BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara adalah salah satu sumber kehidupan bagi setiap makhluk hidup terkhususnya manusia yang didapat secara bebas. Bersih atau pun kotornya kualitas udara ditentukan oleh aktivitas manusia salah satunya bentuk aktivitas tersebut merupakan merokok. Salah satu ruangan yang berpotensi mengalami masalah polusi udara dalam ruangan yaitu dirumah sakit. Rumah sakit sebagai tempat pelayanan kesehatan bagi masyarakat harus memiliki ruang rawat inap yang memenuhi syarat kesehatan, baik kualitas udara, konstruksi maupun fasilitas.

Pemerintah Indonesia telah mengatur persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204/MENKES/SK/X/2004 yaitu udara didalam ruang rawat harus bebas kuman patogen dan kadar debu (particulate matter) berdiameter kurang dari 10 micron dengan pengujian selama 2 jam dengan sempel per data setiap 15 menit pengukuran 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan data yang diambil adalah nilai tertinggi setiap 15 menit tersebut.

Kualitas udara yang tidak terkontrol di rumah sakit dapat menimbulkan berbagai dampak buruk bagi kesehatan pasien dan tenaga medis. Debu, polutan, dan mikroorganisme berbahaya yang tersebar melalui sistem pendingin udara (AC) dapat menyebabkan gangguan pernapasan seperti asma, bronkitis, atau infeksi saluran pernapasan akut (ISPA). Pasien dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah, seperti mereka yang sedang menjalani perawatan pasca operasi atau pengobatan kanker, sangat rentan terhadap paparan polutan ini. Selain itu, debu yang mengandung partikel kimia berbahaya dapat memicu reaksi alergi, iritasi mata, dan sakit kepala, sehingga memperlambat proses pemulihan pasien.

Tidak hanya berdampak pada pasien, kualitas udara yang buruk juga memengaruhi kinerja tenaga medis dan staf rumah sakit. Lingkungan kerja dengan tingkat polutan tinggi dapat menurunkan produktivitas, meningkatkan risiko

kelelahan, dan menyebabkan berbagai masalah kesehatan jangka panjang. Selain itu, penyebaran debu dan mikroorganisme melalui sistem AC dapat meningkatkan risiko infeksi nosokomial, yaitu infeksi yang didapat selama perawatan di rumah sakit. Hal ini tentu akan berdampak pada reputasi dan kepercayaan terhadap fasilitas kesehatan.

Monitoring real-time adalah proses pemantauan yang dilakukan secara langsung dan berkelanjutan dengan hasil yang dapat diakses seketika. Sistem ini dapat meningkatkan data tentang tingkat debu dan polutan di lingkungan rumah sakit diperoleh secara cepat dan akurat. Dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) dan sensor MQ-135, data dikirim ke platform berbasis web atau aplikasi mobile, sehingga pengguna dapat segera mengetahui kondisi udara saat itu juga. Keunggulan monitoring real-time adalah kemampuannya untuk mendeteksi perubahan kualitas udara secara dinamis, memberikan peringatan dini, dan memungkinkan intervensi yang lebih cepat sebelum masalah menjadi lebih serius.

Kualitas udara di rumah sakit sangat berpengaruh terhadap kesehatan pasien dan tenaga medis. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem monitoring real-time untuk memastikan bahwa kondisi udara tetap bersih dan sehat. Sistem ini memberikan solusi efektif untuk mengatasi risiko polusi yang seringkali tidak terdeteksi dengan metode pemantauan konvensional. Dengan memanfaatkan teknologi real-time, pihak pengelola rumah sakit dapat segera mengetahui jika terjadi peningkatan konsentrasi debu atau polutan yang berbahaya. Kecepatan dan keakuratan dalam mendapatkan informasi ini sangat penting untuk melakukan tindakan pencegahan, seperti perawatan sistem AC atau peningkatan sirkulasi udara, sehingga lingkungan rumah sakit tetap terjaga dan bebas dari potensi penyebaran penyakit.

Internet of Things (IoT) mencakup suatu alat yang memiliki kemampuan untuk mengirimkan data melalui jaringan internet, memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengendalikannya dari jarak jauh. Beberapa fitur IoT termasuk konektivitas langsung ke internet, dan "benda" pada Internet of Things adalah benda atau peralatan yang dapat dipasang chip mikrokontroler agar dapat terhubung ke internet dan dikendalikan melalui smartphone. Sistem pengendalian AC ini

menggunakan aplikasi Blynk yang berfungsi untuk mengontrol dan memonitoring suhu yang terhubung ke internet.

