

PERANCANGAN SISTEM TATA UDARA DENGAN *SOFTWARE BRY-AIR* PADA RUANG KAMAR TIDUR DI BOGOR, INDONESIA

Arka Dwinanda Soewono¹, Gavin Alferio², Marten Darmawan³

¹Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

E-mail: arka.soewono@atmajava.ac.id

ABSTRAK

Sistem tata udara yang efektif dan efisien dapat memberikan kenyamanan dan kesehatan yang optimal bagi penghuni ruangan. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang sistem tata udara terintegrasi yang dapat meningkatkan kenyamanan dan kesehatan dengan mempertimbangkan suhu, kelembaban, sirkulasi udara (*air flow*) dan kebersihan udara dengan menggunakan *Software Bry-Air*. Perancangan dilakukan untuk ruang kamar yang berukuran 3 m x 3 m x 3 m sesuai dengan standar ASHRAE di mana suhu ruangan ideal berada pada rentang $23 \pm 2^\circ\text{C}$, kelembaban relatif (*Relative Humidity*) $55 \pm 5\%$, dan *air flow* ideal sebesar 108 *Cubic Meters per Hour* (CMH). Standar ISO kelas 8 dengan jumlah partikel maksimum 100.000 Particles/ft³ untuk ukuran partikel 0,5 μm juga digunakan sebagai acuan pada saat perancangan untuk memastikan kebersihan udara bagi penghuni. Hasil simulasi dari *Software Bry-Air* berdasarkan standar kenyamanan dan kebersihan menemukan bahwa ruang Kamar tersebut perlu dilengkapi dengan 1 unit *Air Conditioner* (AC) dengan kapasitas masing-masing $\frac{1}{2}$ PK, 1 unit *Dehumidifier* dengan kapasitas 51 CMH dan *Air Cleaner* dengan *Pre-Filter* dan *Medium Filter*. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem tata udara terintegrasi untuk kenyamanan dan kesehatan penghuni ruangan di Indonesia.

Kata kunci : *Air Flow*; Kebersihan Udara; Kelembaban; Sistem Tata Udara; Suhu.

ABSTRACT

An effective and efficient air system can provide optimal comfort and health for room occupants. This research uses Bry-Air Software to design an integrated air conditioning system that can improve comfort and health by considering temperature, humidity, air circulation, and air cleanliness. The design was carried out for a bedroom measuring 3 m x 3 m x 3 m using ASHRAE standards where the ideal room temperature is in the range of $23 \pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity $55 \pm 5\%$, and ideal airflow of 108 Cubic Meters per Hour (CMH). ISO class 8 requirements with a maximum particle number of 100,000 particles/ft³ for a particle size of 0.5 μm are also used as a criteria during the design process to ensure clean air for room occupants. Simulation results from Bry-Air Software in accordance with ASHRAE and ISO standards found that the room needs to be equipped with a single Air Conditioner (AC) units with a capacity of $\frac{1}{2}$ PK each, 1 Dehumidifier unit with a capacity of 51 CMH and an Air Cleaner with Pre-Filter and Medium Filter. The results of this research hopefully can contribute to developing integrated air conditioning systems for the comfort and health of building occupants in Indonesia.

Keywords : *Air Cleanliness; Air Conditioning System; Air Flow; Humidity; Temperature.*

1. PENDAHULUAN

Pengkondisian udara merupakan salah satu sistem yang digunakan untuk mengatur keadaan suatu udara dari berbagai parameter yaitu suhu, kelembaban dan kualitas udara dalam suatu ruangan yang memenuhi syarat kenyamanan [1]. Sistem tata udara memiliki peran penting dalam memberikan kenyamanan dan kesehatan bagi penghuni ruangan. Sistem tata udara yang efektif dan efisien dapat memberikan lingkungan yang

sehat dan nyaman bagi penghuni ruangan. Namun, perancangan dan pengelolaan sistem tata udara seringkali menghadapi banyak tantangan, seperti perubahan suhu dan kelembaban yang berubah-ubah serta masalah kebersihan udara [2]. *Air Conditioner* atau lebih dikenal dengan AC merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk mengkondisikan suhu udara dalam suatu ruangan atau dengan kata lain untuk menyejukkan suhu udara dalam suatu

ruangan yang disesuaikan dengan kondisi tubuh penghuni ruangan tersebut. AC selain dapat menyejukkan suhu udara juga dapat menjaga kebersihan udara dalam suatu ruangan, sehingga udara yang dihirup oleh penghuni ruangan tersebut dapat terjaga kebersihan, kesehatan dan kenyamanannya [3].

