

**PEMBENTUKAN ENERGI YANG POTENSIAL YANG BERPUSAT PADA  
SISTEM HVAC ATAS TATA KELOLA UDARA STRUKTUR RUANG BANGUNAN  
PERKOTAAN DI KOTA PALEMBANG YANG DIPENGARUHI IKLIM CUACA**

**Martin Luther King<sup>1\*)</sup>, M. Ali<sup>2</sup>, Sukarmansyah<sup>3</sup>, M. Iskandar Badil<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridinanti Palembang.  
Jln. Kapten Marzuki No. 2446 Kamboja Palembang, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: fatilun@gmail.com

**INFORMASI ARTIKEL**

Submitted:  
01/07/2018

Accepted:  
13/07/2018

Print-Published:  
16/07/2018

**ABSTRAK**

*Peraturan ketat mengenai suatu bentuk sistem ventilasi membuat masalah kelembaban yang lebih menjadi serius untuk diperhatikan. Dalam masyarakat modern, sebagian besar orang menghabiskan sebagian besar waktu mereka didalam lingkungan yang memiliki ruang suatu bangunan. Hal tersebut sendiri diwujudkan dengan lebih banyak perhatiannya/ riset yang dilakukan serta menghabiskan biaya, guna menginginkan atas suatu bentuk kualita udara dalam ruangan dan aspek kenyamanan terhadap panas yang timbul didalam suatu ruangan. Udara segar yang berpusat pada sistem HVAC diperlukan untuk hampir semua bangunan. Dalam penelitian ini, analisis kuantitatif yang disediakan untuk biaya energi dan sesuatu kemungkin guna mendapatkan suatu bentuk tata udara yang baik pada ventilasi udara. Lebih khusus lagi, iklim panas dan kelembaban seperti kota Palembang yang dipilih sebagai sampel data yang akan dihitung/ dikelola. Di bawah iklim seperti itu, pemulihan kelembaban lebih penting daripada pemulihan yang masuk akal.*

**Katakunci:** Kelembaban, Udara Segar, Kalor ruangan, HVAC, Palembang

**ABSTRACT**

*Stringent ventilation regulations make the humidity problem more serious. In modern society, people spend most of their time in built environments. More attention has been paid to indoor air quality and indoor thermal comfort. Fresh air centered HVAC systems are necessary for almost all buildings. In this chapter, a quantitative analysis is provided for the energy expenses and possible savings in fresh air ventilation. More specifically, hot and humid climates like Palembang are selected as the calculating sample. Under such climates, moisture recovery is more important than sensible recovery.*

**Keywords:** Humidity, Fresh Air, indoor thermal, HVAC, Palembang Society

**1. PENDAHULUAN**

Pendingin udara di lingkungan yang panas dan lembab merupakan persyaratan penting untuk mendukung aktivitas manusia sehari-hari. Masalah kelembaban dapat ditemukan di banyak aplikasi termasuk gedung perkantoran, supermarket, galeri seni, museum, perpustakaan, fasilitas manufaktur elektronik, kamar bersih farmasi, kolam renang

dalam ruangan dan fasilitas komersial lainnya. Untuk alasan kenyamanan termal, kondisi udara dalam ruangan sekitar 27 °C suhu dan rasio kelembaban 10g /kg adalah titik setel yang dapat diterima. Namun, Sumatera Selatan dan provinsi lainnya di Indonesia yang memiliki musim panas yang panjang dengan suhu rata-rata harian 30°C, dan rasio kelembaban di atas 20g /kg. Kelembaban relatif luar ruangan sering melebihi 80% secara terus menerus

