

DESAIN PERANCANGAN ALAT DETEKSI KONDISI RUANGAN UNTUK PENDERITA SLEEP APNEA BERBASIS ESP32

Yanuar Feriyanto^{1*}, Arif Setia Sandi A¹, Deny Nugroho Triwibowo¹

¹Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Harapan Bangsa

Jl. KH. Wahid Hasyim No.274-A, Windusara, Karangklesem, Purwokerto Selatan, Banyumas 53144, Indonesia

¹yanuarferiyanto57@gmail.com*; arifsetia@uhib.ac.id; ¹denynugroho@uhib.ac.id

ABSTRAK

Sleep apnea merupakan masalah gangguan tidur serius yang ditandai dengan berhentinya pernapasan secara berulang-ulang selama tidur. Kondisi ini dapat mengurangi kualitas tidur secara signifikan dan memberikan dampak pada kesehatan bagi penderita sleep apnea yang mengalaminya. Pada kondisi tersebut dapat mempengaruhi gangguan tidur yang bisa menyebabkan terjadinya seperti kekurangan oksigen, tekanan darah tinggi, penyakit jantung bahkan bisa terjadi gangguannya lainnya. Gangguan tidur juga seringkali tidak disadari oleh penderita sehingga diagnosis dan penanganan sering terlambat dilakukan. Faktor lingkungan tidur, termasuk suhu, kelembapan, kualitas udara, pencahayaan, dan suara sangat mempengaruhi kondisi ruangan pada penderita sleep apnea. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah alat yang dapat mendeteksi kondisi ruangan secara langsung agar lingkungan tidur tetap ideal. Penelitian ini mengembangkan desain perancangan alat untuk mendeteksi kondisi ruangan menggunakan mikrokontroler ESP32, sistem ini dilengkapi dengan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor MQ-135 untuk memantau kualitas udara, sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, serta sensor KY037 untuk mendeteksi suara. Seluruh data yang diperoleh dari sensor tersebut kemudian dikirimkan melalui koneksi Wi-Fi menuju aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau informasi tersebut secara langsung melalui smartphone. Desain perancangan alat ini tidak hanya memberikan informasi kondisi ruangan, tetapi juga dapat menjadi solusi efektif untuk membantu penderita sleep apnea menjaga kualitas tidurnya. Dengan demikian, alat ini dapat menyajikan data lingkungan yang relevan, serta mempermudah pengguna dalam melakukan monitoring kondisi ruangan

Kata kunci : Sleep apnea , IoT, Mikrokontroler ESP32, Deteksi Ruangan, Desain Perancangan

ABSTRACT

Sleep apnea is a serious sleep disorder characterized by repeated interruptions of breathing during sleep. This condition can significantly reduce sleep quality and have an impact on the health of individuals experiencing sleep apnea. In this condition, it can affect sleep disturbances that may lead to oxygen deficiency, high blood pressure, heart disease, and even other complications. Sleep disorders are also often not recognized by sufferers, resulting in delayed diagnosis and treatment. Environmental factors during sleep, including temperature, humidity, air quality, lighting, and noise, greatly influence the room conditions of people with sleep apnea. Therefore, a device is needed that can directly detect room conditions to keep the sleeping environment ideal. This research develops a device design to detect room conditions using an ESP32 microcontroller; this system is equipped with a DHT22 sensor to measure temperature and humidity, an MQ-135 sensor to monitor air quality, a BH1750 sensor to measure light intensity, and a KY037 sensor to detect sound. All data obtained from these sensors are then transmitted via Wi-Fi connection to the Blynk application, allowing users to monitor this information directly through their smartphones. This device design not only provides information on room conditions but can also be an effective solution to help sleep apnea sufferers maintain their sleep quality. Thus, this tool can present relevant environmental data and make it easier for users to monitor room conditions

Keywords : Sleep apnea , IoT,ESP32 Microcontroller, Room Detection, Design Planning

PENDAHULUAN

Sleep apnea merupakan salah satu gangguan tidur serius yang ditandai dengan berhentinya napas secara berulang kali akibat penyumbatan saluran pernapasan (Nguyen & Patel, 2024). Kondisi ini dapat menyebabkan kualitas tidur, gangguan konsentrasi, kelelahan, hipertensi, hingga risiko penyakit jantung (Purnama, 2019). Penderita *sleep apnea* seringkali tidak menyadari gejalanya, sehingga pemantauan faktor kondisi ruangan untuk penderita *sleep apnea* menjadi penting untuk menjaga kualitas tidur (Jannah & Hidajat, 2024). Oleh karena itu, pemantauan kondisi lingkungan tidur menjadi salah satu upaya yang mendukung penanganan penderita *sleep apnea* (Du et al., 2022).

