SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 6390:2020

Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung

ICS 91.040.01

BSN BADAN STANDARDISASI NASIONAL

© BSN 2020

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 BSN

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

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi i
Prakata iii
1 Ruang lingkup 1
2 Acuan normatif 1
3 Istilah dan definisi 1
4 Konservasi energi pada sistem tata udara 4
4.1 Konservasi energi pada perancangan sistem tata udara 4
4.1.1 Kondisi perencanaan udara dalam ruang 4
4.1.2 Kondisi perencanaan udara luar ruang 4
4.1.3 Perhitungan perkiraan beban pendinginan 12
4.1.3.1 Metode perhitungan beban pendinginan 12
4.1.3.2 Beban bangunan gedung 12
4.1.3.2.1 Beban selubung bangunan 12
4.1.3.2.2 Beban sistem pencahayaan 13
4.1.3.3 Beban penghuni 13
4.1.3.4 Beban udara segar untuk ventilasi 13
4.1.3.5 Beban sistem dan beban lain-lain 20
4.1.4 Pemilihan sistem dan peralatan tata udara 20
4.1.4.1 Karakteristik beban gedung terhadap waktu dalam sehari dan sepanjang tahun 20
4.1.4.2 Pemilihan peralatan tata udara 21
4.1.4.3 Analisis beban parsial 22
4.1.4.4 Analisis sisi udara (*Air-side analysis*) 22
4.1.4.5 Sistem *fan* 23
4.1.4.6 Sistem pompa 23
4.1.4.7 Sistem *chiller plant* 23
4.1.4.8 Insulasi pemipaan air sejuk (*chilled water*) 25
4.1.4.9 Insulasi saluran udara (*ducting*) 26
4.2 Konservasi energi pada pengoperasian sistem tata udara 26
4.2.1 *Proper testing and commissioning* 26
4.2.2 Pengoperasian mesin refrigerasi 27
4.2.3 Pengoperasian sistem distribusi udara dan air sejuk 27
4.2.4 Kontrol beban pendinginan 28
4.3 Konservasi energi pada pemeliharaan sistem tata udara 28
4.3.1 Petunjuk pengukuran dan perhitungan pada sistem tata udara bangunan gedung 28

4.3.2 Pemeliharaan sistem refrigerasi 29
4.3.3 Pemeliharaan sistem distribusi 29
4.3.4 *Recommissioning* 29
Bibliografi 31

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara 5
Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi 14
Tabel 3 – Kinerja peralatan tata udara yang dioperasikan menggunakan listrik 21
Tabel 4 – Tebal insulasi minimum untuk pipa air sejuk [a, b, c, d] 25
Tabel 5 – *R-Value* insulasi saluran udara minimum untuk sistem pendingin [a] 26

Gambar 1 – Skematik sistem *chiller plant* 24

Prakata

Standar Nasional Indonesia 6390:2020 dengan judul *Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung* merupakan revisi dari SNI 6390:2011 *Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung*.

Revisi ini dilakukan untuk menyempurnakan dan memutakhirkan data sesuai dengan kondisi dan perkembangan teknologi konservasi energi, khususnya pada:

1. kondisi perancangan udara luar untuk perhitungan beban pendinginan;
2. tingkat efisiensi minimum peralatan tata udara; dan
3. konservasi energi pada pengoperasian dan pemeliharaan sistem tata udara.

Standar ini disusun sebagai pedoman bagi semua pihak yang terlibat dalam perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan pengelolaan bangunan gedung, khususnya pada sistem tata udara, untuk mencapai penggunaan energi yang efisien.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 27-06 Konservasi Energi dan telah dibahas dalam rapat konsensus lingkup Komite Teknis pada tanggal 2 Oktober 2020 di Bogor yang dihadiri oleh wakil dari Pemerintah, produsen, konsumen, dan pakar.

Standar ini juga telah melalui konsensus nasional yaitu jajak pendapat pada tanggal 15 Oktober 2020 sampai dengan tanggal 14 Desember 2020 dengan hasil akhir disetujui menjadi SNI.

Untuk menghindari kesalahan dalam penggunaan dokumen ini, disarankan bagi pengguna standar untuk menggunakan dokumen SNI yang dicetak dengan tinta berwarna. Perlu diperhatikan bahwa terdapat kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada.

Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung

1 Ruang lingkup

Standar ini memuat langkah konservasi energi pada perancangan, pengoperasian, dan pemeliharaan sistem tata udara dengan siklus kompresi uap pada bangunan gedung secara optimal, sehingga penggunaan energi dapat dilakukan secara efisien tanpa mengorbankan kenyamanan termal pengguna bangunan.

Standar ini diperuntukkan bagi semua pihak yang berkepentingan dalam perancangan, produksi, pembangunan, penyediaan, pengoperasian, pemantauan, dan pemeliharaan sistem tata udara pada bangunan gedung, dalam rangka mencapai sasaran penggunaan energi yang efisien.

2 Acuan normatif

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

SNI 05-3052, *Cara uji unit pengkondisian udara*

SNI 6197, *Konservasi energi pada sistem pencahayaan*

SNI 6389, *Konservasi energi selubung bangunan pada bangunan gedung*

3 Istilah dan definisi

3.1
chiller plant
kesatuan sistem peralatan tata udara yang terdiri dari *chiller*; pompa air sejuk, pompa air kondensor, dan menara pendingin

3.2
desain pemakaian energi (*design energy consumption*)
perkiraan seluruh kebutuhan energi gedung per tahun yang dihitung pada gedung yang dirancang

3.3
infiltrasi
aliran udara luar yang masuk ke dalam bangunan gedung secara tidak terkendali dan tidak disengaja melalui celah atau bukaan lainnya pada selubung bangunan gedung

