

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang dicirikan oleh suhu udara yang tinggi dan kelembapan relatif yang konstan sepanjang tahun. Berdasarkan laporan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), suhu udara rata-rata nasional pada periode normal 1991–2020 berada pada kisaran 26,7 °C, dan meningkat menjadi sekitar 27,2 °C pada tahun 2023, menunjukkan adanya peningkatan signifikan sebesar 0,5 °C dibandingkan periode sebelumnya [1]. Selain itu, tingkat kelembapan relatif di Indonesia berkisar antara 70–90%, dengan rata-rata tahunan sekitar 82%, yang tergolong tinggi untuk wilayah tropis [2]. Data iklim wilayah Sumatera menunjukkan bahwa pada bulan Februari 2024, kelembapan relatif maksimum mencapai 94% dan minimum 82%, dengan rata-rata sekitar 89%, menandakan kondisi udara yang lembap dan jenuh uap air sepanjang tahun [3]. Fenomena iklim tersebut menimbulkan tantangan besar dalam menjaga kualitas udara dalam ruangan (indoor air quality)..

Sebagai langkah dalam menghadapi tantangan kondisi iklim tropis yang memiliki suhu dan kelembapan tinggi, dibutuhkan inovasi teknologi pengendalian udara yang mampu menjaga kenyamanan termal melalui pengaturan suhu serta kelembapan di dalam ruangan [4]. Salah satu sistem yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut adalah sistem dehumidifikasi yang dirancang untuk menciptakan kondisi udara dalam ruangan yang stabil dan optimal. Sistem ini bekerja dengan mengontrol temperatur, mengatur sirkulasi udara, serta menurunkan tingkat kelembapan secara efisien, sehingga mampu mewujudkan lingkungan yang lebih nyaman, sehat, dan sesuai dengan standar tata udara yang ideal.

Sistem dehumidifikasi yang digunakan pada penelitian ini merupakan sistem berbasis roda desikan (desiccant wheel) yang bekerja dengan prinsip adsorpsi dan desorpsi uap air dari udara lembap. Roda desikan terdiri dari material berpori yang berfungsi menyerap kelembapan pada aliran udara proses, kemudian melepaskannya kembali melalui aliran udara panas pada sisi regenerasi. Material penyerap yang digunakan adalah silika gel, karena memiliki karakteristik yang stabil secara termal, tidak korosif, aman digunakan, serta efektif dalam menyerap kelembapan pada rentang kelembapan menengah hingga tinggi. Selain itu, silika gel memiliki ketahanan terhadap deliquescence dan umur pakai yang relatif panjang dibandingkan material higroskopis lain seperti zeolit, alumina aktif, atau garam anorganik. [5]. Meskipun silika gel memiliki kapasitas adsorpsi yang relatif rendah pada tingkat kelembapan sangat rendah dan memerlukan suhu regenerasi yang cukup tinggi, material ini tetap dipilih karena ketersediaannya yang melimpah, biaya yang ekonomis, serta stabilitas kinerja yang baik untuk aplikasi pengendalian kelembapan udara di berbagai fasilitas, termasuk fasilitas kesehatan [6] .

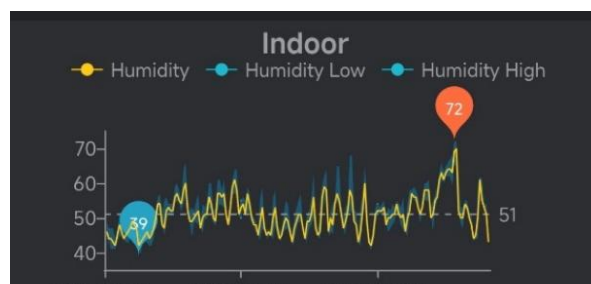
Rumah sakit sebagai fasilitas pelayanan kesehatan memiliki kebutuhan tinggi terhadap sistem pengendalian udara yang efektif. Kebutuhan ini muncul karena

rumah sakit wajib menciptakan lingkungan yang aman, nyaman, serta sesuai dengan standar kebersihan dan kesehatan bagi pasien, tenaga medis, dan pengunjung. Dalam konteks tersebut, sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan memegang peran penting untuk mendukung performa tata udara yang optimal. Teknologi ini tidak hanya mengatur kelembapan dan suhu ruangan, tetapi juga membantu menjaga kualitas udara agar tetap bersih dan memenuhi persyaratan medis.