selama selusin hari, yang mengarah ke pertumbuhan jamur pada permukaan dinding dan furnitur, yang memengaruhi kehidupan orang dengan serius. Di Indonesia, ada periode yang disebut Variabilitas Iklim dimana ada perubahan iklim yang terjadi pada periode waktu yang lebih lama yaitu pada dekade atau lebih lama lagi. Variabilitas Iklim terlihat pada perubahan yang terjadi didalam kerangka waktu yang pendek seperti sebulan, satu musim atau satu tahun, pada bulan-bulan tertentu yang seharusnya sudah masuk musim hujan atau panas (kemarau) tetapi iklim/ cuaca tidak dapat di prediksi. Sebagai contoh orang-orang tidak dapat melihat matahari untuk waktu yang lama dan barang-barang seperti produk pertanian, industri dan sebagainya menjadi mudah berjamur. Akibatnya, dehumidification udara mekanik memainkan peran utama dalam industri AC di bidang ini. Dan hal ini sangat erat kaitannya dengan, berapa banyak energi yang dapat dihemat. Kesan pertama mungkin bahwa hal ini dianggap sepele. Namun, pertanyaannya tidak ada artinya kecuali kita mengambil analisis kuantitatif dari penggunaan energi dalam pengkondisian udara. Biasanya kadar uap air dari udara atmosfer kecil, beberapa puluh gram per kilo udara. Namun demikian, karena panas penguapan yang sangat tinggi, kandungan panas laten dalam pendingin udara adalah dari urutan yang sama dari panas sensibel.

**2. METODELOGI PENELITIAN**

Dalam melakukan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan diantaranya adalah :

- a. Persiapan dan penempatan alat penelitian Thermometer, terhadap beberapa titik yang menjadi konsentrasi pengambilan data di kota Palembang
- b. Melakukan kompilasi antara data hasil observasi lapangan dengan bantuan aplikasi perangkat lunak HYBMG.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Energy Calculations

Sensible load untuk udara segar dapat dihitung dengan :

$$Q_s = C_{pa} \cdot (T_o - T_i) \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

$C_p$  specific heat Udara (1.005 kJkg<sup>-1</sup>K<sup>-1</sup>),  
 $T_o$  adalah temperatur luar (°C) dan  
 $T_i$  adalah temperatur set poin indoor (°C)

Latent load Udara segar dapat dihitung dengan :

$$Q_L = L_w \cdot (\omega_o - \omega_i) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana :

$L_w$  panas laten penguapan air (2501 kJkg<sup>-1</sup>),  
 $\omega_o$  rasio kelembabandi luar (kg / kg), dan  
 $\omega_i$  indoor set point humidity ratio (kg / kg).

Sumatera Selatan adalah wilayah iklim subtropis yang khas, di mana suhu temperatur panas yang relatif seiring musim yang terjadi, tetapi hal serupa juga berlaku untuk panas ekstrem/ tinggi berkisar 37 °C. Namun hal tersebut berlangsung hampir disepanjang tahun. Seperti dapat dilihat pada Tabel 1 daftarjam rata-rata dry bulb temperature di luar ruangan dan rasio kelembaban di setiap bulan untuk kotaPalembang. Seperti yang terlihat, kelembaban relatif rata-rata di atas 55% sepanjang tahun. Itumenghitung beban panas sensibel dan beban Panas laten untuk udara segar juga tercantumdalam tabel. Sebuah perbandinganantara beban Panas sensibel dan beban panas laten diberikan pada Gambar 2.1. Titik-titik set poin untuk udara dalam ruangan adalah: Musim Hujan, 18 °C DB, 0,50 RH, 6,4 g / kg HR; Musim panas, 27 °CDB, 0,50 RH, 10 g / kg HR. Seperti yang terlihat, beban panas sensibel untuk udara segar di musim hujan (Januari, Februari, November dan Desember) negatif, artinya pemanasan dalam empat bulan ini diperlukan. Beban Panas sensibel dari Maret hingga oktober adalah positif, artinya pendinginan diperlukan di musim panas yang panjang iniperiode. Hanya untuk ventilasi udara saja. Sepanjang tahun, beban panas laten untuk udara segar adalah positif. Ini menunjukkan udara itudehumidification diperlukan 12 bulan per tahun di wilayah ini. Bahkan di musim dingin dan sementaramusim seperti April, ketika dingin di luar, tetapi udara luarnya sangat lembab dengan kerabatkelembaban di atas 70%, lihat Tabel 1

