BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pelaksanaan aktivitas di dalam ruangan agar terlaksana secara efektif, membutuhkan kondisi fisik tertentu di lingkungannya yang dianggap nyaman. Salah satu persyaratan utama kondisi fisik yang nyaman bagi pengguna adalah suhu yang nyaman. Suhu dikatakan nyaman apabila udara di dalam ruangan dapat membuat pengguna merasa nyaman dengan lingkungannya. Ketika suhu ruangan terlalu rendah akan mengakibatkan tubuh manusia merasa kedinginan hingga menggigil. Hal ini membuat kemampuan manusia dalam beraktivitas menurun karena manusia akan difokuskan dengan mencari cara untuk menghangatkan tubuhnya. Sementara itu, ketika suhu ruangan terlalu tinggi akan mengakibatkan tubuh manusia merasa kepanasan dan berkeringat, sehingga dapat mengganggu aktivitas dikarenakan manusia akan difokuskan dengan mencari cara untuk mendinginkan suhu tubuhnya. Oleh karena itu, keefektifan kerja akan menurun atau tidak maksimal pada kondisi udara yang tidak nyaman baik terlalu dingin maupun terlalu panas.

Menciptakan kenyamanan termal yang nyaman bagi manusia yang berada di dalamnya merupakan hal yang penting, karena dapat mempengaruhi sikap dan kinerja dari individu bahkan keselamatan individu tersebut [1]. Kenyamanan termal merupakan salah satu unsur kenyamanan yang sangat penting, karena menyangkut kondisi suhu ruangan yang nyaman [2]. Manusia dapat merasakan panas atau dingin di sekitarnya merupakan wujud dari sensor perasa yang terdapat pada kulit terhadap stimulus suhu dan kelembapan yang ada di sekitarnya. Sensor perasa pada kulit berfungsi untuk menyampaikan informasi rangsangan yang didapatkan kepada otak, dimana otak akan memberikan perintah kepada bagian-bagian tubuh tertentu untuk melakukan antisipasi mempertahankan suhu tubuh tetap berada disekitar 37°C. Hal ini dilakukan organ tubuh agar tetap dapat menjalankan fungsinya secara baik.

Menurut ASHRAE (*American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers*, 1989), kenyamanan termal merupakan kondisi dimana seseorang merasa nyaman dengan keadaan temperatur lingkungannya, yang apabila digambarkan dalam konteks sensasi seseorang tidak merasakan temperatur udara terlalu panas maupun terlalu dingin [3]. Sehingga, kenyamanan termal tidak hanya diukur berdasarkan temperatur udara, melainkan dari jumlah individu yang merasa nyaman dengan

temperatur lingkungan tersebut. Oleh karena itu agar dapat memperoleh kenyamanan termal perlu terlebih dahulu dilakukan evaluasi mengenai kenyamanan termal pada ruangan.

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik faktor dari dalam ruangan (*internal heat gains*) yang meliputi orang-orang, lampu, dan peralatan elektronik yang menghasilkan kalor, kemudian faktor dari luar ruangan (*external heat gains*) yang meliputi konduksi melalui dinding, atap, plafon, iklim, cuaca, dan juga radiasi dari matahari yang melewati kaca [4]. Berdasarkan hal tersebut kenyamanan suatu ruangan sangat ditentukan oleh letak, karakteristik dan kegiatan yang ada di dalamnya. Maka dari itu, untuk mengatasi kenyamanan suatu ruangan diperlukan suatu alat pendingin yang sesuai dengan kebutuhan ruang tersebut [5]. Salah satu ruangan yang membutuhkan kenyamanan termal di dalamnya adalah ruang kelas.

Ruang kelas adalah salah satu ruangan yang sangat membutuhkan kenyamanan termal yang baik, karena kenyamanan termal yang baik dapat mempengaruhi aktivitas dan kinerja pembelajaran yang dilaksanakan. Biasanya sistem pendingin sudah memiliki penampil suhu, akan tetapi tidak dapat diakses secara jarak jauh dan mengharuskan pengambilan data secara manual. Oleh karena itu, perlu dirancang sebuah alat yang dapat mengukur serta memonitoring suhu dan kelembapan secara jarak jauh dan *realtime*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi tingkat kenyamanan termal dengan objek ruang perkuliahan dan penggunaanya yang berada dalam ruangan. Sistem monitoring suhu dan kelembapan yang dirancang adalah berbasis IoT. Data yang diperoleh dari sistem monitoring akan digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi kenyamanan termal pada ruang tersebut yang akan ditampilkan pada Website.