3.4
koefisien kinerja pendinginan (*coefficient of performance*, COP)
perbandingan antara laju alir kalor yang diserap oleh sistem pendingin dengan laju alir energi yang dimasukkan ke dalam sistem tersebut

3.5
konduktans termal (*k*)
koefisien perpindahan termal secara konduksi melalui material bangunan akibat perbedaan suhu antara sisi luar dan sisi dalam secara konduksi, dinyatakan dalam satuan laju alir kalor per satuan tebal material per derajat perbedaan suhunya

3.6
konservasi energi
upaya sistematis, terencana, dan terpadu untuk mempertahankan dan/atau meningkatkan kinerja energi sistem tata udara pada bangunan gedung tanpa mengorbankan tuntutan kenyamanan

3.7
mesin refrigerasi
mesin yang bekerja melakukan proses konversi energi untuk mendapatkan efek pendinginan

3.8
tata udara
pengolahan udara yang bertujuan untuk mengendalikan kondisi termal udara, kualitas udara, dan penyebarannya di dalam ruang dalam rangka pemenuhan persyaratan kenyamanan termal pengguna bangunan

3.9
proper testing and commissioning
proses pengujian kinerja sistem tata udara secara keseluruhan yang dilakukan setelah pekerjaan konstruksi selesai untuk memastikan, membuktikan, dan menjamin bahwa kinerja aktual sistem tata udara yang terpasang sesuai dengan kinerja yang dijanjikan pada tahap perencanaan

3.10
rasio efisiensi energi (*Energy Efficiency Ratio*, EER)
perbandingan antara kapasitas pendinginan neto peralatan pendingin (dalam satuan BTU/jam) dengan seluruh masukan daya listrik (dalam satuan watt) pada kondisi operasi yang ditentukan. Bila digunakan satuan yang sama untuk kapasitas pendinginan dan masukan energi listrik, nilai EER sama dengan COP

3.11
recommissioning
proses pengujian ulang kinerja sistem tata udara secara keseluruhan yang dilakukan secara periodik selama masa pemanfaatan bangunan gedung untuk mengetahui apakah kinerja sistem tata udara mengalami penurunan (deteriorasi)

3.12
resistans termal (*R*)
suatu besaran yang nilainya berbanding terbalik dengan konduktans termal

3.13
selubung bangunan
elemen bangunan yang membungkus bangunan gedung, yaitu dinding dan atap transparan atau tidak transparan

3.14
sistem aliran udara tetap (*constant air volume*, CAV)
sistem tata udara yang bekerja berdasarkan suhu bola kering dalam suatu ruangan dengan cara mengendalikan temperatur udara yang masuk ke ruangan tersebut; laju aliran udara yang masuk dijaga tetap

3.15
sistem aliran udara variabel (*variable air volume*, VAV)
sistem tata udara yang bekerja berdasarkan suhu bola kering dalam suatu ruangan dengan cara mengendalikan laju aliran udara yang masuk ke dalam ruangan tersebut

3.16
sistem tata udara
keseluruhan sistem yang bekerja untuk mengondisikan kenyamanan termal udara di dalam bangunan gedung melalui kontrol suhu, kelembapan relatif, penyebaran udara, serta kualitas udara (kesegaran dan kebersihan), sedemikian rupa sehingga diperoleh suatu kondisi ruang yang nyaman, segar, bersih, dan sehat

3.17
suhu bola basah (*wet bulb*, WB)
suhu terendah saat terjadi penguapan air yang dukur dengan thermometer yang sensornya dibalut kain basah dalam aliran udara; suhu udara jenuh

3.18
suhu bola kering (*dry bulb*, DB)
suhu udara yang diukur dengan termometer yang diekspos secara bebas ke udara

3.19
transmitans termal
koefisien perpindahan kalor keseluruhan dari udara pada satu sisi bahan ke udara pada sisi lainnya

3.20
ventilasi udara segar (*fresh air ventilation*)
pemasukan udara luar ke dalam gedung untuk memperbaiki kualitas udara di dalam gedung sesuai dengan ketentuan standar yang berlaku

4 Konservasi energi pada sistem tata udara

Kelangkaan sumber daya energi serta peranannya yang sangat penting dalam mendukung aktivitas dan kenyamanan penghuni gedung menjadikan energi perlu dikelola secara berkelanjutan agar penggunaanya hemat dan rasional.

Konsumsi energi pada sistem tata udara bangunan gedung dipengaruhi beberapa faktor sebagai berikut:

$$\text{konsumsi energi} = \frac{\text{beban pendinginan} \times \text{jam operasi}}{\text{COP}} + \text{konsumsi energi fasilitas air, udara, dll.}$$

Oleh karena itu, langkah konservasi energi pada sistem tata udara dapat dilakukan dengan:

a. mengurangi beban pendinginan dengan cara menurunkan beban termal udara dalam dan luar gedung;

b. meningkatkan kinerja energi (COP) sistem pendingin (*chiller*);

c. meningkatkan efisiensi pengoperasian sistem peralatan secara keseluruhan dengan cara meningkatkan kinerja sistem tata udara dan efisiensi jam operasi sistem tata udara;

d. memperkenalkan fasilitas energi dengan efisiensi yang tinggi. Sebagai contoh, *chiller* yang memiliki beda tekanan refrigeran yang besar merupakan tipe *chiller* yang tidak efisien. Oleh karena itu, penggunaanya harus dibatasi atau diganti dengan *chiller* yang memiliki nilai efisiensi lebih tinggi;

e. meningkatkan kinerja fasilitas *conveying system* (*air handling units* (AHU), pompa, *fan coil unit* (FCU), *dll.*).

4.1 Konservasi energi pada perancangan sistem tata udara

4.1.1 Kondisi perencanaan udara dalam ruang

Untuk keseragaman perhitungan beban pendinginan, kondisi perencanaan udara dalam ruang ditentukan sebagai berikut:

a. Ruang kerja

   Temperatur bola kering minimum 25 °C dengan kelembapan relatif 55%.

b. Ruang transit (lobi, koridor)

   Temperatur bola kering minimum 27 °C tanpa nilai standar kelembapan relatif.