Oleh karena itu dehumidification udara adalah suatu keharusan di sini. Kapandi bulan-bulan panas dan lembab dari Juni hingga September, beban panas laten sekitar 25 kJ / kg, hampir 5,5 kali lebih tinggi dari beban panas sensibel. Oleh karena itu di daerah-daerah dehumidification udara inilebih penting daripada pendingin udara. Beban lembab menyumbang 80% dari total beban pendinginandan dehumidification. Pemulihan panas yang masuk akal tidak ada artinya jika panas laten tidak pulih. Setiap penghuni membutuhkan 35m<sup>3</sup>/h udara segar di ruang

berAC. Dengan mempertimbangkan kantor seluas 20m<sup>2</sup>, beban pendinginan yang sensibel (dari berbagai sumber seperti panas yang diperoleh dari lingkungan, sinar matahari, komputer, pembuangan panas tubuh manusia, dll) untuk gedung kantor adalah 100 W /m<sup>2</sup>. Total beban panas sensibel adalah 2,0 kW. Jika ada 5 orang di kantor, pada bulan maret, beban Panas sensibel untuk udara segar adalah 0,23 kW dan panas laten untuk udara segar adalah 1,53 kW. Akibatnya, dari total beban AC 2,0 + 0,23 + 1,53 = 3,76 kW, beban panas sensibel untuk udara segar hanya menyumbang 6%, sedangkan beban panas laten untuk akun udara segar sebesar 41%. Itu sangat mengesankan. Penukar panas yang sensibel seperti pipa panas, penukar panas run-around dan penukar panas regeneratifmemiliki sedikit penggunaan sekarang.

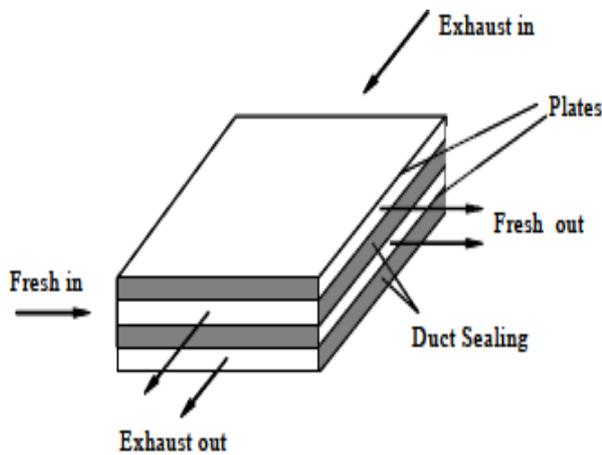
Tabel 1. Beban rata-rata panas sensible dan panas latent untuk ventilasi udara segar Per jam

Bulan	DB °C	HR g/kg	RH	Q <sub>s</sub> kj/kg	Q <sub>L</sub> kj/kg
Jul-17	14,6	8,3	0,814	0,521	13,337
Agu-17	15,1	7,9	0,754	0,571	14,098
Sep-17	20,3	11,6	0,773	0,331	10,998
Okt-17	25,6	13,7	0,813	0,476	10,351
Nov-17	28,1	17,1	0,811	0,344	7,982
Des-17	29,3	19,9	0,901	0,445	6,771
Jan-18	28,1	21,4	0,876	0,572	5,558
Feb-18	25,1	18,5	0,743	0,511	8,971
Mar-18	25,8	18,6	0,912	0,534	17,998
Apr-18	21,1	20,3	0,865	0,498	16,987
Mei-18	24,1	20,4	0,812	0,403	15,881
Jun-18	23,7	22,5	0,811	0,432	15,701

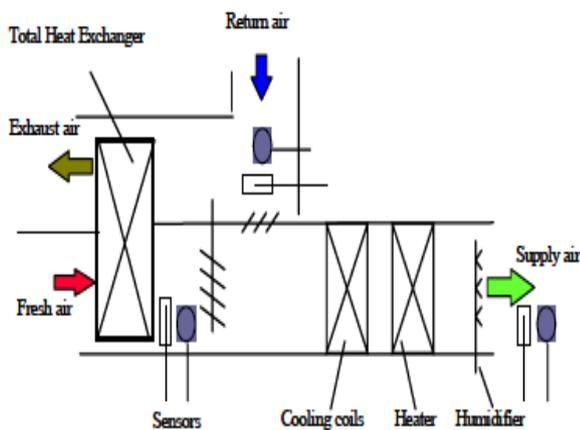
**Catatan :** DB, suhu bola kering; HR, rasio kelembaban; RH, kelembaban relatif; Q<sub>s</sub>, Panas Sensibel, minus untuk pemanasan, positif untuk pendinginan, Q<sub>L</sub>, Panas laten, minus untuk humidifikasi, positif untuk dehumidification. Set point untuk udara dalam ruangan: musim Hujan, 18 ° C DB, 0,50 RH, 6,4 g / kg HR; Musim panas, 25 ° C DB, 0,50 RH, 10 g / kg HR.



