

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara yang memiliki iklim tropis yang ditandai dengan temperatur udara tinggi dan kelembapan konsisten sepanjang tahun. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), temperatur rata-rata nasional pada tahun 2024 mencapai 27,5 °C. Kondisi ini menjadi tahun terpanas dalam sepuluh tahun terakhir. Temperatur rata-rata meningkat sebesar 1,2 °C dibanding rata-rata temperatur pada tahun 2023 [1][2]. Hal tersebut diperburuk dengan kondisi Indonesia memiliki tingkat kelembapan relatif yang cukup tinggi, yaitu berkisar antara 70–90% dengan nilai rata-rata sekitar 82% sepanjang tahun [3]. Kondisi ini memperbesar tantangan dalam menjaga kenyamanan dan kualitas udara di dalam ruangan.

Dalam merespons tantangan iklim tersebut, sistem pengondisian udara menjadi inovasi teknologi yang dibutuhkan untuk mendapatkan kenyamanan termal ruangan dengan mengatur temperatur dan kelembapan udara pada suatu ruangan [4]. Sistem pengondisian udara yang dimaksud adalah *heating, ventilating, air conditioning* (HVAC) yang menggabungkan tiga komponen utama, yaitu, pemanas (*heating*), ventilasi (*ventilating*), dan pendingin udara (*air conditioning*) untuk menciptakan lingkungan dalam ruangan yang optimal. Sistem ini mampu mengontrol temperatur, sirkulasi udara, dan tingkat kelembapan secara optimal, sehingga menghasilkan kondisi lingkungan yang nyaman.

Penggunaan HVAC mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahun. Angka penggunaan HVAC di Indonesia pada tahun 2024 mencapai 36 juta unit dan diproyeksikan akan terus meningkat [5]. Peningkatan ini didorong oleh pertumbuhan populasi, urbanisasi yang pesat, dan perubahan gaya hidup masyarakat, khususnya di negara-negara beriklim tropis seperti Indonesia [6]. Penggunaan HVAC di Indonesia telah mengalami pertumbuhan yang pesat berbagai sektor, salah satunya di sektor kesehatan.

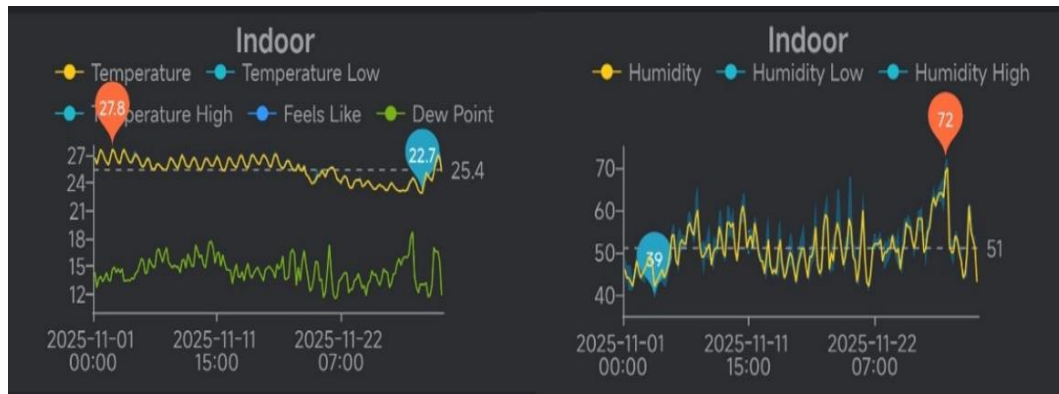
Rumah sakit sebagai fasilitas kesehatan merupakan salah satu sektor yang sangat bergantung pada sistem pendingin dan pengendalian udara. Hal ini karena

rumah sakit memiliki kewajiban untuk menyediakan lingkungan yang aman, nyaman, dan memenuhi standar kesehatan bagi pasien, tenaga medis, maupun pengunjung. Dalam hal ini, sistem tata udara atau HVAC memegang peranan penting. Sistem HVAC tidak hanya sekedar menjaga kenyamanan termal, tetapi juga berfungsi vital dalam mengendalikan kualitas udara, kelembapan, serta menjaga kebersihan udara agar sesuai dengan standar medis yang berlaku.