Untuk fungsi ruangan lain, kondisi perencanaan udara dalam ruang disesuaikan dengan peraturan/standar lain yang berlaku.

4.1.2 Kondisi perencanaan udara luar ruang

Untuk keseragaman perhitungan beban pendinginan, kondisi perencanaan udara luar ruang ditetapkan 33 °C DB dan 27 °C WB, kecuali terdapat pertimbangan lain. Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk perhitungan beban pendinginan yang lebih teliti untuk beberapa kota di Indonesia dapat menggunakan informasi dalam Tabel 1 dengan nilai frekuensi kejadian kumulatif tahunan sebesar 0,4%, 1%, atau 2%.

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{uap\ air}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Aceh Besar	5.524N, 95.420E	Sultan Iskandar Muda Intl	34,4	24,4	33,8	24,6	33,2	24,8	27,0	31,3	26,6	30,9	26,2	30,5	25,9	21,3	29,2	25,5	20,7	28,7	25,1	20,3	28,3
Aceh Utara	5.227N, 96.950E	Malikus Saleh	32,7	26,0	32,2	26,0	31,7	25,9	27,1	31,0	26,8	30,7	26,6	30,4	26,0	21,4	29,5	25,7	21,0	29,2	25,5	20,7	28,9
Ambon	3.710S, 128.089E	Pattimura	32,6	25,6	32,0	25,8	31,5	25,8	27,0	30,5	26,7	30,2	26,5	30,1	26,0	21,4	29,5	25,7	20,9	29,2	25,4	20,6	28,9
Badung	8.748S, 115.167E	Bali Ngurah Rai Intl	32,5	26,6	32,1	26,5	31,7	26,4	27,7	30,7	27,2	30,4	27,1	30,2	26,9	22,6	29,9	26,2	21,7	29,2	26,1	21,6	29,2
Balikpapan	1.268S, 116.894E	Aji Muhammad Sulaiman Intl	32,9	27,4	32,2	27,0	31,8	26,9	28,2	31,4	27,8	30,9	27,5	30,6	21,7	23,0	30,2	27,0	22,7	30,1	26,6	22,2	29,7
Bandar Lampung	5.242S, 105.179E	Radin Inten II	34,1	24,2	33,3	24,6	32,7	24,8	26,6	30,7	26,3	30,4	26,2	30,2	25,6	21,1	28,1	25,2	20,6	28,0	25,1	20,4	27,9
Banggai	1.039S, 122.772E	Luwuk Bulbung	32,2	26,2	31,9	26,3	31,5	26,2	27,2	30,8	27,0	30,8	26,7	30,5	26,1	21,5	30,0	25,7	21,1	29,8	25,6	20,8	29,7
Banjarbaru	3.442S, 114.763E	Syamsudin Noor	34,6	24,5	34,1	25,0	33,4	25,1	27,1	31,3	26,7	30,9	26,6	30,6	26,1	21,5	28,6	25,8	21,1	28,3	25,5	20,8	28,1
Banyuwangi	8.217S, 114.383E	Banyuwangi	32,9	26,1	32,4	26,1	32,0	26,0	27,2	31,2	26,9	30,9	26,6	30,6	26,0	21,4	29,6	25,7	21,0	29,2	25,5	20,7	29,1

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara (2 dari 7)

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{uap\ air}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Batam	1.117N, 104.117E	Hang Nadim	32,7	25,8	32,1	25,9	31,8	25,9	27,2	30,4	26,9	30,1	26,7	29,8	26,2	21,7	28,5	26,1	21,6	28,4	25,9	21,3	28,2
Belitung	2.746S, 107.755E	HAS Hanandjoeddin	33,2	24,3	32,6	24,6	32,1	25,0	26,8	29,9	26,6	29,7	26,3	29,4	26,0	21,5	28,2	25,7	21,1	27,9	25,5	20,8	27,7
Bengkulu	3.864, 102.339E	Fatmawati Soekarno	32,3	25,8	32,0	25,8	31,6	25,7	27,0	30,8	26,7	30,5	26,5	30,2	25,9	21,3	29,1	25,6	20,9	28,8	25,4	20,6	28,6
Biak Numfor	1.190S, 136.108E	Frans Kaisiepo	31,5	26,7	31,2	26,8	30,9	26,6	27,7	30,3	27,4	30,1	27,1	29,9	27,0	22,7	29,9	26,6	22,2	29,5	26,2	21,7	29,1
Bima	8.540S, 118.687E	Muhammad Salahuddin	35,1	25,1	34,4	25,1	33,7	25,2	27,2	31,7	26,8	31,3	26,6	30,9	26,0	21,5	29,1	25,7	21,0	28,7	25,5	20,7	28,4
Bitung	1.433N, 125.183E	Bitung	33,3	25,7	32,9	25,7	32,5	25,8	27,1	31,4	26,7	31,0	26,6	30,9	25,9	21,2	29,7	25,6	20,8	29,5	25,2	20,4	29,2
Cilacap	7.645S, 109.034E	Tunggul Wulung	32,6	26,3	32,1	26,3	31,7	26,2	27,2	31,1	27,0	30,9	26,7	30,5	26,1	21,6	29,6	25,8	21,1	29,2	25,6	20,9	29,0
Gorontalo	0.637N, 122.850E	Jalaluddin	33,6	24,9	33,0	25,0	32,5	25,1	26,7	31,1	26,5	30,8	26,2	30,4	25,6	21,0	28,6	25,3	20,5	28,3	25,1	20,3	28,1
Indragiri Hulu	0.353S, 102.335E	Japura	33,7	26,0	33,2	25,9	32,8	25,9	27,4	31,3	27,1	31,1	26,8	30,8	26,4	21,9	29,6	26,1	21,5	29,4	25,7	21,0	29,1