Lingkungan tidur memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas tidur bagi penderita *sleep apnea* (Farasari et al., 2022). Suhu ruangan yang tidak stabil, kelembapan yang tidak sesuai, kualitas udara yang buruk, pencahayaan berlebih, serta tingkat kebisingan tinggi dapat memperburuk gejala yang dialami oleh penderita *sleep apnea* (Febriansyah & Dwicahya, 2024). Oleh karena itu, monitoring kondisi ruangan secara *real-time* menjadi penting agar penderita dapat menyesuaikan faktor lingkungan sesuai dengan standar kenyamanan tidur yang ideal (Nurillah et al., 2020).

Di era modern ini salah satu teknologi yang berkembang pesat dan digunakan untuk integrasi monitoring adalah IoT (Anggoro, 2021). Pengertian *Internet of Things (IoT)* merupakan sebuah konsep di mana teknologi yang memungkinkan benda-benda fisik seperti sensor, aktuator, dan perangkat elektronik lainnya saling terhubung melalui jaringan internet untuk bertukar informasi (Selay et al., 2020). Dengan adanya *Internet of Things* penelitian ini menghadirkan solusi pemantauan kondisi ruangan melalui integrasi sensor dengan mikrokontroler (Hidayat & Sari, 2021). Dari berbagai jenis mikrokontroler penelitian ini memilih ESP32, karena memiliki kemampuan komunikasi Wi-Fi dan Bluetooth, daya pemrosesan yang cepat, serta mendukung koneksi pada aplikasi berbasis cloud (Kusumah & Pradana, 2019). Adanya dukungan berbagai sensor, ESP32 dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, kualitas udara, cahaya, dan kebisingan secara *real-time* (Ridho'i et al., 2023).

Untuk mengintegrasikan hasil deteksi sensor, penelitian ini menggunakan Blynk (Syukhron, 2021). Blynk adalah platform IoT yang digunakan untuk memudahkan pengembangan aplikasi monitoring berbasis smartphone (Artiyasa et al.,

2021). Melalui aplikasi Blynk, data sensor dapat ditampilkan dari hasil deteksi sensor dan memberikan indikator kondisi ruangan secara *real-time*, maupun notifikasi bagi pengguna (Windarto et al., 2020). Dengan tampilan antarmuka yang sederhana dan mudah dipahami, penderita *sleep apnea* dapat mengetahui kondisi ruangan dengan mudah, sehingga mendukung terciptanya kualitas tidur yang lebih baik (Li & Huang, 2021).

Berdasarkan hal tersebut, desain perancangan alat deteksi kondisi ruangan untuk penderita *sleep apnea* berbasis ESP32 secara *real-time* diharapkan menjadi solusi teknologi yang efektif dan efisien. Penelitian ini membahas pentingnya pemantauan kondisi lingkungan tidur bagi penderita *sleep apnea*, yang meliputi suhu, kelembapan, kualitas udara, pencahayaan, dan kebisingan. Penelitian ini juga dirancang dan digunakan sebelum tidur untuk merekam perubahan lingkungan. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada kamar tidur berukuran 3x4 meter dengan ventilasi alami berupa jendela sebagai saluran udara alami, tanpa pendingin (AC), dan dilengkapi dengan pencahayaan. Batasan ini ditetapkan agar penelitian lebih sesuai dengan kondisi kamar tidur yang umum ada di masyarakat, tujuan penelitian ini adalah merancang sistem monitoring kondisi kamar tidur berbasis IoT guna mendukung kualitas tidur penderita *sleep apnea*. Indikator keberhasilan dari penelitian ini meliputi kemampuan sensor dalam membaca parameter suhu, kelembapan, kualitas udara, cahaya, dan kebisingan yang kemudian terhubung *smartphone* untuk menampilkan data secara *real-time* (Febriansyah & Dwicahya, 2024).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah terletak yang dituju. Penelitian sebelumnya lebih menekankan pada deteksi sinyal fisiologi penderita atau aspek medis penyakitnya, sedangkan pada penelitian ini lebih menitikberatkan pada monitoring lingkungan kamar tidur. Kontribusi dari penelitian ini adalah memberikan rancangan sistem monitoring kondisi ruangan berbasis *mikrokontroler* ESP32, dan berkontribusi dalam pengembangan konsep desain alat berbasis IoT di bidang kesehatan khususnya pemantauan lingkungan tidur. Dengan adanya pemanfaatan teknologi *Internet of Things (IoT)*, sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan berbagai sensor lingkungan. Dari data sensor yang dikirim secara *real-time* ke aplikasi Blynk sehingga membuat pengguna dapat memantau kondisi ruangan melalui *smartphone*. Integrasi teknologi ini membantu penderita *sleep apnea* mengetahui kondisi ruangnya, sistem ini menjadi solusi praktis yang dapat menjaga kualitas tidur bagi