Teknologi Internet of Things (IOT) telah berkembang pesat dan memberikan solusi efektif dalam berbagai bidang, termasuk pemantauan kualitas udara. Dengan Internet of Things (IOT), perangkat sensor dapat terhubung ke internet untuk mengumpulkan dan mengirimkan data secara real-time. Teknologi ini memungkinkan pengelolaan dan pemantauan kualitas udara dari jarak jauh melalui aplikasi berbasis web atau mobile. Dalam konteks rumah sakit, penerapan Internet of Things (IOT) dapat membantu mengidentifikasi tingkat polutan dan debu secara akurat, sehingga pihak pengelola dapat mengambil langkah pencegahan lebih cepat. Selain itu, Internet of Things (IOT) memungkinkan integrasi sistem dengan notifikasi otomatis dan analisis data yang lebih canggih, menjadikannya alat yang sangat efisien untuk menjaga kebersihan dan kesehatan lingkungan.

Alat pendeteksi debu untuk sistem AC di rumah sakit ini akan menggunakan beberapa komponen utama yang mendukung pemantauan kualitas udara secara real-time. NodeMCU ESP8266 akan digunakan sebagai pusat pengendali sistem. NodeMCU ESP8266 ini memiliki kemampuan konektivitas Wi-Fi untuk mengirimkan data ke server atau aplikasi monitoring. Sensor debu GP2Y1010AU0F, akan berperan sebagai pendeteksi utama untuk mengukur tingkat debu dan polutan di udara, seperti gas berbahaya dan partikel debu. Untuk memvisualisasikan hasil pengukuran, data akan dikirim dan ditampilkan melalui aplikasi berbasis Internet of Things (IOT) seperti Blynk, yang memungkinkan pemantauan jarak jauh secara praktis dan efisien.

Selain itu, alat ini akan dilengkapi dengan modem Bolt Wi-Fi sebagai penyedia koneksi internet untuk memastikan data dapat dikirimkan secara terus-menerus. Untuk daya, digunakan adaptor yang sesuai dengan kebutuhan modem dan NodeMCU, serta sistem backup baterai agar alat tetap berfungsi saat terjadi pemadaman listrik. Lampu indikator juga ditambahkan sebagai pemberi informasi visual mengenai tingkat kualitas udara di lokasi pemantauan. Dengan kombinasi

komponen-komponen ini, alat yang dibangun diharapkan dapat memberikan data akurat dan memudahkan rumah sakit dalam menjaga kualitas udara di lingkungan mereka.

Konektivitas yang stabil dan efisien adalah elemen penting dalam sistem pendeteksi debu berbasis Internet of Things (IOT) di rumah sakit. Wi-Fi merupakan singkatan dari Wireless Fidelity yaitu sebuah media penghantar komunikasi data tanpa kabel yang bisa digunakan untuk komunikasi atau mentransfer program dan data dengan kemampuan yang sangat cepat. Wi-Fi juga dapat diartikan teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik untuk bertukar data dengan menggunakan gelombang radio (nirkabel) melalui sebuah jaringan komputer, termasuk koneksi internet berkecepatan tinggi.

Menggunakan modem Bolt Wi-Fi sebagai penyedia koneksi internet memastikan bahwa data yang dikumpulkan dari sensor dapat dikirimkan secara real-time ke platform monitoring. NodeMCU ESP8266 berperan sebagai penghubung antara sensor dan server dengan memanfaatkan konektivitas Wi-Fi. Data yang diperoleh dari sensor debu GP2Y1010AU0F, seperti kadar debu atau polutan, akan dikirimkan ke server dan ditampilkan melalui aplikasi berbasis web atau mobile, seperti Blynk. Dengan sistem ini, pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi udara dari berbagai lokasi, tanpa harus berada di tempat pengukuran secara fisik.

Kecepatan pengiriman data juga menjadi perhatian penting untuk memastikan pemantauan real-time yang efektif. Dalam sistem ini, waktu pengiriman dan penerimaan data dioptimalkan agar selisih waktunya sekecil mungkin, sehingga pengguna dapat segera mengetahui perubahan kondisi udara. Selain itu, integrasi dengan aplikasi monitoring yang menyediakan fitur notifikasi dapat memberikan peringatan dini jika tingkat debu atau polutan melebihi ambang batas aman. Dengan demikian, konektivitas dan sistem pengiriman data yang andal membantu pihak rumah sakit dalam menjaga kualitas udara secara lebih proaktif dan efisien.

