik embun	Lihat Pasal 5.10.3

Identifikasi area	**Jenis area**	**Densitas hunian**	**Laju/org**	**Laju/luas**	**Efektivitas zona distribusi udara**	**Efisiensi sistem ventilasi**	**Kelas udara**
Buat daftar nomor atau nama setiap zona ventilasi	Buat daftar kategori hunian ruang dari Tabel 2	Org/ m^2 atau ft^2	L/s atau cfm	L/s atau cfm	Lihat Tabel 5	Lihat Pasal 6.2.4.2; Lampiran A	Lihat Tabel 2 atau Tabel 4 termasuk justifikasi untuk klasifikasi jika tidak ada dalam tabel

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran L
(informatif)
Prosedur Kualitas Udara Dalam Ruangan (PKUDR)

L.1 Ringkasan panduan konsentrasi udara terpilih

Jika PKUDR digunakan, maka batas konsentrasi dalam ruangan yang dapat diterima disyaratkan untuk senyawa desain dan partikel. Saat menggunakan prosedur ini, batas konsentrasi perlu dirujuk dari otoritas yang kompeten seperti yang didefinisikan dalam standar. Saat ini, tidak ada satu organisasi pun yang mengembangkan batas konsentrasi yang dapat diterima untuk semua zat dalam udara dalam ruangan, dan tidak semua senyawa desain atau partikel potensial memiliki batas.

Senyawa yang dimasukkan dalam desain PKUDR perlu dimasukkan jika data dianggap cukup menunjukkan bahwa senyawa tersebut kemungkinan akan ditemukan dalam bangunan gedung pada konsentrasi yang merupakan sebagian besar dari target desain yang diusulkan. Tujuannya bukanlah untuk menyertakan setiap senyawa yang mungkin muncul dalam udara dalam ruangan, tetapi cukup banyak senyawa yang beragam, sehingga pengendalian senyawa diantisipasi akan menghasilkan kualitas udara yang memenuhi definisi "dapat diterima" dalam Standar ini.

Ringkasan pertimbangan disajikan di bawah ini:

a. Apakah suatu senyawa diharapkan hadir dalam udara dalam ruangan dengan frekuensi yang wajar pada konsentrasi yang relevan dengan target desain (tetapi tidak selalu di atas)? Secara khusus, laju aliran udara luar desain (V_{oz}) dan fitur desain akan dikendalikan oleh senyawa dengan laju emisi tertinggi dan target terendah (dengan mempertimbangkan campuran); oleh karena itu, senyawa dengan konsentrasi rendah dan target tinggi akan memiliki dampak kecil atau tidak ada pada perhitungan V_{oz} yang dihitung.
b. Apakah ada target desain yang telah diusulkan oleh otoritas yang kompeten?
c. Apakah tampak wajar untuk mengharapkan bahwa tingkat emisi produk mungkin tersedia untuk senyawa yang diusulkan?
d. Apakah ada metode pengambilan sampel dan analisis yang sudah terpercaya untuk senyawa yang diusulkan?

Batas paparan penghuni (misalnya, batas paparan yang diperbolehkan dan nilai ambang batas) tidak sesuai sebagai senyawa desain, karena tidak ditetapkan untuk PKUDR yang dapat diterima atau untuk bangunan komersial yang khas. Pada umumnya, batas tersebut dikembangkan untuk bangunan industri yang mengevaluasi efek zat terhadap pekerja laki-laki dewasa yang sehat.

L.2 Pedoman untuk laju emisi

Beberapa makalah yang dipublikasikan dan diulas menyediakan referensi bagi tim desain untuk mengompilasi laju emisi senyawa desain yang wajar. Selain itu, beberapa program sertifikasi mencakup ukuran emisi empiris untuk bahan konstruksi serta bahan penutup, perabot, dan peralatan yang ditujukan untuk penggunaan dalam ruangan. Ini termasuk

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

mendukung regulasi pemerintah. Perancang dapat menggunakan laju emisi untuk bahan-bahan tertentu yang akan dimasukkan atau dipertimbangkan untuk digunakan oleh perancang. PKUDR (Pasal 6.3) mengharuskan bahwa laju emisi harus mempertimbangkan senyawa desain yang dikeluarkan oleh penghuni dan aktivitas mereka, oleh bahan, dan oleh sumber-sumber khusus di dalam ruang yang ditempati dan diperkenalkan ke dalam bangunan gedung

dengan udara luar.