1.2 Informasi Pendukung Masalah

Menurut ASHRAE (1989), kenyamanan termal dipengaruhi oleh 6 faktor diantaranya:

1. Temperatur Udara

Standar ASHRAE mengidentifikasi rentang suhu yang dianggap nyaman bagi sebagian besar orang. Rentang ini meliputi suhu efektif (ETR, Effective Temperature Range) antara 20°C hingga 25°C (68°F hingga 77°F).

2. Kelembaban Udara

ASHRAE merekomendasikan kelembaban relatif antara 30% hingga 60% untuk mencapai kenyamanan termal. Kelembaban di luar rentang ini dapat mengakibatkan ketidaknyamanan seperti perasaan lengket atau kekeringan kulit.

3. Kecepatan Angin

Standar ASHRAE juga memperhatikan kecepatan udara dalam ruangan. Kecepatan udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan rasa dingin, sedangkan kecepatan udara yang terlalu rendah dapat menghasilkan rasa pengap. ASHRAE merekomendasikan kecepatan udara antara 0,15 hingga 0,25 meter per detik (30 hingga 50 feet per minute).

4. Temperatur Radiant

Radiasi matahari mempunyai pengaruh yang besar terhadap sensasi termal. Standar ASHRAE mengakui pentingnya keseimbangan antara suhu udara dan suhu permukaan di sekitar kita. Ketidakseimbangan ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan. ASHRAE merekomendasikan perbedaan suhu antara permukaan dan udara tidak lebih dari 10°C (18°F).

5. Aktivitas Fisik

Tingkat aktivitas fisik dapat menghasilkan panas di dalam tubuh. Oleh karena itu, kenyamanan termal seseorang akan dipengaruhi oleh sejauh mana aktivitas tersebut, serta sejauh mana tubuh dapat menjaga suhu tubuh yang stabil.

6. Pakaian

ASHRAE juga mempertimbangkan jenis dan ketebalan pakaian yang dikenakan oleh individu. Pakaian yang lebih tebal dapat memberikan isolasi tambahan, sementara pakaian yang lebih ringan memungkinkan transfer panas yang lebih baik dari tubuh [6].

Selain faktor internal terdapat juga faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal diantaranya :

1. Kondisi Lingkungan Eksternal

Faktor-faktor lingkungan luar seperti suhu udara, kelembaban, dan sinar matahari mempengaruhi kondisi dalam ruangan. Selain itu, iklim atau cuaca juga dapat mempengaruhi kenyamanan termal. Suhu eksternal yang tinggi atau rendah, kelembaban tinggi, atau radiasi sinar matahari yang kuat dapat mempengaruhi kenyamanan.

2. Kontaminasi Udara Luar

Kualitas udara luar yang buruk, seperti polusi udara, debu, atau zat-zat berbahaya, dapat mempengaruhi kenyamanan udara dalam ruangan jika tidak ada sistem filtrasi yang memadai.

3. Insulasi Bangunan:

Kualitas isolasi bangunan dapat mempengaruhi kenyamanan termal. Isolasi yang buruk dapat menyebabkan kebocoran panas dan dingin, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi suhu ruangan.

Thermohygrometer adalah alat yang menggabungkan fungsi thermometer dan hygrometer. *Thermohygrometer* dapat digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di dalam dan luar ruangan. *Thermometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu atau perubahan suhu. Termometer berasal dari kata latin itu berarti panas dan meter berarti ukuran ro. Satuan ukuran ini biasanya menggunakan Celsius ($^{\circ}\text{C}$).

Hygrometer adalah alat yang digunakan untuk menghitung persentase uap air (kelembaban) di udara, atau sederhananya alat untuk mengukur tingkat kelembaban udara. Satuan pengukurannya adalah persentase (%). Semakin besar persentasenya, semakin tinggi kelembabannya. *Thermohygrometer* memiliki akurasi pembacaan suhu lingkungan sebesar 0°C - 50°C lalu untuk kelembaban lingkungan memiliki akurasi pembacaan sebesar $\pm 5\%$.

1.3 Analisis Umum

1. Aspek Ekonomi

Untuk mengetahui apakah AC yang berada di ruangan kelas Gedung TULT sesuai dengan kenyamanan termal, maka perlu dilakukan pengujian menggunakan sistem monitoring suhu dan kelembapan. Dari faktor kenyamanan termal, dapat di lihat berapa kapasitas AC yang perlu digunakan di ruangan kelas Gedung TULT agar ruangan terasa nyaman dan dapat menghemat energi listrik yang dihasilkan AC.

2. Aspek Manufakturabilitas

Sistem yang dirancang memiliki desain sistem yang mudah ditemukan di pasaran. Salah satu bahan yang diperlukan untuk desain ini adalah akrilik. Desain dari sistem ini pun akan diberi LCD untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor dan pada bagian *cover* akan diberi lubang agar udara masih dapat masuk. Sistem ini pun dapat dibuat dengan jumlah yang banyak.