penderita *sleep apnea* pengawasan lingkungan tidur yang lebih efektif dan optimal.

METODE PENELITIAN

Tahap Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui enam tahapan utama yang saling terhubung, dimulai dari identifikasi masalah hingga tahap kesimpulan dan saran. Setiap tahapan dirancang secara sistematis agar proses perancangan alat berjalan terarah dan menghasilkan rancangan sistem yang siap diterapkan pada penelitian berikutnya. Tahapan penelitian diantaranya sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini adalah melakukan atau menentukan isu utama yang menjadi dasar penelitian. Jadi peneliti mengamati bahwa penderita *sleep apnea* memerlukan kondisi lingkungan tidur yang stabil dan nyaman. Faktor-faktor seperti suhu, kelembapan, kualitas udara, cahaya, dan kebisingan diketahui berpengaruh terhadap kualitas tidur. Berdasarkan hal tersebut, ditetapkan kebutuhan untuk merancang sebuah alat yang mampu mendeteksi dan memantau kondisi ruangan, secara real-time guna mendukung kenyamanan tidur penderita *sleep apnea*. Hasil dari tahap ini berupa rumusan masalah, batasan penelitian, serta tujuan yang akan dicapai melalui rancangan sistem monitoring berbasis ESP32

2. Studi Literatur

Pada tahap ini bertujuan mengumpulkan referensi ilmiah terkait penelitian sejenis. Kegiatan tahap ini meliputi peninjauan terhadap penelitian terdahulu mengenai sistem monitoring berbasis *Internet of Things* (IoT), penggunaan sensor lingkungan, serta penelitian yang berkaitan dengan gangguan tidur *sleep apnea*. Hasil kajian didapatkan pemahaman tentang teknologi dan metode yang relevan, serta ditemukan perbedaan penelitian ini dibandingkan studi sebelumnya, yaitu fokus pada desain sistem pemantauan kondisi ruangan dengan integrasi beberapa sensor lingkungan yang terhubung ke platform Blynk IoT

3. Perancangan Sistem

Pada tahap ini adalah merupakan bagian inti dari penelitian. Pada tahap ini dilakukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dengan komponen utama yaitu ESP32 sebagai pusat pengendali serta sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, MQ-135 untuk kualitas udara,

BH1750 untuk cahaya, dan KY037 untuk kebisingan. Data yang diperoleh sensor dikirim secara real-time ke aplikasi Blynk IoT melalui koneksi Wi-Fi untuk dipantau oleh pengguna

4. Simulasi dan Pengujian Awal

Tahap ini melakukan secara konseptual untuk memastikan kesesuaian rancangan sistem dengan tujuan penelitian. Karena penelitian masih berada tahap desain, pengujian dilakukan dalam bentuk simulasi logika kerja sistem dan alur pembacaan sensor. Tahap ini bertujuan mengidentifikasi potensi kendala seperti keterlambatan pengiriman data, kestabilan koneksi Wi-Fi, serta respons sistem terhadap perubahan nilai sensor. Hasil simulasi dipergunakan sebagai dasar melakukan penyempurnaan rancangan sebelum tahap implementasi alat fisik dilakukan

