

**APLIKASI *PREDICTED MEAN VOTE* (PMV) PADA EFISIENSI
ENERGI LISTRIK *AIR CONDITIONING* (AC) BERBASIS
TEKNOLOGI *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Institut Teknologi Bandung**

oleh

Muhammad Shiddiq

NIM : 10216042

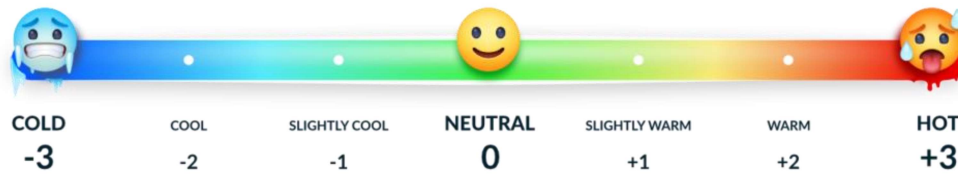
Program Studi Fisika



INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

2021

diterjemahkan sebagai terlalu panas, sementara -3 diterjemahkan sebagai terlalu dingin, seperti yang digambarkan di bawah ini.



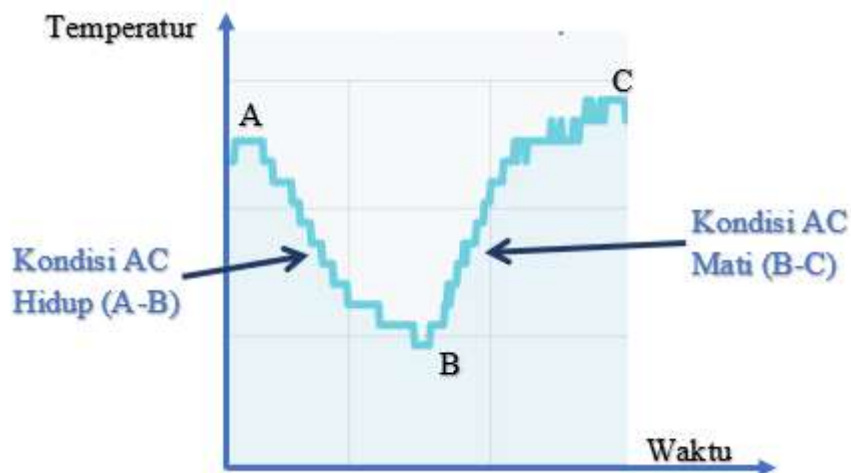
Gambar 2. Rentang dan representasi dari indeks PMV [4].

Menurut standar ASHRAE 55, nilai PMV yang baik dalam sistem kontrol AC ialah di antara -0,5 sampai 0,5 [7].

II.3 Model Fisis Temperatur Ruangan

II.3.1 Karakteristik Termal Ruangan

Ketika di dalam suatu ruangan dihidupkan dan dimatikan akan mendapatkan karakteristik temperatur sebagai gambar 3 berikut :

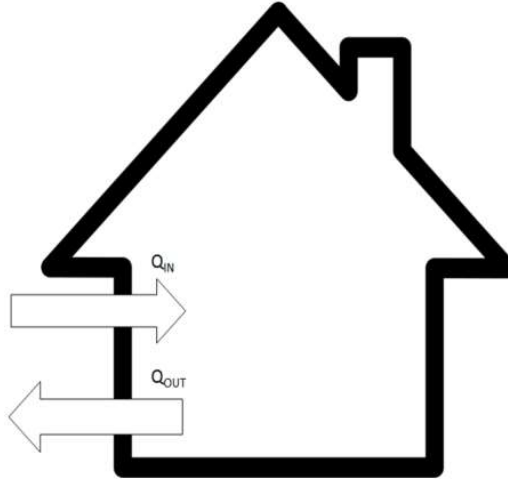


Gambar 3. Grafik perubahan temperatur terhadap waktu

Dari gambar 3, titik A ke B adalah perubahan temperatur ketika AC dihidupkan dan titik B ke C merupakan perubahan temperatur ketika AC dimatikan. Dapat terlihat hubungan temperatur dengan waktu tidak bersifat linier dan lebih ke eksponensial.