3. Aspek Keberlanjutan

Sistem yang dirancang dapat melakukan pengukuran secara kontinyu, tahan lama, dan akan berpengaruh terhadap pemakaian energi listrik dan kenyamanan termal.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Ada beberapa kebutuhan yang perlu dipenuhi untuk menciptakan kenyamanan termal dalam lingkungan. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal:

1. Temperatur Udara Kering

Temperatur Udara Kering yang nyaman adalah faktor penting dalam menciptakan kenyamanan termal. Rentang suhu yang umumnya dianggap nyaman adalah sekitar 20-24°C (68-75°F) untuk kebanyakan orang. Namun, preferensi temperatur dapat bervariasi antara individu dan juga tergantung pada aktivitas yang dilakukan. Temperatur udara kering sangat besar pengaruhnya terhadap besar kecilnya kalor yang dilepas melalui penguapan (evaporasi) dan melalui konveksi. Daerah kenyamanan termal untuk daerah tropis dapat dibagi menjadi :

- 1) Sejuk nyaman, antara temperatur efektif 20,5°C - 22,8°C.
- 2) Nyaman optimal, antara temperatur efektif 22,8°C - 25,8°C.
- 3). Hangat nyaman, antara temperatur efektif 25,8°C - 27,1°C.

2. Kelembaban Udara Relatif.

Kelembaban udara juga mempengaruhi kenyamanan termal. Rentang kelembaban yang nyaman biasanya berkisar antara 30-60%. Kelembaban yang terlalu tinggi dapat membuat udara terasa lembab dan pengap, sementara kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan kulit dan selaput lender menjadi kering, kekeringan dan ketidaknyamanan pada saluran pernapasan. Kelembaban udara relatif dalam ruangan adalah perbandingan antara jumlah uap air yang dikandung oleh udara tersebut dibandingkan dengan jumlah kandungan uap air pada keadaan jenuh pada temperatur udara ruangan tersebut. Untuk daerah tropis, kelembaban udara relatif yang dianjurkan antara 40% ~ 50%, tetapi untuk ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% ~ 60%.

3. Pergerakan Udara (Kecepatan Udara).

Kecepatan aliran udara juga memainkan peran penting dalam kenyamanan termal. Udara yang bergerak terlalu kencang dapat menyebabkan sensasi dingin yang tidak nyaman, sementara aliran udara yang terlalu lemah dapat menyebabkan rasa pengap. Untuk mempertahankan kondisi nyaman, kecepatan udara yang jatuh diatas kepala tidak boleh lebih besar dari 0,25 m/detik dan sebaiknya lebih kecil dari 0,15

m/detik. Kecepatan udara ini dapat lebih besar dari 0,25 m/detik tergantung dari temperatur udara kering rancangan.

Kecepatan Udara (m/s)	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35
Temperature udara kering	25	26,8	26,9	27,1	27,2

4. Radiasi Permukaan yang Panas.

Radiasi panas dari sinar matahari atau peralatan elektronik juga dapat mempengaruhi kenyamanan termal. Paparan langsung terhadap sinar matahari dapat meningkatkan suhu ruangan, sementara peralatan elektronik yang menghasilkan panas berlebih dapat mempengaruhi kenyamanan termal di sekitarnya. Penempatan yang tepat dari sumber panas dan penggunaan pelindung seperti tirai atau blinds dapat membantu mengontrol radiasi termal. Apabila di dalam suatu ruangan dinding - dinding sekitarnya panas, akan mempengaruhi kenyamanan seseorang di dalam ruangan tersebut, meskipun temperatur udara disekitarnya sesuai dengan tingkat kenyamannya (misalnya di dekat oven atau dapur). Usahakan temperatur radiasi rata-rata sama dengan temperatur udara kering ruangan. Apabila temperatur radiasi rata-rata lebih tinggi dari temperatur udara kering ruangan, maka temperatur udara ruangan rancangan dibuat lebih rendah dari temperatur rancangan biasanya.

5. Aktivitas Orang.

Tingkat aktivitas fisik juga mempengaruhi persepsi kenyamanan termal. Saat beraktivitas fisik intens, tubuh dapat menghasilkan lebih banyak panas, dan suhu yang dirasakan mungkin berbeda dibandingkan saat sedang istirahat. Tingkat produksi panas tubuh meningkat saat aktivitas fisik meningkat, yang dapat mempengaruhi preferensi suhu dan kecepatan udara pada ruangan.