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara (3 dari 7)

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{cairan}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Jakarta Pusat	6.183S, 106.833E	Jakarta Observatory	34,2	25,7	33,7	25,7	33,3	25,7	27,2	32,3	26,9	32,0	26,7	31,6	25,7	21,0	30,2	25,5	20,7	29,9	25,2	20,4	29,6
Jakarta Utara	6.100S, 106.867E	Jakarta Tanjung Priok	33,8	25,8	33,2	25,8	32,9	25,8	27,2	32,0	27,1	31,8	26,8	31,4	26,0	21,3	30,2	25,7	21,0	30,0	25,5	20,7	29,8
Jambi	1.638S, 103.644E	Thaha	33,2	25,8	32,7	25,6	32,4	25,5	27,1	30,8	26,7	30,5	26,5	30,3	26,1	21,5	29,0	25,7	21,0	28,7	25,5	20,7	28,5
Kabupaten Jayapura	2.577S, 140.516E	Sentani	33,6	26,0	33,1	26,0	32,8	25,9	27,5	31,8	27,1	31,4	26,8	31,0	26,2	21,9	30,2	25,9	21,5	29,8	25,6	21,1	29,3
Kepulauan Tanimbar	7.983S, 131.300E	Saumlaki	33,2	26,9	32,7	26,8	32,2	26,6	27,7	31,6	27,4	31,2	27,2	30,8	26,6	22,2	29,9	26,3	21,8	29,4	26,1	21,6	29,2
Kotawaringin Barat	2.705S, 111.673E	Iskandar	33,2	27,4	32,7	27,3	32,2	27,1	28,7	32,0	28,2	31,6	28,0	31,4	27,7	23,8	31,4	27,2	23,1	30,9	27,0	22,8	30,7
Kubu Raya	0.151S, 109.404E	Supadio Intl	34,1	26,3	33,7	26,3	33,2	26,2	27,7	31,8	27,4	31,5	27,1	31,2	26,7	22,2	30,2	26,2	21,6	29,5	26,1	21,4	29,3
Kupang	10.172S, 123.671E	El Tari	34,6	24,9	33,8	25,0	33,1	25,0	28,1	31,2	27,7	30,9	27,2	30,6	27,2	23,2	30,3	26,8	22,7	30,0	26,3	22,0	29,4
Lingga	0.475S, 104.579E	Dabo	32,7	27,0	32,3	26,9	32,0	26,8	28,1	31,5	27,7	31,3	27,4	31,0	27,1	23,0	30,8	26,7	22,4	30,4	26,4	21,9	30,0

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara (4 dari 7)

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{cairan}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Lombok Tengah	8.750S, 116.267E	Lombok Intl	33,0	25,9	32,4	25,8	32,1	25,8	27,5	31,1	27,0	30,8	26,7	30,4	26,4	22,1	29,8	26,0	21,6	29,4	25,6	21,1	28,9
Luwu Utara	2.550S, 120.367E	Masamba Andi Jemma	33,7	26,2	33,0	26,3	32,5	26,2	27,7	31,8	27,3	31,4	27,0	31,1	26,5	22,2	30,5	26,1	21,6	30,1	25,8	21,2	29,7
Majene	2.500S, 119.000E	Majene	33,0	25,9	32,5	26,0	32,1	26,0	27,2	31,4	27,1	31,2	26,8	30,9	26,1	21,5	30,3	25,7	21,0	29,9	25,6	20,8	29,8
Maluku Tenggara	5.683S, 132.750E	Tual Dumatubun	32,7	27,0	32,2	26,9	31,7	26,8	28,1	31,3	27,7	30,9	27,4	30,5	27,2	22,9	30,2	26,8	22,4	29,8	26,5	22,1	29,5
Manado	1.549N, 124.926E	Sam Ratulangi Intl	33,1	24,4	32,6	24,5	32,1	24,7	28,6	30,6	28,2	30,2	28,0	30,0	25,3	20,6	28,5	25,1	20,4	28,3	24,9	20,2	28,1
Maros	5.082S, 119.554E	Hasanuddin Intl	34,3	24,1	33,8	24,3	33,1	24,7	27,7	30,8	27,3	30,6	27,0	30,4	27,1	22,9	28,9	26,6	22,2	28,6	26,2	21,8	28,4
Medan	3.800N, 98.700E	Medan Belawan	32,8	26,6	32,2	26,6	31,9	26,6	27,8	31,3	27,4	31,0	27,1	30,8	26,7	22,3	30,3	26,2	21,7	29,9	26,0	21,4	29,7
Medan	3.558N, 98.672E	Medan Polonia Intl	34,2	26,0	33,8	26,0	33,1	26,0	27,5	31,8	27,1	31,4	26,8	31,0	26,2	21,7	29,6	26,0	21,5	29,4	25,7	21,1	29,1
Merauke	8.520S, 140.418E	Mopah	32,7	26,1	32,2	26,1	31,8	26,0	27,2	30,9	27,0	30,8	26,7	30,4	26,2	21,6	29,2	25,9	21,3	29,0	25,7	20,9	28,8

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara (5 dari 7)

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{cairan}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Nagan Raya	4.250N, 96.117E	Meulaboh Cut Nyak	31,8	26,9	31,5	26,8	31,1	26,6	28,1	30,8	27,7	30,5	27,4	30,3	27,2	23,3	30,4	26,9	22,8	30,1	26,6	22,3	29,8
Padang	0.875S, 100.352E	Minangkabau Intl	32,2	25,9	31,9	25,9	31,5	25,8	27,2	30,9	26,8	30,5	26,6	30,3	26,1	21,5	29,5	25,7	21,0	29,2	25,4	20,6	29,0