Lingkungan rumah sakit harus senantiasa terjaga kebersihannya untuk mencegah penyebaran penyakit dan mendukung proses pemulihan pasien. Sistem pendingin udara (AC) yang digunakan secara intensif di banyak ruang perawatan dapat menjadi sumber penyebaran debu dan polutan jika tidak diawasi dengan baik. Oleh karena itu, alat pendeteksi debu berbasis IoT sangat relevan untuk diterapkan di rumah sakit. Dengan sistem ini, kualitas udara dapat dipantau secara real-time, dan tindakan pencegahan dapat segera diambil apabila terjadi peningkatan kadar polutan. Hal ini tidak hanya melindungi pasien dengan kondisi rentan tetapi juga membantu menjaga kesehatan tenaga medis dan pengunjung rumah sakit.

Penelitian Ikhwan et al. (2023) menunjukkan robot mampu bernavigasi dengan cukup lancar dan optimal walau hanya dengan menggunakan sebuah sensor ultrasonik HC-SR04. Meski demikian, tantangan yang lebih kompleks dalam rumah tangga, seperti terjebak di gulungan karpet, menangani sampah atau kotoran yang beraneka ragam, atau bergerak di ruang sempit, masih menjadi hal yang belum sepenuhnya diatasi oleh robot ini.

Kualitas udara yang baik di rumah sakit sangat penting untuk memastikan kenyamanan dan kesehatan pasien serta tenaga medis. Namun, sistem pendingin ruangan (AC) yang tidak terpantau dengan baik dapat menjadi sumber debu dan polutan yang memengaruhi kualitas udara di dalam ruangan. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan alat pendeteksi debu berbasis sistem monitoring real-time dengan teknologi IoT. Rancang bangun alat ini memanfaatkan Node MCU ESP8266 sebagai pengendali utama, sensor kualitas udara seperti Sensor debu GP2Y1010AU0F untuk mendeteksi tingkat polutan, dan aplikasi Blynk untuk memantau data secara online. Sistem ini didukung oleh modem Wi-Fi untuk konektivitas dan lampu indikator sebagai penanda kualitas udara. Agar dapat beroperasi secara kontinu, sistem ini dilengkapi dengan adaptor dan baterai cadangan (backup power) untuk memastikan alat tetap berfungsi saat terjadi pemadaman listrik. Dengan alat ini, kualitas udara di rumah sakit dapat dipantau secara efektif, sehingga lingkungan tetap sehat dan aman.

Penelitian ini menjadi sangat mendesak mengingat kualitas udara yang buruk dapat berdampak serius terhadap kesehatan di lingkungan rumah sakit. Risiko infeksi nosokomial dan gangguan pernapasan akibat polusi udara dapat meningkat tanpa pemantauan yang tepat. Melalui pengembangan sistem pendeteksi debu berbasis Internet Of Things (IOT), rumah sakit dapat mengimplementasikan solusi yang cepat dan efisien untuk memantau kualitas udara secara real-time. Signifikansi penelitian ini terletak pada kemampuannya untuk meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan, meminimalkan risiko kesehatan akibat polusi udara, dan memastikan lingkungan rumah sakit tetap aman dan nyaman bagi pasien, tenaga medis, serta pengunjung.

Berdasarkan permasalahan tingginya risiko polusi udara akibat debu dari sistem AC di rumah sakit, diperlukan sebuah solusi yang efektif untuk pemantauan kualitas udara secara berkala dan akurat. Penggunaan teknologi Internet Of Things (IOT) dengan sensor canggih dapat mendeteksi perubahan kualitas udara secara real-time, memberikan data yang akurat, serta memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat. Dengan adanya alat pendeteksi debu ini, rumah sakit dapat mengurangi risiko penyebaran penyakit, terutama bagi pasien dengan gangguan pernapasan dan sistem imun yang lemah. Maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “ Rancang Bangun Alat Pendeteksi Debu Sistem Ac Dirumah Sakit”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara sistem alat pendeteksi debu berbasis *Internet Of Things* (IOT) yang dapat memantau kualitas udara dari sistem AC di rumah sakit secara *real-time*?
2. Bagaimana proses perancangan dan pembuatan alat pendeteksi debu pada sistem pendingin udara (AC) di rumah sakit berbasis Internet of Things (IoT)?
3. Bagaimana kinerja sensor GP2Y1010AU0F dan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dalam mendeteksi dan mengirimkan data kualitas udara secara *real-time*?