Ruang perawatan intensif anak atau *Neonatal Intensive Care Unit* (NICU) merupakan salah satu ruangan kritis di rumah sakit yang memerlukan standar khusus dalam pengendalian kualitas udara. Bayi baru lahir, khususnya bayi prematur, memiliki sistem imun yang masih lemah sehingga sangat rentan terhadap infeksi nosokomial. Oleh karena itu, lingkungan NICU harus dirancang agar bebas dari kontaminasi, memiliki sirkulasi udara yang baik, serta mampu menjaga kestabilan temperatur dan kelembapan sesuai standar medis.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, perancangan sistem HVAC yang optimal untuk rumah sakit harus memenuhi berbagai persyaratan teknis yang ketat. Penelitian yang dilakukan oleh Anisa Pramudhita (2020) tentang perancangan sistem tata udara pada ruang NICU di lantai 4 suatu Rumah Sakit menggunakan metode *Cooling Load Temperature Difference* (CLTD) untuk perhitungan beban pendinginan dan merekomendasikan penerapan HEPA *filter* pada plafon guna mempertahankan kualitas udara yang optimal [7]. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum sepenuhnya mengacu pada standar Peraturan Menteri Kesehatan yang terbaru, sehingga diperlukan penyesuaian lebih lanjut untuk memastikan kesesuaian dengan regulasi kesehatan yang berlaku saat ini.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan di ruang NICU RS Universitas Andalas pada bulan Oktober 2025, dapat dilihat pada **Gambar 1.1**. Diperoleh bahwa temperatur rata-rata ruangan berada pada 25,4°C dengan temperatur maksimum mencapai 27,8°C. Sementara itu, kelembapan relatif rata-rata tercatat sebesar 51% dengan nilai tertinggi mencapai 72%. Nilai temperatur dan kelembapan yang berfluktuasi tersebut menunjukkan bahwa kondisi kualitas udara pada ruang NICU masih belum sepenuhnya stabil. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengendalian parameter lingkungan di dalam ruangan belum optimal.



Gambar 1.1 Data Temperatur dan RH di Ruang NICU RS UNAND



Gambar 1.2 Kondisi Dinding di Ruang NICU RS UNAND

Kondisi fluktuasi temperatur dan kelembapan tersebut menyebabkan terjadinya kondensasi pada beberapa permukaan ruangan, terutama pada area dinding dan sudut ruangan yang memiliki perbedaan temperatur dengan udara di sekitarnya. Kondensasi yang terjadi dalam jangka waktu tertentu dapat meningkatkan tingkat kelembapan pada permukaan material bangunan, sehingga menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan jamur dan mikroorganisme. Pada hasil observasi lapangan juga ditemukan bahwa jamur telah muncul pada beberapa bagian dinding ruang NICU, yang menunjukkan bahwa tingkat kelembapan pada waktu tertentu cukup tinggi dan berlangsung dalam periode tertentu. Keberadaan jamur ini tentu dapat menurunkan kualitas lingkungan ruangan serta berpotensi mempengaruhi kebersihan dan kenyamanan ruang perawatan. Adapun kondisi temuan tersebut dapat dilihat pada **Gambar 1.2**.

Kondisi ini tentu berbahaya bagi pasien dan berpotensi meningkatkan risiko berbagai infeksi serius pada bayi baru lahir. Di samping itu, keadaan ruang NICU di Rumah Sakit Universitas Andalas memerlukan penyesuaian sistem pengkondisian udara dengan standar Permenkes RI No. 40 tahun 2022, sehingga dibutuhkan perancangan ulang sistem HVAC.

Berdasarkan regulasi yang berlaku di Indonesia, khususnya Permenkes RI No. 40 tahun 2022 tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit, sistem tata udara pada ruang perawatan intensif harus dirancang untuk memenuhi standar kenyamanan dan keselamatan pasien. Temperatur udara pada NICU idealnya berada di rentang 22–26 °C dengan kelembapan relatif 40–60%, serta harus memiliki sistem penyaringan udara dengan efisiensi tinggi untuk mencegah masuknya partikel berbahaya dan mikroorganisme [8]. Standar ini sejalan dengan panduan internasional *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) yang menjadi acuan global untuk sistem HVAC.

Berdasarkan kebutuhan dan permasalahan tersebut, tugas akhir ini dilakukan untuk merancang sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) yang sesuai standar pada ruang NICU di Rumah Sakit Universitas Andalas dengan mempertimbangkan aspek kenyamanan termal, kelembapan, kualitas udara, serta tingkat kebersihan udara sesuai standar yang berlaku. Hal ini didasarkan pada hasil survei lapangan yang menunjukkan bahwa sistem AC yang digunakan sebelumnya belum mampu mengkondisikan temperatur dan kelembapan ruangan secara optimal, sehingga kondisi lingkungan ruang NICU masih mengalami fluktuasi.

Penelitian ini menghadirkan pengembangan dibandingkan perancangan sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada sistem pendingin dan ventilasi dengan unit dehumidifier terpisah. Perancangan sistem HVAC pada penelitian ini diintegrasikan dengan UV box control yang berfungsi mensterilkan udara dari mikroorganisme seperti bakteri, virus, dan jamur serta membantu mencegah pertumbuhan biofilm pada coil pendingin sehingga kinerja perpindahan panas tetap optimal.