Palangkaraya	2.225S, 113.943E	Tjilik. Riwut	34,0	25,6	33,5	25,6	33,0	25,2	27,2	31,2	26,8	30,9	26,6	30,7	26,2	21,6	28,7	25,8	21,1	28,3	25,6	20,9	28,2
Palembang	2.898S, 104.701E	Mahmud Badaruddin II Intl	34,0	24,8	33,4	25,1	33,0	25,2	27,1	30,7	26,7	30,4	26,6	30,2	26,1	21,6	28,7	25,9	21,2	28,5	25,6	20,8	28,2
Palu	0.919S, 119.910E	Palu Mutiara	34,7	25,0	34,2	25,0	33,6	24,9	26,4	31,7	26,1	31,3	25,9	31,0	25,2	20,5	28,0	24,8	20,1	27,7	24,6	19,8	27,6
Pangkalpinang	2.170S, 106.139E	Depati Amir	32,7	25,4	32,2	25,6	31,9	25,6	27,0	30,8	26,7	30,4	26,6	30,2	26,0	21,4	28,8	25,7	21,0	28,5	25,5	20,8	28,4
Pekanbaru	0.461N, 101.445E	Syarif Kasim II Intl	34,6	26,4	34,1	26,4	33,7	26,3	28,0	32,8	27,6	32,3	27,2	31,9	26,6	22,3	31,2	26,2	21,7	30,7	26,0	21,4	30,4
Samarinda	0.485S, 117.157E	Temindung	33,8	26,1	33,3	26,1	32,8	26,0	27,2	31,5	26,9	31,2	26,7	30,8	26,1	21,5	29,0	25,8	21,1	28,6	25,6	20,9	28,5
Semarang	6.973S, 110.375E	Ahmad Yani Intl	34,6	23,8	33,8	24,2	33,1	24,4	27,0	31,0	26,7	30,7	26,5	30,5	26,0	21,3	29,3	25,6	20,8	29,0	25,2	20,4	28,7

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara (6 dari 7)

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{cairan}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Serang	6.117S, 106.133E	Serang	33,5	25,0	33,0	25,1	32,5	25,2	26,8	30,7	26,6	30,5	26,4	30,3	25,8	21,2	28,5	25,6	20,9	28,3	25,3	20,5	28,1
Sidoarjo	7.380S, 112.787E	Juanda Intl	34,1	24,4	33,5	24,5	33,0	24,7	27,0	31,0	26,7	30,6	26,5	30,4	26,0	21,4	28,6	25,6	20,9	28,6	25,2	20,4	28,4
Sikka	8.641S, 122.237E	Frans Seda	33,9	25,6	33,3	25,6	32,6	25,6	27,6	31,7	27,3	31,3	27,1	31,0	26,7	22,3	30,6	26,2	21,6	29,9	25,9	21,2	29,5
Sorong	0.926S, 131.121E	Jefman	32,2	26,2	31,9	26,1	31,5	26,1	27,3	30,6	27,1	30,4	26,8	30,2	26,4	21,9	29,3	26,1	21,5	29,0	25,9	21,2	28,7
Sumba Timur	9.669S, 120.302E	Umbu Mehang Kunda	33,4	25,9	33,0	26,0	32,5	25,9	27,9	31,5	27,5	31,3	27,1	31,2	26,9	22,6	30,7	26,3	21,8	30,3	25,9	21,3	29,9
Sumbawa	8.489S, 117.412E	Brangbiji	34,5	24,3	33,7	24,6	33,1	24,8	27,3	31,0	27,0	30,8	26,7	30,4	26,2	21,6	29,6	25,9	21,3	29,2	25,7	20,9	29,0
Sumenep	7.050S, 113.967E	Kalianget Madura Island	33,3	27,7	32,9	27,6	32,4	27,4	29,1	32,3	28,6	31,9	28,2	31,5	28,2	24,4	31,9	27,7	23,6	31,4	27,2	23,0	31,0
Tangerang	6.126S, 106.656E	Soekarno Hatta Intl	34,0	25,5	33,2	25,6	33,0	25,7	27,7	31,3	27,4	31,0	27,0	30,8	26,9	22,6	30,1	26,2	21,7	29,3	26,1	21,5	29,2
Tanjungpinang	0.923N, 104.532E	Raja Haji Fisabilillah	32,5	25,9	32,1	25,9	31,7	25,9	27,2	30,6	26,9	30,3	26,7	30,0	26,2	21,7	28,7	26,0	21,4	28,6	25,7	21,0	28,3

Tabel 1 – Kondisi perencanaan udara luar ruang untuk sistem tata udara (7 dari 7)

Lokasi			*Cooling* DB/MCWB (°C)						*Evaporation* WB/MCDB (°C)						*Dehumidification* DP/MCDB dan HR (°C dan $g_{cairan}/kg_{udara\ kering}$)								
			0.4%		1%		2%		0.4%		1%		2%		0.4%			1%			2%		
Kabupaten/ Kota	Koordinat	Stasiun Cuaca	DB	MC WB	DB	MC WB	DB	MC WB	WB	MC DB	WB	MC DB	WB	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB	DP	HR	MC DB
Tapanuli Tengah	1.556N, 98.889E	Sibolga Pinangsori	33,0	25,9	32,6	25,8	32,1	25,6	27,6	31,1	27,2	30,7	26,9	30,4	26,6	22,2	30,0	26,2	21,7	29,6	25,9	21,3	29,3
Tarakan	3.327N, 117.566E	Juwata Intl	32,2	26,4	31,7	26,4	31,5	26,3	27,5	30,6	27,2	30,4	27,0	30,2	26,5	22,1	29,5	26,2	21,7	29,1	26,1	21,5	28,9
Tegal	6.850S, 109.150E	Tegal	33,1	25,0	32,6	25,2	32,2	25,4	27,2	31,0	26,9	30,8	26,7	30,5	26,1	21,5	29,7	25,7	21,0	29,3	25,6	20,9	29,2
Ternate	0.831N, 127.381E	Babullah	32,1	25,5	31,7	25,5	31,3	25,6	26,9	30,4	26,7	30,1	26,5	29,9	25,9	21,2	29,0	25,6	20,9	28,9	25,4	20,7	28,7