5. Analisis dan Evaluasi Rancangan

Pada tahap bertujuan menilai kesesuaian desain sistem terhadap kebutuhan dan efektivitasnya secara konseptual. Pada tahap ini dilakukan peninjauan menyeluruh terhadap rancangan dan perencanaan skema uji yang telah disusun. Pengujian direncanakan berlangsung selama dua jam pada malam hari, dengan interval pengambilan data setiap lima detik dalam kondisi kamar tidur berukuran 3x4 meter dengan ventilasi alami. Data hasil sensor nantinya akan dibandingkan dengan alat pembanding menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE) untuk mengukur tingkat kesalahan rerata pembaca sensor. Selain itu, kestabilan koneksi Wi-Fi dan potensi kehilangan data juga menjadi aspek penting yang akan dievaluasi

6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap ini berfungsi merangkum hasil penelitian dan memberikan rekomendasi tahap pengembangan berikutnya. Pada tahap ini, disimpulkan bahwa peneliti telah berhasil merancang sistem monitoring kondisi ruangan berbasis ESP32 yang mampu mendeteksi parameter lingkungan secara real-time melalui aplikasi Blynk IoT. Karena penelitian masih berada pada tahap perancangan, disarankan agar tahap selanjutnya fokus pada pembuatan dan pengujian alat secara langsung untuk mengukur performa aktual, melakukan kalibrasi sensor dengan alat pembanding sederhana, serta meningkatkan kestabilan koneksi dan pengiriman data agar sistem dapat berfungsi dengan optimal.

Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan sistem monitoring kondisi ruangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang dikembangkan untuk membantu penderita *sleep apnea* memantau kualitas lingkungan tidur. Sistem ini dirancang agar mampu mendeteksi beberapa parameter utama seperti suhu, kelembapan, kualitas udara, tingkat pencahayaan, dan kebisingan di dalam ruangan. Untuk memperoleh data tersebut digunakanlah empat sensor, yaitu DHT22 sebagai pengukur suhu dan kelembapan, MQ-135 untuk mendeteksi kualitas udara, BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, serta KY037 untuk mendeteksi tingkat kebisingan.

Semua sensor dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat pengolahan data. Mikrokontroler ini membaca data dari setiap sensor melalui jalur komunikasi digital, dan analog, kemudian melakukan proses pengolahan agar hasil pengukuran lebih stabil dan akurat. Setelah data diperoleh, ESP32 mengirimkan hasilnya melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk. Aplikasi Blynk berfungsi sebagai tampilan dan penyimpanan data secara *real-time* yang dapat diakses langsung melalui smartphone pengguna.

Cara kerja sistem ini dimulai ketika alat dinyalakan, di mana ESP32 akan melakukan inisialisasi koneksi dan sensor. Selanjutnya, setiap beberapa detik sesuai interval pengambilan data, ESP32 membaca hasil pengukuran dari keempat sensor tersebut dan mengirimkan data ke dashboard aplikasi Blynk. Pengguna dapat memantau kondisi ruangan secara langsung, dan apabila terdapat parameter yang melebihi batas normal, sistem dapat memberikan notifikasi sebagai tanda peringatan.

Secara keseluruhan, rancangan sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui kondisi lingkungan tidur dengan mudah dan cepat. Dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 dan koneksi Wi-Fi, sistem ini dapat menjadi solusi efektif dalam mendukung kualitas tidur yang lebih baik bagi penderita *sleep apnea* serta memiliki potensi untuk dikembangkan menjadi perangkat pemantau lingkungan tidur yang praktis.

Alat dan Bahan Penelitian

a. Mikrokontroler Esp32

ESP32 digunakan sebagai pusat kendali (main controller) sistem. Mikrokontroler ini bertugas menerima data dari sensor, mengelola data, dan mengirimkannya ke platform IoT (Blynk). Keunggulan ESP32 ini terletak pada koneksi Wi-Fi dan Bluetooth, serta dukungan untuk beberapa pin input/ output digital analog

b. Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22

Digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan ruangan. Sensor ini memiliki akurasi tinggi dengan keluaran digital. Data dari sensor ini menjadi indikator kenyamanan suhu dan kelembapan kondisi ruangan tidur bagi penderita *sleep apnea*