Di Indonesia, terdapat periode yang disebut Variabilitas Iklim dimana ada perubahan iklim yang terjadi pada periode waktu yang lebih lama. Variabilitas Iklim terlihat pada perubahan yang terjadi di dalam 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 tidak dapat diprediksi. 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, proses dehumidifikasi memainkan peran utama dalam sistem tata udara di negara tropis seperti Indonesia [4]. Temperatur rata-rata di Indonesia mencapai 35°C, dengan temperatur yang cukup tinggi, AC dapat mengkondisikan udara dengan baik sesuai dengan kebutuhan seseorang dengan temperatur nyaman 20 - 25°C dan RH 50 - 60% [5].

Dalam beberapa kasus, sistem tata udara yang buruk dapat mengakibatkan penyebaran penyakit, kualitas udara yang buruk dan tingkat kenyamanan yang rendah bagi penghuni ruangan. Perubahan suhu dan kelembaban dalam ruangan dapat mempengaruhi kenyamanan penghuni ruangan. Suhu dan kelembaban yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengganggu aktivitas dan produktivitas penghuni ruangan. Masalah kebersihan udara juga dapat berdampak negatif terhadap kesehatan penghuni ruangan, terutama bagi mereka yang memiliki sensitivitas terhadap udara yang kotor. Oleh karena itu, perancangan dan pengelolaan sistem tata udara yang baik sangat penting untuk memberikan kenyamanan dan kesehatan yang optimal bagi penghuni ruangan.

SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung menjelaskan bahwa daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi sejuk nyaman, antara suhu efektif 20,5°C ~ 22,8°C; nyaman optimal, antara suhu efektif 22,8°C ~ 25,8°C; hangat nyaman, antara suhu efektif 25,8°C ~ 27,1°C. Kelembaban udara relatif yang dianjurkan untuk rumah antara 50% ~ 60%. Kenyamanan termal mencakup yaitu kenyamanan suhu dan kenyamanan kelembaban [6]. Sistem tata udara atau pengkondisian udara adalah sebuah proses pengaturan udara yang meliputi temperatur udara, kelembaban udara, serta kualitas udara dan cara pendistribusiannya ke dalam ruangan, untuk mendapatkan kondisi kenyamanan tertentu. Kriteria nyaman yang umum diterima oleh kebanyakan orang Indonesia adalah temperatur 23 - 25°C dengan kelembaban relatif 50% - 60% [7].

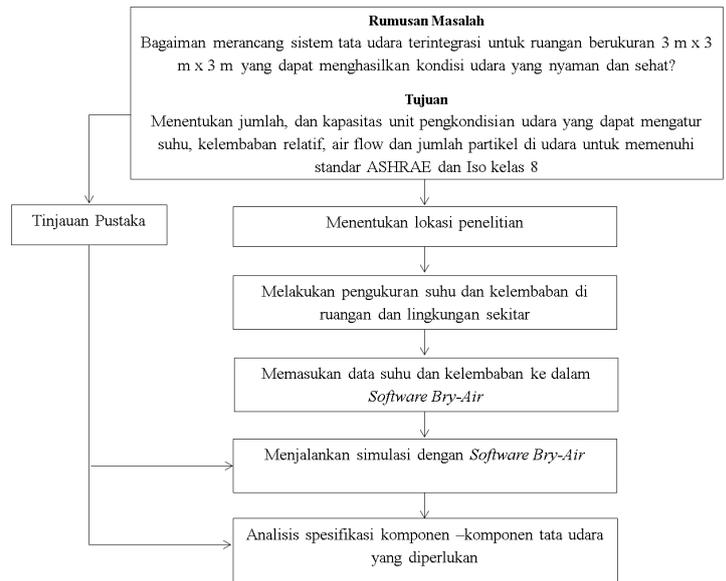
Kenyamanan termal dapat didefinisikan sebagai suatu kondisi pikiran yang mengekspresikan kepuasan dengan lingkungan termal. Sejalan dengan pernyataan dari ASHRAE (*American Society of Heating Refrigerating Air Conditioning Engineer*) yang memberikan definisi kenyamanan termal sebagai kondisi pikir yang mengekspresikan tingkat kepuasan seseorang terhadap lingkungan termalnya. Untuk mencapai kondisi kenyamanan termal dalam bangunan khususnya kamar, penggunaan sistem tata udara yang tepat sangat dibutuhkan [8].