Sumber: *ASHRAE Handbook – Fundamentals 2017 – Chapter 14 Climatic Design Information*

4.1.3 Perhitungan perkiraan beban pendinginan

4.1.3.1 Metode perhitungan beban pendinginan

Perkiraan beban pendinginan harus dilakukan dengan teliti pada setiap komponen beban. Penggunaan perangkat lunak dapat digunakan selama perangkat lunak telah tervalidasi oleh standar yang sudah ada (misalnya BESTEST, ANSI/ASHRAE Standard 140).

Perhitungan beban pendinginan harus menggunakan prinsip dan metode baku yang telah diakui oleh dunia keprofesian tata udara. Penggunaan aplikasi atau perangkat lunak komputer sangat dianjurkan untuk perhitungan beban pendinginan gedung yang besar dan/atau kompleks. Aplikasi atau perangkat lunak komputer yang digunakan harus sudah teruji dengan baik oleh dunia keprofesian tata udara, atau setidaknya telah digunakan secara komersial.

Metode perhitungan beban pendinginan yang sudah baku antara lain:

a. *Radiant Time Series* (RTS);
b. *Heat Balance*;
c. Perbedaan Temperatur Beban Pendinginan (*Cooling Load Temperature Difference Method*, CLTD);
d. Fungsi Transfer (*Transfer Function Method*, TFM); dan
e. Perbedaan Temperatur Ekuivalen Total (*Total Equivalent Temperature Difference Method*, TETD). (Catatan: metode perhitungan TETD ini sudah ada cukup lama dan sangat sederhana serta mudah digunakan, tetapi tidak dapat menghitung biaya operasi tiap saat/jam).

Analisis psikrometrik pada tahap perencanaan sebaiknya juga dilakukan untuk menentukan spesifikasi teknis koil pendingin dan *fan Air Handling Unit* (AHU) yang tepat. Dalam melakukan analisis perlu diperhatikan agar perkiraan *bypass factor* koil pendingin didasarkan pada nilai yang umum digunakan untuk penggunaan ruangan atau zona yang bersangkutan.

4.1.3.2 Beban bangunan gedung

Komponen beban pendinginan yang memberikan kontribusi besar terhadap beban pendinginan sebaiknya dioptimalkan peluangnya untuk penghematan energi.

4.1.3.2.1 Beban selubung bangunan

a. Transmitans termal bahan bangunan merupakan salah satu variabel penting dalam menentukan besar kecilnya beban pendinginan. Kesalahan dalam menentukan nilai transmitans termal, secara proporsional akan menimbulkan kesalahan dalam kalkulasi beban pendinginan. Untuk itu, identifikasi bahan bangunan penting untuk dilakukan.
b. Identifikasi bahan bangunan serta perkiraan nilai transmitans termal dari bahan bangunan sebaiknya dilakukan secara teliti.
c. Ketentuan rinci mengenai selubung bangunan pada bangunan gedung diatur dalam SNI 6389.

4.1.3.2.2 Beban sistem pencahayaan

a. Pada bangunan gedung, beban pendinginan yang ditimbulkan oleh lampu untuk sistem pencahayaan merupakan komponen beban yang perlu diperhitungkan.
b. Perkiraan beban pendinginan dari komponen sebaiknya dibuat secara rinci berdasarkan perencanaan sistem pencahayaan pada setiap ruang.
c. Ketentuan rinci mengenai sistem pencahayaan bangunan gedung diatur dalam SNI 6197.

4.1.3.3 Beban penghuni

Perhitungan beban penghuni sebaiknya dilakukan secara teliti. Pola aktivitas penghuni bangunan gedung dapat berpengaruh terhadap beban pendinginan maksimum dan memengaruhi besarnya kapasitas mesin pendingin yang diperlukan. Beban penghuni sebaiknya dihitung dengan memperhatikan pola aktivitas atau tingkat hunian (*occupancy*) ruangan.

4.1.3.4 Beban udara segar untuk ventilasi

a. Udara segar yang dimasukkan sebagai ventilasi menimbulkan beban pendinginan sensibel maupun laten yang cukup tinggi. Besar kebutuhan udara segar minimum (V_{bz}) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

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

dengan
V_{bz} = kebutuhan udara segar minimum (cfm atau L/s)
R_p = kebutuhan udara segar per orang (cfm/orang atau L/s·orang)
P_z = populasi penghuni ruangan (orang)
R_a = kebutuhan udara segar per satuan luas ruangan (cfm/ft^2 atau L/s·m^2)
A_z = luas area bersih (neto) yang dapat dihuni (ft^2 atau m^2)

Besar kebutuhan udara segar per orang (R_p) dan kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a) minimum ditunjukkan oleh Tabel 2.

b. Untuk ruangan yang menggunakan sistem ventilasi *displacement*, nilai V_{bz} sebaiknya disesuaikan menjadi nilai kebutuhan udara segar area (V_{oz}) menggunakan persamaan berikut, dengan menggunakan nilai efektivitas distribusi udara area (E_z) = 1,2.

$$V_{oz} = V_{bz} / E_z$$

dengan
V_{oz} = kebutuhan udara segar area (cfm atau L/s)
V_{bz} = kebutuhan udara segar minimum (cfm atau L/s)
E_z = efektivitas distribusi udara area

c. Untuk mencegah infiltrasi, perlu dibuat rancangan dengan tekanan udara dalam ruangan lebih besar (positif) dibanding tekanan udara luar ruangan, kecuali ditentukan lain.

Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi

Ketegori hunian [a]	Kebutuhan udara segar per orang (R_p)		Kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a)		Nilai standar			Kelas udara
					Kepadatan penghuni [b]	Kebutuhan udara segar gabungan [c]		
	cfm/ orang	L/ s·orang	cfm/ ft²	L/ s·m²	#/1000 ft² atau #/100 m²	cfm/ orang	L/ s·orang	
Fasilitas Pemasyarakatan								
Sel	5	2,5	0,12	0,6	25	10	4,9	2
Dayroom	5	2,5	0,06	0,3	30	7	3,5	1
Pos penjaga/sipir	5	2,5	0,06	0,3	15	9	4,5	1
Ruang pendaftaran/ Ruang tunggu	7,5	3,8	0,06	0,3	50	9	4,4	2
Fasilitas Pendidikan								
Daycare (s.d. usia 4 tahun)	10	5	0,18	0,9	25	17	8,6	2
Daycare sickroom	10	5	0,18	0,9	25	17	8,6	3
Ruang kelas (usia 5 s.d. 8 tahun)	10	5	0,12	0,6	25	15	7,4	1
Ruang kelas (usia 9 tahun ke atas)	10	5	0,12	0,6	35	13	6,7	1
Ruang kuliah [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	65	8	4,3	1
Ruang kuliah (dengan kursi permanen) [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	150	8	4,0	1
Ruang kelas seni	7,5	5	0,18	0,9	20	19	9,5	2
Laboratorium sains	10	5	0,18	0,9	25	17	8,6	2
Laboratorium universitas/ perguruan tinggi	10	5	0,18	0,9	25	17	8,6	2
Bengkel kayu/logam	10	5	0,18	0,9	20	19	9,5	2
Laboratorium								

Laboratorium komputer	10	5	0,12	0,6	25	15	7,4	1

Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi (2 dari 7)

Ketegori hunian [a]	Kebutuhan udara segar per orang (R_p)		Kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a)		Nilai standar			Kelas udara
					Kepadatan penghuni [b]	Kebutuhan udara segar gabungan [c]		
	cfm/ orang	L/ s·orang	cfm/ ft²	L/ s·m²	#/1000 ft² atau #/100 m²	cfm/ orang	L/ s·orang	
Media center [d]	10	5	0,12	0,6	25	15	7,4	1
Ruang musik/teater/tari [k]	10	5	0,06	0,3	35	12	5,9	1
Ruang pertemuan multiguna [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	100	8	4,1	1
Layanan Makanan dan Minuman								
Ruang makan restoran	7,5	3,8	0,18	0,9	70	10	5,1	2
Kafetaria/ makanan cepat saji	7,5	3,8	0,18	0,9	100	9	4,7	2
Bar, *cocktail lounge*	7,5	3,8	0,18	0,9	100	9	4,7	2
Dapur (memasak)	7,5	3,8	0,12	0,6	20	14	7,0	2
Umum								
Ruang istirahat [k]	5	2,5	0,06	0,3	25	7	3,5	1
Coffee station [k]	5	2,5	0,06	0,3	20	8	4	1
Ruang konferensi/rapat [k]	5	2,5	0,06	0,3	50	6	3,1	1
Koridor [k]	-	-	0,06	0,3	-			1
Ruang penyimpanan cairan atau gel yang dapat dihuni [e]	5	2,5	0,12	0,6	2	65	32,5	2
Hotel, Motel, *Resort*, Asrama								
Kamar tidur/ ruang keluarga [k]	5	2,5	0,06	0,3	10	11	5,5	1

Area tidur barak [k)]	5	2,5	0,06	0,3	20	8	4,0	1

Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi (3 dari 7)

Ketegori hunian [a)]	Kebutuhan udara segar per orang (R_p)		Kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a)		Nilai standar			Kelas udara
					Kepadatan penghuni [b)]	Kebutuhan udara segar gabungan [c)]		
	cfm/ orang	L/ s·orang	cfm/ ft²	L/ s·m²	#/1000 ft² atau #/100 m²	cfm/ orang	L/ s·orang	
Ruang cuci terpusat	5	2,5	0,12	0,6	10	17	8,5	2
Ruang cuci dalam tempat tinggal	5	2,5	0,12	0,6	10	17	8,5	1
Lobi/ ruang *pre-function* [k)]	7,5	3,8	0,06	0,3	30	10	4,8	1
Ruang pertemuan multifungsi [k)]	5	2,5	0,06	0,3	120	6	2,8	1
Bangunan Gedung Perkantoran								
Ruang istirahat	5	2,5	0,12	0,6	50	7	3,5	1
Lobi utama [k)]	5	2,5	0,06	0,3	10	11	5,5	1
Ruang penyimpanan material kering yang dapat dihuni	5	2,5	0,06	0,3	2	35	17,5	1
Ruang kantor [k)]	5	2,5	0,06	0,3	5	17	8,5	1
Area penerimaan tamu [k)]	5	2,5	0,06	0,3	30	7	3,5	1
Ruang telepon/*data entry* [k)]	5	2,5	0,06	0,3	60	6	3,0	1
Lain-Lain								
Gudang/brankas bank [k)]	5	2,5	0,06	0,3	5	17	8,5	2
Ruangan atau lobi bank [k)]	7,5	3,8	0,06	0,3	15	12	6,0	1
Ruang komputer (tidak untuk mencetak) [k)]	5	2,5	0,06	0,3	4	20	10,0	1
Freezer/ ruang pendingin (< 50 °F, < 10 °C) [h)]	10	5	0	0	0	0	0	2
Manufaktur umum								

(tidak termasuk industri berat dan proses kimia)	10	5,0	0,18	0,9	7	36	18	3

Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi (4 dari 7)