Salah satu area yang sangat bergantung pada kualitas udara adalah ruang perawatan intensif neonatal atau *Neonatal Intensive Care Unit* (NICU). Ruang ini merupakan area kritis yang membutuhkan standar khusus dalam pengendalian udara. Bayi baru lahir terutama yang *premature* memiliki sistem imun yang belum sempurna, sehingga sangat berisiko terkena infeksi nosokomial dari lingkungan sekitar. Oleh karena itu, udara di ruang NICU harus dirancang agar bebas dari kontaminan, memiliki sirkulasi yang baik, serta mampu mempertahankan kestabilan suhu dan kelembapan sesuai standar medis yang berlaku.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan dalam meningkatkan kualitas udara dan pengendalian kelembapan. Salah satu penelitian yang relevan dilakukan oleh Rambhad et al. (2023), yang menguji kinerja sistem roda desikan berbasis silika gel dengan beberapa konfigurasi berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam menurunkan kelembapan udara dan menjaga kondisi udara tetap stabil. 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 [5], [7].

Berdasarkan hasil pengamatan di Rumah Sakit Universitas Andalas pada Bulan November 2025, menunjukkan bahwa tingkat kelembapan udara di beberapa ruangan belum berada pada kondisi ideal, dapat dilihat pada **Gambar 1.1**. Ditemukan bahwa kelembapan relatif rata-rata dalam ruangan sebesar 51% dengan kelembapan relatif tertinggi pada 72%. Ketidakterkendalian kelembapan ini mengakibatkan munculnya kondensasi pada sejumlah titik, yang kemudian menjadi faktor pemicu berkembangnya jamur serta mikroorganisme lainnya. Situasi tersebut semakin diperparah oleh iklim Indonesia yang bersifat tropis dan cenderung memiliki kelembapan tinggi sepanjang tahun. Kondisi ini dapat



Gambar 1. 1 Data RH di ruang NICU RS UNAND

menimbulkan ancaman kesehatan yang signifikan, khususnya bagi pasien bayi baru lahir, karena meningkatkan risiko paparan infeksi.

Di sisi lain, ruang NICU di Rumah Sakit Universitas Andalas juga membutuhkan penyesuaian pada sistem pengendalian udaranya agar sejalan dengan ketentuan yang tercantum dalam Permenkes RI No. 40 Tahun 2022. Oleh karenanya, diperlukan perancangan ulang sistem tata udara yang lebih efisien dan sesuai standar. Hasil temuan di lapangan ditampilkan pada Gambar 1.2.



(a)



(b)

Gambar 1. 2 a) ruangan NICU b) observasi dengan perawat

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2022 tentang Persyaratan Teknis Bangunan dan Prasarana Rumah Sakit, pengaturan tata udara pada ruang perawatan intensif harus dirancang untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan pasien. Untuk ruang NICU, temperatur udara direkomendasikan berada dalam rentang 22–26 °C dengan tingkat kelembapan relatif 40–60%. Selain itu, area ini juga harus dilengkapi dengan sistem filtrasi udara berperforma tinggi guna mencegah masuknya partikel berbahaya maupun mikroorganisme ke dalam ruangan.[7]. Ketentuan tersebut sejalan dengan standar internasional yang diterbitkan oleh *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE), yang menjadi acuan utama dalam perancangan dan pengendalian kualitas udara di fasilitas pelayanan kesehatan.

Berdasarkan kebutuhan dan permasalahan tersebut, tugas akhir ini dilakukan untuk merancang dan mengembangkan sistem Dehumidifikasi berbasis roda desikan di Rumah Sakit Universitas Andalas agar memenuhi standar yang berlaku. Perancangan sistem ini mempertimbangkan berbagai aspek penting, seperti kenyamanan termal, kualitas udara, pengendalian kelembapan, serta tingkat kebersihan udara, sehingga dapat mendukung lingkungan ruang perawatan yang aman dan nyaman bagi pasien maupun tenaga medis.

Penelitian ini mengembangkan sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan yang terintegrasi dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau dan mengendalikan kondisi udara secara real time. Sistem ini dilengkapi dengan sensor suhu, kelembapan, dan kualitas udara yang mengirimkan data ke platform IoT sehingga pengawasan dan pengaturan dapat dilakukan secara otomatis dan jarak jauh. Integrasi ini meningkatkan efisiensi, akurasi, serta keandalan pengendalian

kelembapan, sekaligus mendukung konsep tata udara cerdas dan hemat energi di lingkungan rumah sakit.