Dalam penelitian ini, dilakukan perancangan sistem tata udara terintegrasi yang bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan kesehatan bagi penghuni ruangan dengan mempertimbangkan variabel-variabel penting seperti suhu, kelembaban, *air flow* dan kebersihan udara. Dalam hal ini, kebersihan udara berkaitan dengan jumlah partikel di mana pengendaliannya dilakukan dengan penggunaan filter udara. Proses filtrasi udara dilakukan dengan *Pre-Filter* atau penyaringan awal untuk udara yang masuk ke dalam ruangan dengan *filter* yang

memiliki efisiensi berkisar antara 25% - 85%. Udara kemudian disaring dengan *Medium Filter* yang memiliki efisiensi sekitar 40% - 90% tergantung pada jenis dan ukuran partikel sebelum masuk ke dalam ruangan [9]. Perancangan sistem tata udara pada ruang kamar tidur dilakukan dengan menggunakan simulasi melalui *Software Bry-Air* yang memungkinkan perhitungan desain sistem tata udara terintegrasi secara akurat dan efisien. *Software* ini menggunakan variabel-variabel penting dalam desain sistem tata udara, seperti suhu, kelembaban, kebersihan dan *Air Flow* untuk menentukan komponen-komponen dari sistem tata udara yang diperlukan. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan rancangan sistem tata udara yang sesuai untuk kondisi iklim di Indonesia.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Diagram alir dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan awal dari penelitian ini adalah menentukan lokasi tempat penelitian untuk dilakukan pengkondisian udara, yaitu pada sebuah rumah tempat tinggal di Kota Bogor. Ruang yang akan dikondisikan yaitu ruang kamar tidur dengan ukuran 3 m x 3 m x 3 m. Tahap berikutnya adalah mengukur suhu dan kelembaban relatif (*Relative Humidity*/RH) pada ruang kamar tidur dan udara di luar lingkungan rumah dengan alat ukur suhu dan kelembaban yaitu *Testo Smart Probes (Model: 605i, Serial Number: 49312018)*. Setelah itu, data hasil pengukuran tersebut digunakan sebagai input ke dalam *Software Bry-Air* untuk melakukan perhitungan dan analisis berdasarkan standar ASHRAE. *Software Bry-Air* akan menentukan jumlah unit dan spesifikasi peralatan pengkondisian udara yang diperlukan untuk mengoptimalkan kenyamanan dan kesehatan penghuni.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Tampilan muka dari *Software Bry-Air* dapat dilihat pada Gambar 2. Pada penelitian ini, dua modul yang dipakai yaitu modul untuk perhitungan *Heat Load* dan pemilihan *Humidifier (Humidifier Selection)*. Luaran dari kedua modul tersebut adalah jumlah dan ukuran kapasitas unit *Air Conditioner (AC)* dan *Humidifier*.



Gambar 2. Software Bry-Air

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kondisi udara pada di luar lingkungan rumah (*ambient*) dirangkum pada Tabel 1. Pada saat penelitian, pengukuran dilakukan pada siang hingga sore hari setelah hujan. Pengukuran dilakukan selama 1 jam dengan durasi setiap 1 menit. Hasil rata-rata suhu, kelembaban relatif (RH), dan Wet-Bulb Temperature (WBT) kemudian dihitung

Tabel 1 Kondisi Udara *Ambient*

Parameter	Minimum	Maximum	Average
Suhu (°C)	25,8	26,2	26
RH (%)	80	81,3	80,6
WBT (°C)	23,1	23,7	23,4

Selanjutnya dilakukan pengukuran kondisi udara di ruang kamar tidur dengan menggunakan alat ukur *Testo Smart Probes*. Pengukuran ini dilakukan pada waktu yang hampir bersamaan dengan metode pengukuran yang mirip dengan sebelumnya. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, data hasil pengukuran menemukan suhu rata-rata sebesar 28,3°C, kelembaban relatif (RH) rata-rata 74,1%, dan *Wet Bulb Temperature* rata-rata 24,6°C untuk kondisi di kamar tidur.

