

Kajian Kondisi Perancangan Udara Luar Jakarta untuk Perancangan Sistem Tata Udara

M. IDRUS ALHAMID¹, BUDIHARJO¹ dan RULI NUTRANTA²

¹*Laboratorium Refrigerasi dan Tata Udara, Departemen Teknik
Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia*

²*Mahasiswa Doktoral Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik,
Universitas Indonesia Kampus UI Depok 16424 Indonesia.*

Ph. +62 21 7270032, fax +6221727003

e-mail : mamak@eng.ui.ac.id

Abstrak

Sistem Tata Udara dalam bangunan merupakan salah satu pemakai energi listrik yang sangat besar dan mencapai 50% hingga 70%. Dalam perhitungan beban pendinginan sangat dipengaruhi oleh kondisi perancangan udara luar, antara lain temperatur Udara (dry bulb dan wet bulb), radiasi matahari (direct dan diffuse), kondisi angin (kecepatan dan arah angin) dan curah hujan. Paper ini mengkaji dan membandingkan beberapa data yang ada di Jakarta dari beberapa sumber. Sebagai pembanding digunakan SNI (SNI 03-6390 tahun 2000 dan 2011), Departemen PU (Tata Cara Perencanaan Teknis Konservasi Energi pada Bangunan Gedung), ASHRAE (Fundamental Handbook 2009), data pengukuran (BMKG dan UI) serta kajian yang lain. Data yang ada diplot dan dibandingkan dalam Psychrometric Chart kemudian diambil kesimpulan dari padanya.

Keywords : Sistem Tata Udara, Beban pendinginan, perancangan udara luar

1. Pendahuluan

Kondisi udara luar merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan kenyamanan dari sebuah bangunan. Pada kondisi ini, kenaikan temperatur luar sangat berpengaruh terhadap energi yang akan digunakan di dalam ruangan. Iklim di Indonesia memiliki kelembaban relatif yang sangat tinggi dan dapat mencapai 90% dengan temperatur antara 23°C dan dapat meningkat hingga temperatur mencapai 38°C pada musim panas (Lippsmeier, 1980).

Untuk kondisi udara luar di Jakarta, Departemen PU mengambil temperatur bola kering 33°C dengan kelembaban nisbi mencapai 95%. Dan udara termal dalam ruangan $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban nisbi $60 \pm 10\%$ (DPU, 1993). Demikian juga dengan SNI 03-6390 hampir sama dengan DPU hanya temperatur bola keringnya $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk kota-kota besar di Indonesia, para perancang menggunakan data yang berbeda-beda (Rana, 2006). Sebagian menggunakan 35°C temperatur bola kering dan 29.4°C temperatur bola basah. Sedangkan menurut ASHRAE, temperatur bola kering di Jakarta 33.8°C dan bola basah 27.8°C

(ASHRAE, 2009). Sementara itu, Idrus (2006) menyarankan menggunakan udara luar 33°C dan udara basahnya 26°C pada pembuangan kalor di Cooling Tower.

Untuk pengurangan kondisi luar dengan temperatur turun 1°C terjadi penghematan energi sebesar 6 % (Malin, 2005). Sedangkan Karyono (2001) menyatakan bahwa temperatur yang didasarkan pada ASHRAE sebesar 24°C hanya cocok untuk dipakai oleh orang Amerika, karena dalam penelitiannya di Jakarta, temperatur nyaman bagi pekerja di Indonesia adalah 26.5°C. Hal ini sangat berguna untuk pemanfaatan energi di Jakarta.

Dalam merancang bangunan, satu tahun kita membutuhkan data sebanyak 8760 buah. Rudoy (1979) menyarankan beban pendinginan untuk temperature bola kering adalah 32.2 °C, 31,7°C dan 31.1°C dan temperatur bola basah 26.7°C, 26.1°C dan 25.5°C untuk daerah Jakarta. Sedangkan ASHRAE (2009) menampilkan data bola kering untuk Jakarta adalah 33.8°C, 33,1°C dan 32.8°C sedangkan untuk bola basah hanya 27.8°C dan 27.5°C. SNI (1993) menyarankan kondisi perancangan

luar untuk Jakarta sebesar 33°C dengan RH 74% setara dengan temperature bola basah 28.9°C .