c. Sensor Kualitas Udara MQ-135

Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi kualitas udara, terutama konsentrasi gas seperti karbon dioksida (CO₂), ammonia, dan zat-zat kimia berbahaya lainnya yang dapat memperburuk gangguan tidur

d. Sensor Cahaya BH1750

Sensor ini digunakan untuk mengukur intensitas pencahayaan (lux) di dalam ruangan tidur. Cahaya yang terlalu terang dapat mengganggu siklus sirkadian penderita *sleep apnea*

e. Sensor Suara KY037

Sensor suara ini digunakan untuk mendeteksi tingkat kebisingan di sekitar tempat tidur. Kebisingan di atas ambang batas (>40 Db) dapat menyebabkan *micro-arousal* dan mengganggu kualitas tidur

f. Platform Blynk

Aplikasi Blynk ini digunakan sebagai media pemantauan berbasis IoT. Data dari ESP32 dikirim ke Blynk secara *real-time* menggunakan koneksi Wi-Fi. Blynk menampilkan data suhu, kelembapan, kualitas udara, cahaya, dan suara dalam bentuk grafik maupun indikator visual

g. Power Supply

Digunakan untuk memberikan tegangan menghidupkan rangkaian ke ESP32 dengan adanya *power supply* rangkaian dapat bekerja secara konsisten

h. Kabel Jumper

Kabel jumper merupakan komponen penting untuk menyambungkan ESP32 dengan sensor tanpa melakukan proses penyolderan permanen. Tiga jenis kabel yang dipakai yaitu *male to male*, *male to female*, dan *female to female*, masing-masing berfungsi sesuai kebutuhan jenis pin antar perangkat. Dengan adanya kabel jumper, rangkaian dapat disusun lebih fleksibel dan mudah diatur ulang

i. Laptop dengan Arduino IDE

Digunakan sebagai media untuk membuat, menyusun, dan mengunggah program ke mikrokontroler ESP32 melalui koneksi USB. Selain itu, laptop juga berperan dalam proses konfigurasi komunikasi dengan aplikasi Blynk serta memantau jalannya program agar sistem dapat berfungsi sesuai perancangan.

Skema Uji Rencana Pengujian

Karena penelitian ini masih berada tahap perancangan, maka pengujian perangkat dijabarkan dalam bentuk rencana skema uji yang akan dilakukan pembuatan setelah prototipe dibuat. Rencana tersebut disusun agar sistem nantinya dapat diuji secara menyeluruh mencakup dari aspek akurasi pembacaan sensor serta kestabilan data yang dikirim ke aplikasi Blynk. Rencana pengujian disusun berdasarkan lima komponen diantaranya:

- Durasi Logging**
Durasi pencatatan data (*data logging*) direncanakan berlangsung selama 2 jam untuk mempresentasikan durasi tidur normal pada malam hari. Waktu ini dipilih agar sistem dapat merekam perubahan
- Frekuensi Sampling**
Setiap sensor mengambil data setiap 5 detik. Interval ini dianggap cukup untuk memantau perubahan suhu, kelembapan, cahaya dan kebisingan tanpa membebani memori atau jaringan
- Kondisi Lingkungan**
Rencana pengujian dilakukan di kamar tidur berukuran 3x4 meter dengan ventilasi alami tanpa pendingin (AC). Kondisi ini menggambarkan situasi umum di rumah sakit maupun di rumah tinggal
- Alat Pemanding**
Untuk memastikan hasil sensor agar akurat, alat ini akan dibandingkan dengan alat ukur standar diantaranya thermo-hygrometer digital untuk mengukur suhu dan kelembapan dengan menggunakan alat pemanding. Kualitas udara dengan menggunakan *Air Quality Meter*. Cahaya mempergunakan alat pemanding Lux Meter. Kebisingan dengan menggunakan alat pemanding *Sound Level Meter*.
- Metrik Error**
Tingkat akurasi sistem akan dievaluasi dengan menggunakan metode *Mean Absolute Error* (MAE), yaitu perhitungan yang digunakan agar bisa mengetahui rerata selisih hasil pembaca sensor dengan hasil yang mempergunakan alat pemanding. Rumus perhitungannya ditunjukkan sebagai berikut:

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|$$

Keterangan:

- y_1 = nilai dari hasil ukur sensor
 \hat{y}_1 = nilai hasil ukur alat pemanding
 n = jumlah total data yang dibandingkan

Nilai MAE digunakan untuk menggambarkan tingkat ketelitian sensor dalam membaca suatu parameter. Jika nilai MAE yang diperoleh semakin kecil, maka artinya hasil pembacaan sensor semakin mendekati nilai sebenarnya, sehingga akurasi sistem tergolong baik. Dengan kata lain, nilai MAE berfungsi sebagai indikator seberapa jauh hasil pembacaan sensor menyimpang dari alat pemanding. Selain menilai akurasi sensor, pengujian juga akan memperhatikan stabilitas koneksi Wi-Fi serta kemungkinan terjadi kehilangan data selama proses pengiriman ke aplikasi Blynk. Kedua aspek ini penting untuk memastikan sistem tidak hanya mampu membaca data dengan benar, tetapi juga dapat mengirimkannya secara konsisten dan dapat diandalkan dalam waktu nyata (*real-time*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Sistem

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem monitoring kondisi ruangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang ditujukan untuk membantu penderita *sleep apnea* dalam memantau kualitas lingkungan tidur. Sistem dirancang untuk mendeteksi beberapa parameter penting seperti suhu, kelembapan, kualitas udara, intensitas cahaya, dan tingkat kebisingan di ruangan. Sementara parameter dipantau menggunakan sensor yang berbeda, yakni DHT22 untuk suhu dan kelembapan, MQ-135 untuk kualitas udara, BH1750 untuk intensitas cahaya, dan KY037 untuk kebisingan suara. Seluruh sensor tersebut terhubung ke mikrokontroler ESP32 yang berfungsi mengumpulkan, mengolah, dan mengirimkan data hasil pembacaan secara *real-time* melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk IoT. Aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data pengukuran yang dapat diakses langsung melalui smartphone. Dari hasil perancangan ini, sistem telah mampu menggambarkan integrasi antar komponen, alur pengiriman data, dan konektivitas perangkat keras dengan platform monitoring secara keseluruhan.

Tampilan Rancangan Sistem

Untuk mempermudah pemahaman mengenai hubungan antar komponen serta alur kerja sistem hasil rancangan digambarkan dalam bentuk uraian deskriptif. Rancangan sistem menggambarkan bagaimana mikrokontroler ESP32 berperan sebagai pusat pengendali yang menerima data dari beberapa sensor, yaitu DHT22 untuk membaca parameter suhu, kelembapan, MQ-135 kualitas udara, BH1750 intensitas cahaya, dan

KY037 dan kebisingan suara. Data hasil dari pembacaan sensor kemudian dikirimkan melalui jaringan Wi-Fi ke platform Blynk IoT, dan selanjutnya ditampilkan secara real-time pada aplikasi Blynk di smartphone pengguna. Melalui rancangan ini, aliran data dari sensor menuju pengguna dapat dipahami dengan jelas.

Secara konseptual, alur kerja sistem menjelaskan urutan proses kerja sistem secara terperinci. Alur di mulai dari proses inisialisasi sensor dan koneksi jaringan Wi-Fi, dilanjutkan dengan pembacaan data dari masing-masing sensor, kemudian pengolahan data oleh mikrokontroler ESP32, dan diakhiri dengan pengiriman data ke aplikasi Blynk. Jika terdapat salah satu parameter yang melebihi batas ambang yang telah ditentukan, sistem akan mengirimkan notifikasi peringatan kepada pengguna melalui aplikasi. Dengan adanya kedua tampilan rancangan tersebut, mekanisme kerja sistem menjadi lebih mudah dipahami karena memperlihatkan secara visual bagaimana alur proses berlangsung dari awal hingga data ditampilkan.