Tabel 2 Kondisi Udara Kamar Tidur

Parameter	Minimum	Maximum	Average
Suhu (°C)	28,2	28,4	28,3
RH (%)	73,9	74,6	74,1
WBT (°C)	24,5	24,6	24,6

Data pengukuran yang telah diperoleh untuk *ambient* dan ruang kamar tidur, kemudian digunakan sebagai input untuk modul *Humidifer Selection* pada *Software Bry-Air* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Parameter Input *Software Bry-Air*

Parameter	Nilai
Ambient Dry Bulb T (°C)	26
Ambient Wet Bulb T (°C)	23,4
Ambient RH (%)	80,6
Surround Dry Bulb T (°C)	28,3

Surround Wet Bulb T (°C)	24,6
Surround RH (%)	74,1
<i>Design Room Temperature</i> (°C)	23 ± 2
<i>Design Room RH</i> (%)	55 ± 5
Panjang Ruang (m)	3
Lebar Ruang (m)	3
Tinggi Ruang (m)	3
<i>No. of Occupants</i>	2
<i>Door Opening/hr</i>	1
<i>Door Size</i> (ft ²)	17,55
<i>Altitude</i> (ft)	853

Parameter *Design Room Temperature* dan *Design Room RH* merupakan desain kondisi suhu dan kelembaban yang ingin dicapai pada ruangan. Ruangan tersebut ingin dikondisikan sesuai dengan pedoman ASHRAE yaitu pada suhu 23 ± 2°C dan kelembaban / *Relative Humidity* (RH) 55 ± 5%. Ukuran ruang kamar tidur yang akan dikondisikan yaitu 3 m x 3 m x 3 m. Parameter *No. of Occupants* merupakan jumlah orang yang akan mengisi ruang tersebut dan diasumsikan untuk 2 orang. *Door Opening/hr* merupakan berapa kali pintu ruangan tersebut dibuka tiap jam, dalam hal ini diasumsikan sebanyak 1 kali per jam. *Door Size* merupakan ukuran pintu ruangan yaitu 1,99 m x 0,82 m = 1,63 m² = 17,55 ft². *Altitude* merupakan ketinggian di atas permukaan laut, dalam hal ini Kota Bogor memiliki *Altitude* 260 m (853 ft) dari permukaan laut.

Perhitungan selanjutnya dilakukan dengan modul *Heat Load* dalam *Software Bry Air* dengan beberapa input parameter seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Input Parameter untuk *Heat Load*

Parameter	Input
<i>Wall 1</i> (3 m)	<i>Exposed</i>
<i>Wall 2</i> (3 m)	<i>Partition</i>
<i>Wall 3</i> (3 m)	<i>Shaded</i>
<i>Wall 4</i> (3 m)	<i>Partition</i>
<i>Ceiling Area</i> (9 m ²)	<i>Exposed</i>
<i>Air Change/hr</i>	4

Wall 1, *Wall 2*, *Wall 3* dan *Wall 4* merupakan 4 sisi dinding ruang kamar di mana *Exposed* merupakan sisi dinding yang terkena sinar matahari secara langsung,

Partition merupakan sisi dinding yang bersebelahan dengan ruang lain dan *Shaded* merupakan sisi dinding yang berada di pojok atau berada di antara 2 dinding *Partition*. *Ceiling Area* merupakan luas plafon ruang kamar tidur dengan ukuran 3 m x 3 m = 9 m², karena rumah tersebut terdiri dari 1 tingkat/ 1 lantai, maka statusnya yang berarti terkena pancaran matahari secara langsung pada atap tersebut *Exposed*. *Air Change/hr* merupakan jumlah pergantian udara dalam ruangan tiap jam. Sesuai dengan standar ASHRAE, untuk ruang kamar tidur dapat diasumsikan jumlah pergantian udara *Air Change/hr* sebesar 4 ft³/hr.