II.3.2 Model Fisis Ketika AC Menyala

Dengan mengasumsikan kondisi pada siang hari, temperatur di luar ruangan jauh lebih tinggi dari pada temperatur di dalam ruangan, maka ada 2 jenis perpindahan kalor pada sistem ini yaitu kalor masuk dikarenakan temperatur dan radiasi dari sinar matahari dan kalor yang dikeluarkan oleh AC. Kalor yang masuk disebut Q_{IN} dan kalor yang keluar disebut Q_{OUT} . Di modelkan pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Model fisis ketika AC menyala.

Dari model tersebut, nilai perubahan kalor dapat didefinisikan :

$$\Delta Q = Q_{IN} - Q_{OUT} \quad (1)$$

Dengan menggunakan konsep termodinamika perubahan kalor dirumuskan dengan:

$$\Delta Q = \int m_i c_i dT \quad (2)$$

Dari persamaan 2 di atas dapat ditulis menjadi

$$\Delta Q = \int C dT \quad (3)$$

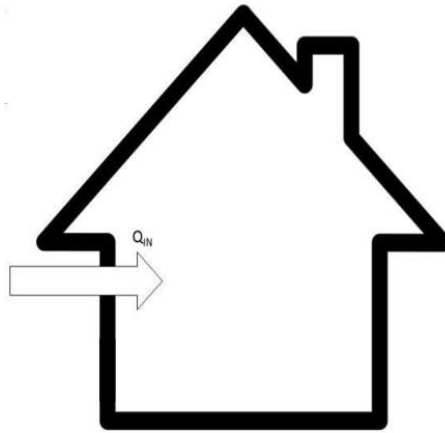
Dengan

$$C = \sum_i m_i c_i \quad (4)$$

C adalah kapasitas total ruangan yang merupakan hasil penjumlahan dari perkalian dari massa benda i dengan kapasitas benda i tersebut. Variabel C ini bisa berubah-ubah tergantung dengan komponen yang berada di dalam suatu ruangan.

II.3.3 Model Fisis Ketika AC Mati

Model fisis ruangan ketika AC mati hanya tidak memiliki kalor yang dipindahkan keluar. Sehingga model ilustrasi sebagai gambar 5 berikut:



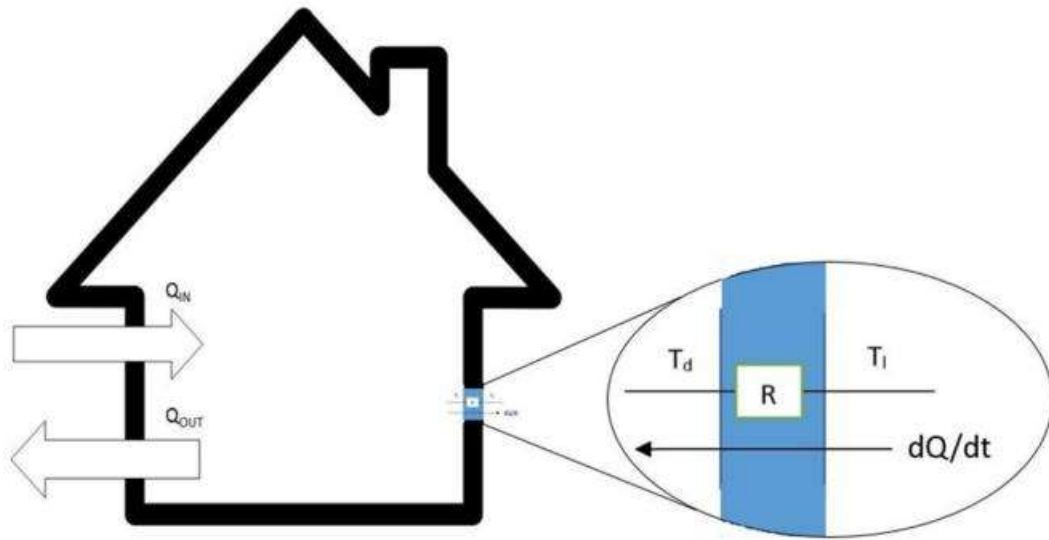
Gambar 5. Model fisis ketika AC mati.