4. Bagaimana sistem monitoring real-time berbasis aplikasi Blynk dapat memberikan informasi dan peringatan dini terkait kualitas udara di ruang rumah sakit?
5. Sejauh mana efektivitas alat pendeteksi debu berbasis IoT dalam membantu rumah sakit menjaga kualitas udara dan meminimalisasi resiko gangguan kesehatan akibat polusi udara dalam ruangan?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terfokus dan tidak meluas dari pembahasan dimaksudkan, maka skripsi ini membatasi ruang lingkup penelitian yaitu :

1. Penelitian ini menggunakan Sensor debu GP2Y1010AU0F untuk mendeteksi kualitas udara.
2. Pemantauan debu hanya dilakukan pada area sekitar unit AC.
3. Alat membutuhkan koneksi Wi-Fi yang stabil untuk dapat mengirimkan data ke aplikasi monitoring secara real-time.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka penelitian ini merumuskan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun alat pendeteksi debu berbasis *Internet Of Things* (IOT) untuk memantau kualitas udara dari sistem AC di rumah sakit secara real-time.
2. Menguji akurasi sensor kualitas udara (Sensor debu GP2Y1010AU0F) dalam mendeteksi tingkat debu dan polutan di lingkungan rumah sakit.
3. Mengoptimalkan kinerja AC dirumah sakit dengan memantau kondisi udara yang lebih baik.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut :

1. Manfaat Teoretis

Menjadi referensi untuk pengembangan alat pemantauan kualitas udara berbasis teknologi *Internet Of Things (IOT)* di berbagai lingkungan lainnya.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Rumah Sakit

Membantu rumah sakit dalam memantau dan menjaga kualitas udara agar tetap sesuai dengan standar kesehatan untuk pasien dan tenaga medis.

b. Bagi Pengguna

Memudahkan pengguna untuk mendapatkan informasi real-time tentang kualitas udara melalui aplikasi berbasis IoT.

1.5 Metode Penyelesaian Masalah

Berdasarkan permasalahan yang diuraikan dalam latar belakang, metode penyelesaian masalah dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang terstruktur sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah Kualitas Udara

Tahap awal dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan utama, yaitu buruknya kualitas udara di lingkungan rumah sakit akibat debu dan polutan dari sistem pendingin udara (AC) yang tidak terpantau dengan baik. Peneliti menelaah potensi dampak terhadap pasien dan tenaga medis, termasuk risiko infeksi nosokomial dan gangguan pernapasan.

2. Kajian Regulasi dan Standar Kesehatan Lingkungan

Mengkaji peraturan terkait, seperti Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204/MENKES/SK/X/2004, untuk menentukan batas aman partikel debu (PM10) di ruang rawat inap sebagai acuan teknis sistem yang dirancang.

3. Perancangan Alat Pendeteksi Debu Berbasis IoT

Berdasarkan permasalahan dan kebutuhan rumah sakit, dirancang sebuah alat berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu mendeteksi dan memantau kualitas udara secara real-time. Alat ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor debu GP2Y1010AU0F

sebagai pendeteksi partikel udara, dan modem Bolt Wi-Fi sebagai penyedia koneksi internet.

4. Integrasi Sistem Monitoring Real-Time

Untuk menanggulangi keterbatasan pemantauan konvensional, sistem dikembangkan dengan integrasi ke dalam platform aplikasi Blynk. Hal ini memungkinkan pengguna (pihak rumah sakit) memantau kondisi udara dari jarak jauh, mendapatkan notifikasi dini, serta mengambil tindakan pencegahan dengan cepat.

5. Perakitan dan Pengujian Alat

Setelah perancangan selesai, dilakukan perakitan perangkat serta pengujian fungsi utama, seperti:

- a. Pembacaan kadar debu oleh sensor
- b. Pengiriman data melalui jaringan Wi-Fi
- c. Visualisasi data secara real-time di aplikasi mobile
- d. Respon sistem terhadap perubahan konsentrasi debu

6. Evaluasi Kinerja Sistem

Tahap akhir mencakup evaluasi efektivitas sistem dalam mendeteksi dan menginformasikan perubahan kualitas udara. Penilaian dilakukan berdasarkan kecepatan sistem, akurasi sensor, stabilitas koneksi, dan kemampuan memberikan peringatan dini terhadap kondisi udara tidak sehat.