2. Metoda penelitian

Didalam pengolahan data beberapa langkah yang menjadi metoda penelitian adalah :

1. Penentuan rasio kelembaban dihitung dari temperatur bola kering dan bola basah dari data BMG 2008
2. Mengelompokan pada bin pada bagan psychrometrics dengan sumbu x setiap 2 derajat dan sumbu y (ratio kelembaban) setiap 2 gram per kilogram udara kering
3. Menghitung jumlah dalam bin pada bagan tersebut

3. Teori Dasar

Dalam penulisan ini, diagram psychrometrics merupakan dasar dari perhitungan rasio kelembaban. Dalam manual book ASRHRAE (2009), bila kita asumsikan tekanan udara adalah 101.325 kPa maka untuk menghitung rasio kelembaban adalah :

$$W = \frac{(2501 - 2.381t_{wet})W_{sat,wet} - 1.006(t - t_{wet})}{2501 + 1.805t - 4.186t_{wet}}$$

Dimana :

t = temperatur udara (bola kering), $^{\circ}\text{C}$

t_{wet} = temperatur bola basah, $^{\circ}\text{C}$

W = rasio kelembaban (humidity ratio), $\text{g}_{\text{uap air}}/\text{kg}$

udara kering

$W_{sat,wet}$ = rasio kelembaban kondisi saturasi dan temperatur bola basah, $\text{g}_{\text{uap air}}/\text{kg}$ udara kering

Sedangkan $W_{sat,wet}$ dapat dihitung dari :

$$W = 0.62198 \frac{P_{sat,wet}}{P - P_{sat,wet}}$$

Dimana :

p = tekanan udara, Pa

$P_{sat,wet}$ = tekanan uap air kondisi saturasi dan pada temperatur bola basah, Pa

dengan menghitung tekanan uap air pada kondisi saturasi antara 273.15°K dan 322.15°K digunakan rumus:

$$P_{sat} = 1000 \exp(\alpha)$$

$$\alpha = AT^2 + BT + C + DT^{-1}$$

Dimana :

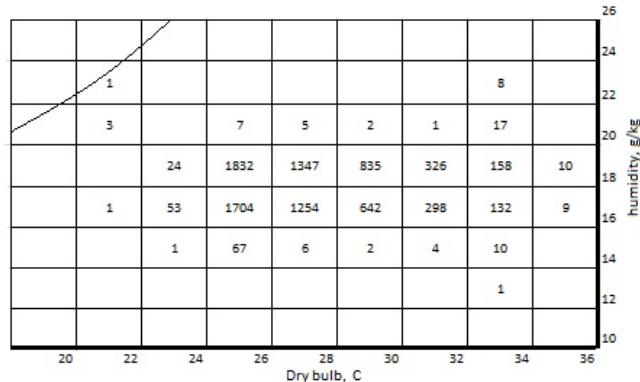
P_{sat} = tekanan uap air pada kondisi saturasi, Pa

$$\begin{aligned} T &= \text{temperatur absolute, } ^{\circ}\text{K} \\ A &= 0.1255001965 \times 10^{-4} \\ B &= -0.1923595289 \times 10^{-1} \\ C &= 0.27051001899 \times 10^2 \\ D &= -0.6344011577 \times 10^4 \end{aligned}$$

untuk menentukan sebaran frekuensi pada bagan psychrometric, maka rasio kelembaban akan ditentukan. Untuk menentukan psychrometric menjadi bin, maka diagram psychrometric dibagi menurut sumbu x (temperature, $^{\circ}\text{C}$) dengan interval 2°C dan sumbu y (ratio kelembaban) dengan interval 2 g/kg .