Ketegori hunian [a]	Kebutuhan udara segar per orang (R_p)		Kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a)		Nilai standar			Kelas udara
					Kepadatan penghuni [b]	Kebutuhan udara segar gabungan [c]		
	cfm/ orang	L/ s·orang	cfm/ ft²	L/ s·m²	#/1000 ft² atau #/100 m²	cfm/ orang	L/ s·orang	
Farmasi (area persiapan)	5	2,5	0,18	0,9	10	23	11,5	2
Studio foto	5	2,5	0,12	0,6	10	17	8,5	1
Pengiriman/ penerimaan barang [e]	10	5	0,12	0,6	2	70	35	2
Penyortiran, *packing*, perakitan ringan	7,5	3,8	0,12	0,6	7	25	12,5	2
Ruang telepon	-	-	0,00	0	-			1
Ruang tunggu transportasi [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	100	8	4,1	1
Gudang [e]	10	5	0,06	0,3	-			2
Area Pertemuan Publik								
Area duduk auditorium [k]	5	2,5	0,06	0,3	150	5	2,7	1
Tempat ibadah [k]	5	2,5	0,06	0,3	120	6	2,8	1
Ruang sidang [k]	5	2,5	0,06	0,3	70	6	2,9	1
Ruang legislatif [k]	5	2,5	0,06	0,3	50	6	3,1	1
Perpustakaan	5	2,5	0,12	0,6	10	17	8,5	1
Lobi [k]	5	2,5	0,06	0,3	150	5	2,7	1
Museum (anak-anak)	7,5	3,8	0,12	0,6	40	11	5,3	1
Museum/galeri [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	40	9	4,6	1
Residensial								

Unit tempat tinggal [i, j, k]	5	2,5	0,06	0,3	i)			1

Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi (5 dari 7)

Ketegori hunian [a]	Kebutuhan udara segar per orang (R_p)		Kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a)		Nilai standar			Kelas udara
					Kepadatan penghuni [b]	Kebutuhan udara segar gabungan [c]		
	cfm/ orang	L/ s·orang	cfm/ ft²	L/ s·m²	#/1000 ft² atau #/100 m²	cfm/ orang	L/ s·orang	
Koridor [k]	-	-	0,06	0,3				1
Ritel								
Toko (kecuali seperti di bawah ini)	7,5	3,8	0,12	0,6	15	16	7,8	2
Area umum mal [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	40	9	4,6	1
Pangkas rambut [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	25	10	5,0	2
Salon kecantikan dan kuku	20	10	0,12	0,6	25	25	12,4	2
Pet shop (area hewan)	7,5	3,8	0,18	0,9	10	26	12,8	2
Supermarket [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	8	15	7,6	1
Laundry koin	7,5	3,8	0,12	0,6	20	14	7,0	2
Olahraga dan Hiburan								
Gym, arena olahraga (area permainan) [h]	20	10	0,18	0,9	7	45	23	2
Area penonton [k]	7,5	3,8	0,06	0,3	150	8	4,0	1
Renang (kolam & dek) [f]	-	-	0,48	2,4	-			2
Diskotek/ lantai dansa [k]	20	10	0,06	0,3	100	21	10,3	2
Klub kesehatan/ ruang aerobik	20	10	0,06	0,3	40	22	10,8	2
Klub kesehatan/ ruang beban	20	10	0,06	0,3	10	26	13,0	2

Tabel 2 – Kebutuhan udara segar minimum untuk ventilasi (6 dari 7)

Ketegori hunian [a]	Kebutuhan udara segar per orang (R_p)		Kebutuhan udara segar per satuan luas (R_a)		Nilai standar			Kelas udara
					Kepadatan penghuni [b]	Kebutuhan udara segar gabungan [c]		
	cfm/ orang	L/ s·orang	cfm/ ft²	L/ s·m²	#/1000 ft² atau #/100 m²	cfm/ orang	L/ s·orang	
Arena boling (dengan tempat duduk)	10	5	0,12	0,6	40	13	6,5	1
Kasino perjudian	7,5	3,8	0,18	0,9	120	9	4,6	1
Game arcade	7,5	3,8	0,18	0,9	20	17	8,3	1
Panggung, studio [e,k]	10	5	0,06	0,3	70	11	5,4	1

CATATAN

1. **Persyaratan terkait**: Besar kebutuhan udara dalam tabel ini didasarkan pada keadaan di mana seluruh persyaratan lain dalam standar ini yang dapat diterapkan telah dipenuhi
2. ***Environmental Tobacco Smoke* (ETS)**: Tabel ini berlaku untuk area bebas ETS. Lihat *Section 5.17 ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2016* untuk persyaratan untuk bangunan gedung yang memiliki area ETS dan area bebas ETS.
3. **Massa jenis udara**: Besar kebutuhan udara pada tabel ini didasarkan pada massa jenis udara kering sebesar 0,075 lb_{da}/ft^3 (1,2 kg_{da}/m^3) pada tekanan barometrik 1 atm (101,3 kPa) dan pada temperatur udara 70 °F (21 °C). Besar kebutuhan udara diperbolehkan untuk disesuaikan sesuai dengan massa jenis udara aktual.

a) **Kepadatan penghuni standar**: Nilai kepadatan penghuni standar harus digunakan apabila nilai kepadatan penghuni aktual tidak diketahui.

b) **Kebutuhan udara segar gabungan (per orang)**: Nilai kebutuhan udara segar gabungan didasarkan pada nilai kepadatan penghuni standar.

c) **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.

d) Untuk perpustakaan pada sekolah mengah atas dan perguruan tinggi, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang ditunjukkan oleh kategori "Area Pertemuan Publik – Perpustakaan".

e) Kebutuhan udara mungkin tidak mencukupi apabila material yang disimpan berpotensi untuk memiliki emisi yang berbahaya.

f) 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