L.3 Evaluasi subjektif

Pasal 7.3.2 mensyaratkan dilakukannya survei penghuni. Beberapa pendekatan evaluasi subjektif telah digunakan dengan tingkat keberhasilan yang bervariasi. Berikut adalah contoh pendekatan evaluasi yang berfokus pada penghuni yang beradaptasi:

a. Setelah bangunan gedung selesai dan sebagian besar ditempati, berikan semua penghuni survei elektronik atau tertulis yang berisi pertanyaan, termasuk, "Apakah Anda merasa kualitas udara di lingkungan Anda dapat diterima atau tidak dapat diterima?"
b. Survei anonim dengan pertanyaan yang diungkapkan secara netral memberikan respons terbaik.
c. Saat melakukan evaluasi terhadap penghuni yang beradaptasi, responden harus mencatat persepsinya tentang kualitas udara zona setelah 30 min tinggal di zona yang ditempati.
d. Semua penghuni harus disurvei, jika memungkinkan. Jika tidak, setidaknya 50 % dari hunian tipikal, atau 300, mana yang lebih sedikit, harus dipilih secara acak.
e. Tingkat respons minimum sebesar 30 % dari yang disurvei diinginkan. Setiap zona harus disurvei sesuai persyaratan Pasal 6.3. Evaluasi subyektif memvalidasi kelayakan udara dalam ruangan jika 80 % dari responden di area tersebut tidak mengungkapkan ketidakpuasan.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Lampiran M
(informatif)
Contoh perhitungan

M.1 Contoh perhitungan populasi zona rata-rata waktu, kantor terbuka besar

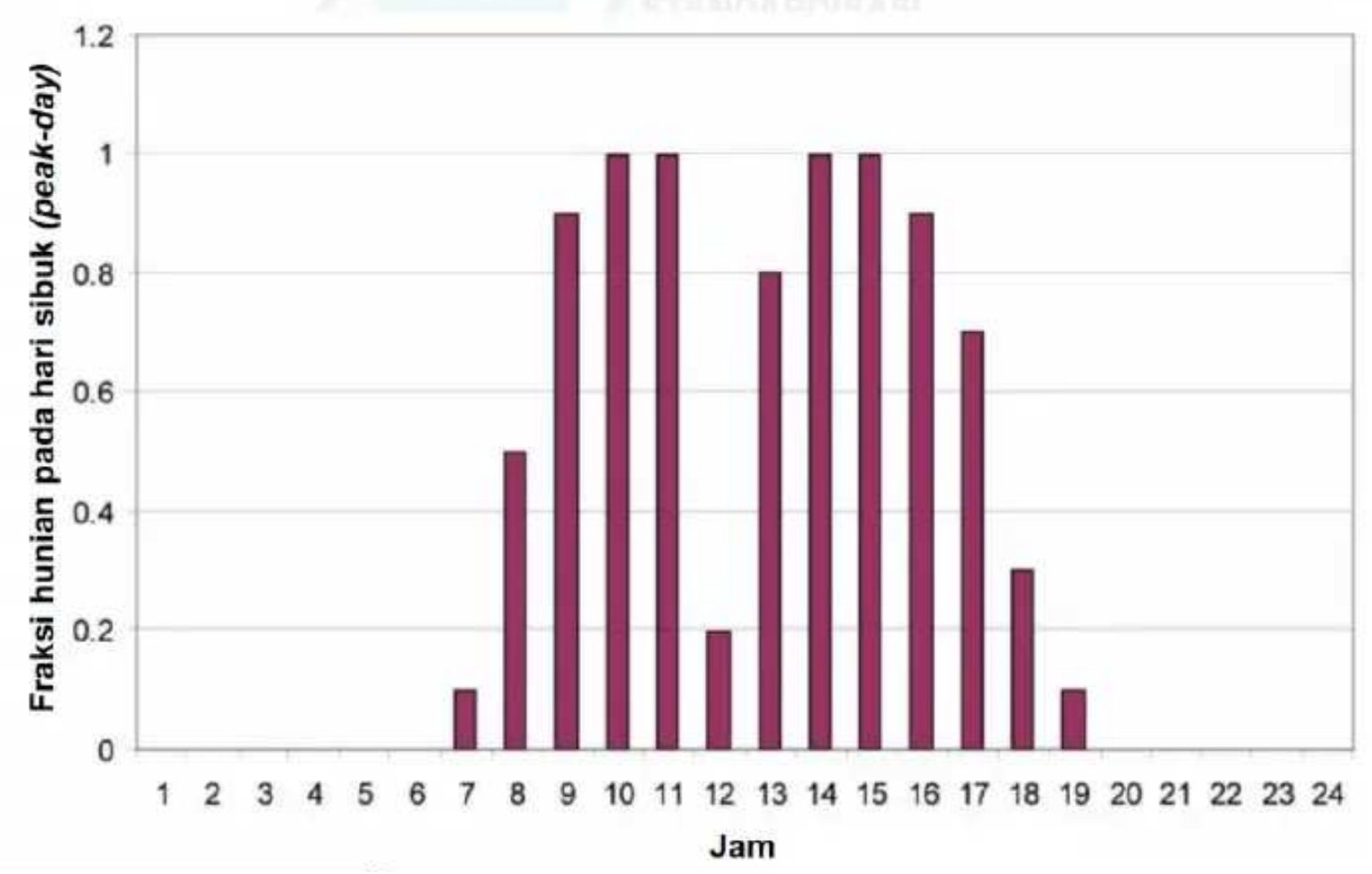
Berikut ini merupakan contoh perhitungan hunian desain (P_z) pada kantor dengan luas 2.000 ft² dengan langit-langit 9 ft dan 20 stasiun kerja.