Untuk memastikan sistem yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan ruangan, dilakukan analisis beban pendinginan (*cooling load*) guna menentukan

kapasitas sistem HVAC yang sesuai dengan kondisi ruang NICU. Perancangan sistem juga diarahkan untuk mencapai efisiensi energi yang baik dengan nilai *Coefficient of Performance* (COP) di atas 2,5 sesuai standar SNI 6390:2011, sehingga sistem tidak hanya mampu menjaga temperatur dan kelembapan secara stabil tetapi juga tetap hemat energi. Hasil perancangan kemudian dituangkan dalam bentuk rancangan sistem tata udara yang terintegrasi dengan filtrasi berlapis, kontrol kelembapan, serta pengaturan laju pertukaran udara guna menjaga kualitas udara bersih di dalam ruang NICU.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang penelitian yang telah dijelaskan adalah Bagaimana merancang Sistem *Heating, Ventilation, and Air Conditioning* (HVAC) yang mampu menjaga kestabilan temperatur, kelembapan dan laju pertukaran udara pada ruangan *Neonatal Intensive Care Unit* (NICU) Rumah Sakit Universitas Andalas sesuai dengan standar pada standar ASHRAE-170 dan Permenkes RI No. 40 tahun 2022.

1.3 Tujuan

Tujuan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Menghitung kebutuhan beban pendinginan pada ruang NICU Rumah Sakit Universitas Andalas dengan mengacu pada standar yang berlaku.
2. Membandingkan Temperatur (T) dan *Relative Humidity* (RH) *input* dan *output* pada hasil rancangan sistem HVAC.
3. Menentukan *Coefficient of Performance* (COP) dari hasil rancangan sistem HVAC.

1.4 Manfaat

Tugas akhir ini dapat memberikan beberapa manfaat, di antaranya:

1. Dengan perancangan sistem HVAC yang sesuai standar, dapat diperoleh dasar pengendalian temperatur, kelembapan, dan laju pertukaran udara pada ruang NICU.
2. Dengan hasil perancangan yang dilakukan, rumah sakit dapat memperoleh solusi teknis sistem HVAC yang efisien serta mampu mendukung keselamatan dan kenyamanan pasien.

3. Dengan penerapan sistem HVAC yang optimal, dapat mendukung penghematan energi dan menciptakan lingkungan ruang NICU yang sehat sehingga mengurangi risiko infeksi berbagai infeksi serius pada bayi baru lahir.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diberikan, berikut adalah batasan masalah yang dapat fokus masalah yang telah dikemukakan dapat dikerjakan dengan baik

1. Fokus penelitian pada perancangan sistem HVAC pada ruang NICU Rumah Sakit Universitas Andalas dengan ukuran 10 x 6 x 3 m , tidak mencakup ruang perawatan atau fasilitas rumah sakit lainnya.
2. Perhitungan dilakukan untuk menentukan beban pendinginan, distribusi udara, kelembapan, dan laju pertukaran udara udara, dengan mengacu pada standar ASHRAE-170 dan Permenkes RI No. 40 tahun 2022 terkait fasilitas rumah sakit, terutama ruangan NICU.
3. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem HVAC tidak membahas dehumidifier dan integrasi sistem otomasi cerdas (IoT, *Machine Learning*, dll.) dalam pengendalian sistem HVAC.
4. Untuk Pembuatan dan pemasangan sistem HVAC dikerjakan oleh PT mitra Dengan membatasi ruang lingkup dan waktu penelitian, diharapkan penelitian ini dapat dijalankan dan diselesaikan dengan baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memiliki sistematika penulisan yang terdiri dari lima bab utama, yaitu:

Bab 1 Pendahuluan. Pada bab ini berisi latar belakang pemilihan topik Rancang bangun sistem HVAC pada ruangan NICU Rumah Sakit Universitas Andalas, rumusan masalah yang akan dipecahkan, tujuan dari penelitian yang akan dilakukan, manfaat yang akan diperoleh dari penelitian, batasan masalah yang dikaji pada penelitian, serta sistematika penulisan laporan penelitian.

Bab 2 Tinjauan Pustaka. Bagian ini memberikan penjelasan studi literatur terkait dengan penelitian seputar topik yang meliputi definisi umum tentang pengkondisian udara, beban pendinginan, kenyamanan termal manusia, *predicted*

mean vote sebagai ukuran kenyamanan termal, serta rujukan dapat mendukung gagasan dalam analisis perancangan yang akan dibuat.

Bab 3 Metodologi. Bab ini menguraikan langkah-langkah sistematis dalam melakukan analisis dan perhitungan serta memberikan pedoman pelaksanaan penelitian bagi para pembaca yang akan melakukan riset serupa di masa mendatang.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan. Pada bab ini, hasil dari Rancang Bangun sistem HVAC yang akan dipaparkan secara rinci. Bab ini memuat data hasil pengumpulan di lapangan, perhitungan beban pendinginan ruangan, perancangan distribusi udara, pemilihan kapasitas unit HVAC, serta langkah-langkah analisis berdasarkan standar teknis. Bab ini juga berfungsi sebagai pedoman sistematis dalam pelaksanaan penelitian.

Bab 5 Penutup. Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang merangkum jawaban atas rumusan masalah dan pencapaian tujuan penelitian. Selain itu, diberikan pula saran dan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya, seperti penerapan sistem kontrol otomatis atau integrasi teknologi ramah lingkungan pada sistem HVAC rumah sakit.