Rencana Pengujian dan Analisis Data

Tahap pengujian dalam penelitian ini adalah pengujian sistem yang akan dilakukan setelah prototipe selesai dirakit. Pengujian dirancang untuk berlangsung selama dua jam dengan interval pengambilan data setiap lima detik, serta dilakukan dalam kondisi waktu, yaitu malam hari. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana sensor mampu membaca parameter lingkungan secara stabil dan konsisten. Data hasil pembacaan dari sensor nantinya akan dibandingkan dengan data dari alat ukur pembanding untuk menilai tingkat akurasi sistem. Analisis dilakukan menggunakan metode *Mean Absoulute Error* (MAE), yang berfungsi menghitung rata-rata selisih absolut antara hasil sensor dengan alat pembanding. Nilai MAE yang dikecil menunjukkan hasil pembacaan sensor yang mendekati nilai sebenarnya, yang menandakan akurasi sistem yang baik. Selain itu, aspek kestabilan koneksi Wi-Fi dan potensi kehilangan data juga akan dievaluasi untuk memastikan sistem dapat bekerja dengan baik dan efisien.

Karena penelitian ini masih berada pada tahap perancangan, maka hasil pengujian fisik belum dapat disajikan. Namun, rancangan pengujian dan metode analisis telah disiapkan secara menyeluruh mendukung implementasi dan evaluasi sistem pada tahap penelitian berikutnya.

SIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem pemantauan kondisi ruangan berbasis mikrokontroler ESP32 yang berfungsi membantu penderita sleep apnea dalam memantau kualitas lingkungan tidur secara real-time. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi lima parameter utama, meliputi suhu, kelembapan, kualitas udara, intensitas cahaya, serta tingkat kebisingan di ruangan. Sensor DHT22, MQ-135, BH1750, dan KY037 digunakan untuk membaca masing-masing parameter tersebut, sementara ESP32 berperan sebagai pusat pengolahan data yang mengirimkan hasil pembacaan sensor melalui koneksi Wi-Fi menuju aplikasi Blynk IoT sebagai tampilan utama bagi pengguna.

Perancangan sistem ini telah memadukan aspek perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi, serta dilengkapi dengan uraian deskriptif, dan rancangan skema uji sebagai persiapan tahap implementasi berikutnya. Meskipun penelitian masih berada pada fase desain, metode pengukuran akurasi telah ditetapkan menggunakan *Mean Absolute Error* (MAE). Metrik ini secara sistematis digunakan untuk menghitung rata-rata selisih absolut antara hasil pembacaan sensor dan nilai acuan dari alat pembanding. Melalui metode ini, tingkat akurasi dan keandalan sistem dapat dinilai berdasarkan besarnya perbedaan antara data hasil sensor dan nilai sebenarnya pada tahap pengujian selanjutnya.

Hasil perancangan yang diperoleh diharapkan menjadi dasar penting bagi proses pengembangan dan penyempurnaan alat di peneliti berikutnya. Secara keseluruhan, sistem berbasis ESP32 ini memiliki potensi untuk diterapkan sebagai solusi cerdas dalam pemantauan kondisi ruangan bagi penderita sleep apnea, guna menciptakan lingkungan tidur yang lebih nyaman dan mendukung peningkatan kualitas tidur yang lebih baik bagi pengguna.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan agar penelitian selanjutnya berfokus pada tahap implementasi dan pengujian alat secara langsung untuk memastikan kinerja sistem yang telah dirancang. Tahap ini penting untuk mengevaluasi tingkat akurasi sensor, kestabilan pengiriman data, serta keandalan koneksi Wi-Fi saat sistem dioperasikan dalam berbagai kondisi ruangan, seperti ruangan tertutup, berpendingin udara atau ruang ber AC, dan ruangan ventilasi alami.

Selain itu, setiap sensor sebaiknya dikalibrasikan alat ukur sederhana, misalnya termometer digital, hygrometer, atau lux meter, agar hasil pembacaan lebih akurat dan dapat dibandingkan dengan nilai sebenarnya. Proses kalibrasi ini juga berperan dalam perhitungan *Mean Absolute Error* (MAE) sebagai metode evaluasi untuk menilai tingkat kesalahan atau selisih hasil pembacaan sensor terhadap alat pembanding.

Untuk tahap pengembangan selanjutnya, sistem dapat disempurnakan dengan menambahkan fitur penyimpanan data serta indikator batas aman pada aplikasi Blynk, sehingga pengguna dapat memantau perubahan kondisi ruangan dan memperoleh peringatan apabila parameter lingkungan melebihi nilai yang disarankan. Dengan langkah pengembangan yang bertahap seperti ini, sistem monitoring berbasis ESP32 akan menjadi lebih stabil, mudah diterapkan, dan efektif membantu pemantauan kondisi lingkungan tidur bagi penderita *sleep apnea*.