Singkatnya secara umum, beban kelembaban udara segar menyumbang lebih dari 40% dari total beban untuk AC di daerah panas dan lembab. Mempertimbangkan energi yang dikonsumsi oleh industri AC telah menyumbang 1/3 dari total penggunaan energi oleh seluruh masyarakat, konservasi energi dari ventilasi udara segar sangat signifikan dan efektif. Namun bagaimana cara menyimpan bagian energi ini adalah tugas yang menarik dan sulit. Ide umum untuk menghemat muatan panas sensibel dan panas laten dari udara ventilasi adalah dengan menggunakan penukar panas total. Alat ini juga disebut sebagai penukar entalpi, atau ventilator pemulihan energi. Gambar 2.2. menunjukkan skematis dari penukar panas total stasioner. Seperti yang terlihat perangkat ini seperti penukar panas udara-ke-udara paralel. Namun, di tempat foil logam umum, beberapa bahan baru dengan kemampuan uap permeabel digunakan sebagai pelat. Oleh karena itu baik panas sensibel dan panas laten (kelembaban) dapat ditukar antara dua aliran udara. Karena pertukaran panas dan kelembaban yang sensibel, panas dan kelembaban akan normal dari aliran pembuangan di musim hujan (terutama di iklim sub tropis seperti kota Palembang) udara segar di musim panas. Penukar panas total dapat digunakan sebagai ventilator independen yang berdiri sendiri untuk sebuah ruangan. Dalam kasus seperti itu, sering digunakan dalam kombinasi dengan sistem pendingin VRV (variabel refrigerant volume), di mana kumparan pendingin digunakan untuk menangani beban yang masuk akal. Untuk sistem AC sentral all-air lainnya, yang dapat dikombinasikan ke unit penanganan udara yang ada (AHU), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3, untuk menghemat beban udara segar.



Gambar 2.2. Skematik dari cross-flow parallel-plates total heat exchanger



Gambar 2.3 Air Handling Unit (AHU) Dengan Total Penukar Panas

#### 4. KESIMPULAN

Perhitungan sampel menunjukkan bahwa dalam dehumidification udara panas dan lembab yang diperlukan 12 bulan dalam setahun. Dimana saat bulan-bulan panas dan lembab (hujan) dari Juni hingga September, beban panas laten sekitar 25 kJ /kg. Hampir 5,5 kali lebih tinggi dari beban Panas Sensibel. Karenanya dalam dehumidification udara ini lebih penting daripada pendinginan udara. Akun beban lembab untuk 80% dari total beban pendinginan dan dehumidification. Pemulihan panas sensibel adalah tidak berarti jika panas laten tidak pulih. Konservasi energi dari ventilasi udara sangat signifikan dan efektif.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penulisan jurnal ini penulis sangat berterima kasih sekali atas segala masukan dan motivasi dari rekan-rekan dosen Fakultas Teknik Mesin Universitas Tridnanti Palembang, yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu pada kesempatan ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Dhital, P.; Besant, R. W.; Schoenau, G. J. Integrating run-around heat exchanger systems into the design of large office buildings. *ASHRAE Trans.*, 1995, 101, 979-991
- Johnson, A.B.; Besant, R.W.; Schoenau, G. J. Design of multi-coil run-around heat exchanger systems for ventilation air heating and cooling. *ASHRAE Trans.*, 1995, 101, 967-978.
- Manz, H.; Huber, H.; Schalin, A.; Weber, A.; Ferrazzini, M.; Studer, M. Performance of single room ventilation units with recuperative or regenerative heat recovery. *Energy and Buildings*, 2000, 31, 37-47
- Kistler, K.R.; Cussler, E.L. Membrane modules for building ventilation. *Chemical Engineering Research & Design*, 2002, 80, 53-64.