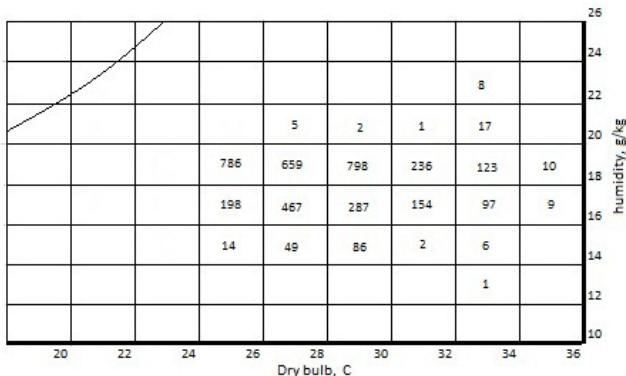
4. Pembahasan

Bila kita melihat gambar 1 dibawah ini, untuk temperatur diatas 34°C ada 19 kali (0.2% dari data keseluruhan), sedangkan untuk temperatur diatas 32°C ada 326 kali (3.7% dari data keseluruhan). Artinya kita tidak bisa menentukan temperatur diatas 33°C karena digambar tersebut data mengenai temperatur itu tidak secara spesifik ditentukan. Akan tetapi bila ASHRAE menentukan 33.8°C sebagai temperatur tertinggi dari temperatur bola kering, maka angka tersebut menjadi masuk akal dengan temperatur bola basah 27.8°C . Untuk data pada gambar 1, frekuensi tertinggi dengan angka 1832 kali terjadi pada temperatur 24°C dengan kelembaban 18-20g/kg. Bila kita bandingkan dengan gambar 2, untuk frekuensi di temperatur 24°C terjadi 659 kali. Hal ini disebabkan karena kejadian yang ada terjadi di malam hari atau lebih banyak terjadi di saat mendung atau hujan



Gambar 1. Psychrometrics untuk keseluruhan tempertur 2008

Dalam gambar 2 dibawah, frekuensi tertinggi ada pada temperatur 28°C - 30°C , sedangkan pada temperatur antara 32°C - 34°C terdapat 123 kali. Temperatur tertinggi terjadi diatas temperatur 34°C sebanyak 19 kali dan hal ini terjadi di siang hari. Maka rekomendasi temperatur diatas 33°C untuk temperature bola kering menjadi hal yang masuk akal.



Gambar 2. Psychrometrik untuk siang hari dari pk 0-11 GMT (7-18 WIB)

Frekuensi temperatur pada siang hari terjadi paling banyak pada suhu 28°C - 30°C , 24°C - 26°C dan 26°C - 28°C berturut-turut 798 kali, 786 kali dan 659 kali dengan rasio kelembaban yang sama yaitu 18g/kg – 20 g/kg . Sedangkan ratio kelembaban tertinggi terjadi pada suhu 32°C - 34°C dengan 22g/kg - 24g/kg .

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dapat diambil dari grafik ini adalah :

- Temperatur yang direkomendasikan tetap diatas temperatur bola kering 33°C
- Untuk temperatur bola basah diambil antara 26°C - 27°C
- Karena bagan psychrometric ini dibuat pertambahan setiap 2°C dan ratio kelembaban juga 2g./kg maka penarikan kesimpulan lebih umum bila dibanding dengan pertambahan temperatur 1°C dan rasio kelembaban 1g/kg

- Jika kita bandingkan data yang dipilih, maka data dari SNI/DPU, ASHRAE dan Idrus merupakan data yang paling valid untuk digunakan. Sedangkan data yang diambil Rana merupakan data rata-rata tertinggi dengan temperatur bola kering 35°C

Ucapan terimakasih

Terima kasih kepada BMG Jakarta yang telah membantu penulis untuk menyediakan data temperatur

6. Daftar Pustaka

- [1] Lippemeier, Georg. (1980) Tropenbau Building in the Tropics (terjemahan Bangunan Tropis oleh Syahmir Nasution). Erlangga Jakarta.
- [2] Rana, YN, Studi Kasus Kondisi Udara Luar, Himpunan Ahli Tata Udara dan Refrigerasi HATUR, 2006
- [3] ASHRAE, Handbook Fundamental, SI Edition, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning USA, 2009
- [4] Idrus,MA, Analisa Frekuensi Temperatur dan kelembaban Jakarta tahun 1994-1996 dengan menggunakan Metoda Modified Bin pada Psichrometric, SNTTM, 2006
- [5] Malin, R dan Idrus, MA, Pengaruh Pemilihan Temperatur dan Kelembaban Perancangan pada Perhitungan Beban Pendinginan dalam Penghematan Energi, Seminar Nasional Efisiensi dan Konservasi Energi (FISERGI), 2005
- [6] Karyono, TH, Penelitian Kenyamanan Termis di Jakarta sebagai Acuan Temperatur Nyaman Manusia Indonesia, Dimensi T A Volume 29 No.1,2001
- [7] Rudoy, Willian et al, Cooling and Heating Calculation Manual, ASHRAE GRP 158, USA, 1979