Desain hunian dapat diasumsikan hanya untuk 20 orang. Dengan kata lain, Standar ini tidak mengharuskan perancang memperhitungkan variasi hunian dari waktu ke waktu. Jika rata-rata waktu diinginkan, maka perancang harus menghitung jangka waktu rata-rata dan mengembangkan profil hunian yang masuk akal untuk ruangan tersebut. Berikut ini merupakan perhitungan untuk jangka waktu rata-rata (*averaging time period*).

$$T = \frac{3v}{V_{bz}} = \frac{3 \times 2.000 \times 9}{20 \times 5 + 2.000 \times 0,06}$$

$$T \approx 245 menit$$

Profil tipikal untuk hunian kantor pada hari sibuk (*peak-day*) ditunjukkan pada Gambar M.1.



Gambar M.1 – Grafik hunian kantor pada hari sibuk (*peak-day*)

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024

Fraksi populasi rata-rata tertimbang waktu adalah fraksi total berturut-turut terbesar selama rata-rata waktu (T). Dalam hal ini, ini terjadi mulai jam 1 siang sampai jam 5 sore. (jam 13 sampai jam 16 pada gambar di atas). Selama periode ini, rata-ratanya adalah (0,8 + 1 + 1 + 0,9)/4 ≈ 0,9. Jadi hunian desainnya adalah 0,9 × 20 = 18 penghuni.

M.2 Contoh perhitungan populasi zona rata-rata waktu, kantor pribadi terbuka

Berikut ini merupakan contoh perhitungan hunian desain (P_z) pada kantor pribadi dengan luas 70 ft² dengan langit-langit setinggi 9 ft. Denah furnitur menunjukkan tempat kerja dengan dua kursi tamu.

Berikut ini merupakan perhitungan jendela rata-rata (*averaging window*).

$$T = \frac{3v}{V_{bz}} = \frac{3 \times 230 \times 9}{3 \times 5 + 230 \times 0,06}$$
$$T = 215\ menit$$
$$T \approx 3,6\ jam$$

Kursi tamu kemungkinan besar akan ditempati untuk jangka waktu yang singkat dibandingkan dengan waktu rata-rata. Jika diasumsikan dua tamu hadir sekitar 1/3 dari waktu rata-rata, maka hunian desainnya adalah 1 +2 × 1/3 = 1,7 penghuni.

M.3 Contoh perhitungan populasi zona rata-rata waktu, ruang prafungsi

Berikut ini merupakan contoh perhitungan hunian desain (P_z) pada ruang pra-fungsi dengan luas 5.000 ft² hingga ruang pertemuan konvensi dengan langit-langit setinggi 15 ft.

Dengan menggunakan nilai kepadatan hunian, maka jumlah puncak penghuni diperkirakan 30/1.000 × 5.000 = 150 orang. Berikut ini merupakan perhitungan untuk jangka waktu rata-rata (*averaging time period*).

$$T = \frac{3v}{V_{bz}} = \frac{3 \times 5.000 \times 15}{150 \times 7,5 + 5.000 \times 0,06}$$
$$T = 160\ menit$$
$$T \approx 2,6\ jam$$

Hari desain diasumsikan merupakan rangkaian pertemuan atau seminar pada pagi dan sore hari. Profil hunian diperkirakan seperti terlihat pada Gambar M.2.

Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional. Copy standar ini dibuat sebagai Sosialisasi dan Promosi SPK
Penanggung Jawab dokumen : Komite Teknis 91-09 dalam acara Bimbingan Teknis seri SNI 6572:2024