Hasil perhitungan dari *Software Bry-Air* ditunjukkan pada Tabel 5. Untuk dapat memenuhi tingkat kenyamanan termal berdasarkan panduan dari ASHRAE dan tingkat kebersihan sesuai dengan standar Iso kelas 8, sistem tata udara yang direkomendasikan terdiri dari 1 unit Air Conditioner (AC) berukuran 5183 Btuh atau setara dengan ½ PK dan 1 unit *Dehumidifier* dengan kapasitas 51 CMH. Selain itu udara yang masuk wajib melalui proses filtrasi dengan *Air Cleaner* yang dilengkapi *Pre-Filter* dan *Medium Filter* sehingga dapat memenuhi standar ISO kelas 8 untuk *clean room*.

Tabel 5 Hasil *Software Bry-Air*

Unit	Spesifikasi	Jumlah
<i>Air Conditioner</i>	½ PK	1
<i>Dehumidifier</i>	51 CMH	1
<i>Air Cleaner</i>	<i>Pre & Medium Filter</i>	1

SIMPULAN

Perancangan sistem tata udara untuk ruangan berukuran 3m x 3m x 3m yang dapat menghasilkan kenyamanan termal dan kebersihan yang sesuai dengan standar ASHRAE dan standar Iso kelas 8 telah berhasil dilakukan pada penelitian ini. Hasil simulasi dari *Software Bry-Air* menemukan bahwa sistem tata udara yang diperlukan terdiri dari 1 buah unit *Air Conditioner* dengan kapasitas ½ PK, 1 unit *Dehumidifier* dengan kapasitas 51 CMH dan *Air Cleaner*

dengan *Pre-Filter* dan *Medium Filter* pada saluran udara masuk untuk dapat mengendalikan suhu, kelembaban, *airflow* dan kebersihan udara yang ingin dicapai pada ruang kamar tidur, yaitu suhu 23 ± 2°C, *Relative Humidity* (RH) 55 ± 5%, dan *airflow* 108 CMH sehingga dapat memberikan kenyamanan dan kesehatan yang optimal bagi penghuni ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Aqilah, H. B. Rijal, and S. A. Zaki. 2022. "A Review of Thermal Comfort in Residential Buildings: Comfort Threads and Energy Saving Potential," *Energies*, vol.15, no.23, 2022, <https://doi.org/10.3390/en15239012>.
- [2] B. Hidayati, and J. Irpandi, "Perencanaan Sistem Tata Udara pada Aula Kantor Kwarcab Muda," *Jurnal PETRA*, vol.7, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [3] B.H. Hidayati, Mardiana, L. Saputra, "Rancang Bangun Dehumidifier dengan Pemanfaatan Kalor Kondensor," *Jurnal PETRA*, vol.6, no. 2, pp. 1–8, 2019.
- [4] M.L. King, M. Ali, Sukarmansyah, and M.I. Badil, "Pembentukan Energi Potensial yang Berpusat pada Sistem HVAC Atas Tata Kelola Udara Struktur Ruang Bangunan Perkotaan di Kota Palembang yang Dipengaruhi Iklim Cuaca," *Turbulen Jurnal Teknik Mesin*, vol.1, no. 1, pp. 55–58, 2018.
- [5] B. Hidayati, F. Irawan, and Y. Biola, "Analisis Kelembaban Udara pada AC Split Wall Usia Pakai 8 Tahun dengan Kapasitas 18000 Btu/hr," *Jurnal Austenit*, vol.13, no. 1, pp. 8–12, 2021.
- [6] P.H. Gosal, and V.H. Makarau, "Optimalisasi Kenyamanan Thermal pada Rumah Kayu di Kampung Jawa Tondano," *Frontiers: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol.1, no. 1, pp. 91–103, 2018.
- [7] F. Irawan, and W. Wawantara, "Perhitungan Beban Pendingin pada Gedung Aula Kantor Camat Lais," *PETRA : Jurnal Teknologi Pendingin dan Tata Udara*, vol.7, no. 1, pp. 8–15, 2020.
- [8] S. Maulianti, Z. Ali As, and Junaidi, "Kecukupan Udara Mempengaruhi Kenyamanan pada Ruang Kamar," *Jurnal*

Kesehatan Lingkungan, vol.18, no. 1, pp. 19–26, 2021.

- [9] T.T. Yanti, and R. Hermawan, “Perancangan Sistem Tata Udara Ruang Bersih Kelas B untuk Ruang Produksi Obat di PT.X,” *Jurnal Mekanikal Teknik Mesin FTUP*, vol.18, no. 1, pp. 12–20, 2020.