Dalam tugas akhir ini dilakukan analisis dan perancangan sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan di Rumah Sakit Universitas Andalas. Perancangan ini mengacu pada standar ASHRAE-170 serta Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 40 Tahun 2022 tentang persyaratan teknis bangunan dan prasarana rumah sakit. Sistem dirancang untuk mengendalikan kelembapan, kualitas udara, serta memantau kondisi lingkungan secara real time melalui sensor yang terhubung dengan platform IoT. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem tata udara cerdas di rumah sakit, yang efisien, higienis, dan mendukung penerapan konsep smart hospital di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari latar belakang penelitian yang telah dijelaskan adalah Bagaimana merancang Sistem Dehumidifikasi berbasis roda desikan yang mampu menjaga kestabilan temperatur dan kelembapan 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 pengerjaan tugas akhir ini dibagi beberapa poin berikut.

1. Merancang sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan pada ruang NICU Rumah Sakit Universitas Andalas dengan mengacu pada standar yang berlaku
2. Membandingkan *Relative Humidity* (RH) input dan output pada hasil rancangan sistem Dehumidifikasi.
3. Menentukan *Dehumidification Coefficient of Performance* (DCOP) dari hasil rancangan sistem

1.4 Manfaat

Tugas akhir ini dapat memberikan beberapa manfaat, di antaranya:

1. Melalui perancangan sistem dehumidifikasi yang sesuai standar, dapat diperoleh dasar pengendalian temperatur dan kelembapan udara pada ruang NICU.
2. Dengan hasil perancangan yang dilakukan, rumah sakit memperoleh solusi sistem dehumidifikasi yang efisien untuk mendukung kenyamanan dan keselamatan pasien melalui pengendalian kelembapan udara yang optimal.
3. Dengan penerapan sistem dehumidifikasi yang optimal, dapat tercipta lingkungan ruang NICU yang sehat dan efisien energi, sehingga membantu mengurangi risiko infeksi nosokomial.

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 diekrjakan dengan baik

1. Fokus penelitian pada perancangan sistem *dehumidifier* 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, beban kelembapan , kelembapan, distribusi udara dan tekanan udara, dengan mengacu pada standar ASHRAE dan Permenkes RI No. 40 tahun 2022 terkait fasilitas rumah sakit, terutama ruangan NICU.
3. Penelitian ini berfokus pada perancangan sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan tidak membahas sistem HVAC.

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. Bab ini membahas latar belakang pemilihan topik mengenai rancang bangun sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan pada ruang NICU Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas. Selain itu, dipaparkan pula rumusan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan penelitian yang hendak dicapai, manfaat dari penelitian yang dilakukan, ruang lingkup atau batasan masalah yang menjadi fokus kajian, serta sistematika penulisan laporan penelitian secara keseluruhan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka. Pada bab ini disajikan kajian literatur yang mendukung penelitian mengenai perancangan sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan untuk ruang NICU. Pembahasan mencakup konsep dasar pengkondisian udara, karakteristik kelembapan pada iklim tropis, prinsip kerja proses dehumidifikasi, teori mengenai roda desikan beserta parameter kinerjanya, serta definisi dan perhitungan beban kelembapan yang menjadi dasar analisis dalam sistem dehumidifikasi. Selain itu, pada bab ini juga diuraikan penelitian-penelitian terdahulu yang relevan sebagai landasan teoritis dalam mendukung proses analisis, desain, dan evaluasi kinerja sistem yang dirancang.

Bab 3 Metodologi. Bab ini menjelaskan metode dan langkah-langkah yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian, mulai dari prosedur analisis, teknik perhitungan, hingga tahapan-tahapan penelitian lainnya. Penjelasan pada bab ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian serupa di masa mendatang.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan. Bab ini berisi uraian hasil penelitian mengenai rancang bangun sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan. Di dalamnya dipresentasikan data hasil pengukuran lapangan, perhitungan beban pendinginan ruang, rancangan distribusi udara, pemilihan kapasitas unit dehumidifier, serta tahapan analisis yang dilakukan berdasarkan standar teknis yang berlaku. Bab ini juga berfungsi sebagai pedoman dalam memahami proses pelaksanaan penelitian secara komprehensif.

Bab 5 Penutup. Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang merangkum jawaban atas rumusan masalah dan pencapaian tujuan penelitian terkait rancang bangun sistem dehumidifikasi berbasis roda desikan pada ruang NICU Rumah Sakit Universitas Andalas. Selain itu, diberikan pula saran dan rekomendasi untuk pengembangan penelitian selanjutnya, seperti pemanfaatan sumber energi terbarukan, misalnya panas buangan (*waste heat*) atau energi surya, untuk proses regenerasi roda desikan guna mendukung efisiensi energi serta penerapan konsep rumah sakit hijau (*green hospital*).