Dari model di atas perpindahan kalor hanya dipengaruhi oleh kalor yang masuk atau Q_{IN} , dirumuskan:

$$\Delta Q = Q_{IN} \quad (5)$$

II.3.4 Model Fisis Hambatan Termal Ruangan

Laju kalor dari dalam ataupun luar harus melewati hambatan termal yaitu mulai dari dinding, jendela ataupun atap, hambatan termal ini diasumsikan sama dengan hambatan pada rangkaian listrik. Kalor berpindah ketika adanya perbedaan temperatur sehingga perbedaan temperatur ini mirip dengan perbedaan tegangan, menyebabkan laju arus listrik, dengan asumsi ini perbedaan temperatur sama dengan perbedaan tegangan pada rangkaian listrik. Oleh karena itu, perpindahan kalor per waktu $\left(\frac{dQ}{dt}\right)$ dapat diasumsikan sama dengan arus listrik, digambarkan oleh model berikut [8]:



Gambar 6. Model fisis hambatan termal ruangan.

Dari model di atas, T_d adalah temperatur dalam dan T_l adalah temperatur luar, dengan menggunakan hukum Ohm dirumuskan:

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{(T_l - T_d)}{R} \quad (6)$$

Dengan substitusi persamaan 3 ke persamaan 6 didapat persamaan diferensial temperatur

$$\frac{dT}{dt} = \frac{-(T_d - T_l)}{RC} \quad (7)$$

Persamaan 7 memiliki solusi :

$$T = c + ae^{\frac{-(T_d - T_l)}{RC}} \quad (8)$$

Dari persamaan 8 didapatkan persamaan eksponensial untuk T , hal ini mirip dengan karakteristik perubahan temperatur pada ruangan yang merupakan fungsi eksponensial.



Gambar 7. Karakterisasi termal ruangan yang terdiri dari resistansi dan kapasitansi termal.

Dikarenakan R merupakan hambatan termal dan C merupakan kapasitansi termal maka RC adalah karakterisasi termal total untuk sebuah ruangan. Nilai RC merupakan karakterisasi termal total ruangan maka dapat berubah tergantung kondisi ruangan tersebut, hal ini dapat mengindikasikan berapa jumlah perangkat atau jumlah orang di dalam ruangan tersebut. Nilai RC ini berdasarkan grafik temperatur memiliki nilai berbeda untuk kondisi AC menyala dan AC mati.

II.4 Internet of Things

Menurut Michael Porter dan James Heppelmann mendeskripsikan perangkat IoT adalah produk cerdas yang terkoneksi yaitu memiliki 3 elemen utama yaitu fisik, cerdas, dan konektivitas [9]. Komponen fisik dalam IoT dapat berupa mesin, pendingin udara, alarm asap dan lain sebagainya. Perangkat IoT menjadi cerdas adalah berbagai jenis sensor dan mikroprosesor yang dapat menjalankan fungsionalitas lanjut seperti kontrol elektronik pada mobil cerdas. Kemudian perangkat IoT ini terhubung dengan internet atau sistem yang lain dengan tujuan yang berbeda-beda seperti untuk mengirimkan pelacakan posisi navigasi secara langsung dari suatu kendaraan. Perlu diingatkan suatu perangkat yang terkoneksi ke internet belum tentu membuat perangkat tersebut menjadi cerdas, untuk menjadi perangkat IoT yang cerdas harus bisa mengambil dan menganalisis data secara otomatis langsung dan mengambil tindakan tanpa campur tangan oleh manusia.