DAFTAR PUSTAKA

Anggoro, W. W. (2021). The Perancangan dan Penerapan Kendali Lampu Ruangan Berbasis IoT (Internet of Things) Android. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi)*, 8(3), 1596–1606. <https://doi.org/10.35957/jatisi.v8i3.1311>

Artiyasa, M., Nita Rostini, A., Edwinanto, & Anggy Pradifita Junfithrana. (2021). Aplikasi Smart Home Node Mcu Iot Untuk Blynk. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.52005/rekayasa.v7i1.59>

Du, Z., Wang, J., Ren, Y., & Ren, Y. (2022). Monitoring and prevention system of sleep apnea syndrome. In A. El-Hashash (Ed.), *International Conference on Biomedical and Intelligent Systems (IC-BIS 2022)* (p. 63). SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2660387>

Farasari, P., Widyawati, E., Oktaviana, F., Farida, F., & Yitno, Y. (2022). Terapi Gangguan Tidur pada Anak TK dengan Sleep Hygiene. *Care Journal*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.35584/carejournal.v2i1.123>

Febriansyah, M., & Dwicahya, F. (2024). Sistem Kendali dan Monitoring Kondisi Ruangan untuk Penderita Sleep Apnea Berbasis IoT. *SINUSOIDA*, 26(2), 18–29. <https://doi.org/10.37277/s.v26i2.2274>

Hidayat, D., & Sari, I. (2021). Monitoring Suhu Dan Kelembaban Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Teknologi Dan Ilmu Komputer Prima (Jutikomp)*, 4(1), 525–530. <https://doi.org/10.34012/jutikomp.v4i1.1676>

Jannah, D. S. M., & Hidajat, H. G. (2024). Analisis Faktor Penyebab dari Gangguan Tidur: Kajian Psikologi Lintas Budaya. *Psyche 165 Journal*, 164–171. <https://doi.org/10.35134/jpsy165.v17i3.372>

Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). Penerapan Trainer Interfacing Mikrokontroler Dan Internet of Things Berbasis Esp32 Pada Mata Kuliah Interfacing. *Journal CERITA*, 5(2), 120–134. <https://doi.org/10.33050/cerita.v5i2.237>

Li, Y., & Huang, J. (2021). Leaf Anthocyanin Content Retrieval with Partial Least Squares and Gaussian Process Regression from Spectral Reflectance Data. *Sensors*, 21(9), 3078. <https://doi.org/10.3390/s21093078>

Nguyen, S., & Patel, J. (2024). Retrospective Analysis of the relationship between Obstructive Sleep Apnea and Nocturnal bradycardia. *Journal of Undergraduate Research*, 1(23). <https://doi.org/10.47761/ZTSU1276>

Nurillah, M. F., Irianto, B. G., & Wisana, I. D. G. H. (2020). Pemantauan Apnea Berbasis Internet of Things dengan Notifikasi di Mobilephone. *Jurnal Teknokes*, 13(2), 81–90. <https://doi.org/10.35882/teknokes.v13i2.4>

Purnama, N. L. A. (2019). Sleep Hygiene Dengan Gangguan Tidur Remaja. *Jurnal Keperawatan*, 8(1), 30–36. <https://doi.org/10.47560/kep.v8i1.80>

Ridho'i, A., Setyadjit, K., & Era Yordhan, B. (2023). Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembaban Pada Budidaya Jamur Tiram Menggunakan ESP32. *Jurnal FORTECH*, 4(1), 20–26. <https://doi.org/10.56795/fortech.v4i1.4103>

Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Bintang, M. I., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2020). Internet of Things. *Encyclopedia of Wireless Networks*, 1, 664. https://doi.org/10.1007/978-3-319-78262-1_300295

Syukhron, I. (2021). Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak

Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT. *Electrician*, 15(1), 1–11. <https://doi.org/10.23960/elc.v15n1.2158>

Windarto, Y. E., Samosir, B. M. W., & Assariy, M.

R. (2020). Monitoring Ruangan Berbasis Internet of Things Menggunakan Thingsboard dan Blynk. *Walisongo Journal of Information Technology*, 2(2), 145. <https://doi.org/10.21580/wjit.2020.2.2.5798>