6. Pakaian yang Dipakai.

Besarnya kalor yang dilepas oleh tubuh dipengaruhi oleh jenis pakaian yang sedang dipakai pada saat itu, terutama mengenai besar kecilnya isolasi termal dari bahan pakaian dan tebalnya. Pakaian yang tebal atau terlalu banyak lapisan dapat meningkatkan resistansi termal dan menyebabkan rasa panas, sementara pakaian yang tipis atau kurang lapisan dapat membuat seseorang merasa dingin [7].

Selain beberapa faktor di atas, sistem yang dirancang juga dapat memperoleh data dengan pengukuran secara realtime. Sistem yang dirancang di setting agar dapat mengirimkan data ke website per 10 menit sekali.

1.5 Solusi Sistem yang Diusulkan

1.5.1 Karakteristik Produk

1.5.1.1 Produk A

Dalam merancang sistem ini terdapat berbagai komponen yang dipakai seperti sensor suhu dan kelembapan, sensor pengirim sinyal, LoRa untuk menjalankan fungsi mikrokontroler dan dapat terkoneksi dengan internet, dan LCD untuk menampilkan text. Untuk menyimpan data hasil monitoring suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor dapat memakai Antares dan *user* dapat mengakses informasi kenyamanan termal menggunakan *Website*.

1.5.1.2 Produk B

Sistem ini menggunakan *platform* Antares dan *Website*. Di dalam *platform* tersebut terdapat data hasil pembacaan dari sensor yang dikirimkan ke Antares melalui modul komunikasi Wifi yang nantinya *platform* Antares akan menyimpan data hasil pengukuran yang didapat dari mikrokontroler. Fitur utama dari sistem ini adalah untuk memonitoring suhu dan kelembapan.

1.5.1.3 Produk C

Sistem akan melakukan monitoring suhu dan kelembapan. Data pembacaan sensor akan dikirimkan ke Antares melalui modul komunikasi GSM dan *user* dapat mengakses informasi kenyamanan termal menggunakan *Website*.

1.5.2 Skenario Penggunaan

1.5.2.1 Skema A

1. Mengaktifkan mikrokontroler dengan *power supply*.
2. LoRa akan tersambung ke mikrokontroler.
3. Sensor secara otomatis akan mengukur suhu dan kelembapan di ruangan dan mengirimkan ke mikrokontroler.
4. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan yang telah di *input* mikrokontroler akan dikirim ke Antares yang selanjutnya akan disusun otomatis sesuai waktu.
5. *User* dapat mengakses informasi kenyamanan termal menggunakan *Website* secara real time.

1.5.2.2 Skema B

1. Mengaktifkan mikrokontroler dengan *power supply*.
2. Wifi akan tersambung ke mikrokontroler.

3. Sensor secara otomatis akan mengukur suhu dan kelembapan di ruangan dan mengirimkan ke mikrokontroler.
4. Mikrokontroler akan mengirimkan hasil pengukuran ke Antares dan Antares akan menyimpan data hasil pengukuran dan disusun secara tersusun.
5. *User* dapat mengakses informasi kenyamanan termal menggunakan *Website* secara real time.

1.5.2.3 Skema C

1. Mengaktifkan mikrokontroler dengan *power supply*.
2. GSM akan tersambung ke mikrokontroler.
3. Sensor secara otomatis akan mengukur suhu dan kelembapan di ruangan dan mengirimkan ke mikrokontroler.
4. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan akan dikirim ke Antares yang selanjutnya akan disusun otomatis sesuai waktu.
5. *User* dapat mengakses informasi kenyamanan termal menggunakan *Website* secara real time.

1.6 Kesimpulan dan Ringkasan CD-1

Kenyamanan termal adalah perasaan dimana seseorang merasa nyaman dengan keadaan temperatur lingkungannya, yang dalam konteks sensasi digambarkan sebagai kondisi dimana seseorang tidak merasakan kepanasan maupun kedinginan pada lingkungan tertentu (ASHRAE, 2010) [8].

Proses monitoring itu sendiri dilakukan dalam kurun waktu tertentu sehingga bisa mengamati hasil yang diperoleh sebelumnya. *Output* yang dihasilkan dari sistem monitoring berupa data *logger* suhu dan kelembapan yang digunakan untuk mengevaluasi kenyamanan termal pada ruang kelas di Gedung TULT. Untuk mendapatkan standar kenyamanan termal yang sesuai dengan ASHRAE atau SNI, diperlukan analisis suhu dan kelembapan yang diperoleh agar mengetahui apakah ruangan kelas yang digunakan telah sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Sistem yang dirancang dapat memonitoring suhu dan kelembapan selama 24 jam dan mengirim data monitoring secara IoT ke Platform Antares dan Website.