

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KONSENTRASI OKSIGEN (O₂) BERBASIS IoT MIKROKONTROLLER ESP32 PADA VENTILATOR PURITAN BENNETT 840

DESIGN AND BUILD AN IOT-BASED OXYGEN CONCENTRATION MEASURING DEVICE (O₂) MICROCONTROLLER ESP32 ON BENNETT 840 PURITAN VENTILATOR

Satria Putra Nurhilal¹, Abdul Haris Kuspranoto², dan Muhammad Ulin Nuha ABA³

^{1) 2) 3)} Teknik Elektromedik, Politeknik Bina Trada Semarang Jl. Sambiroto Raya No.64-D, Sambiroto, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Indonesia 50276

Alamat korespondensi: abdulhariskuspranoto@polbitrada.ac.id

Abstrak

Sistem IoT memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol perangkat dari jarak jauh menggunakan smartphone atau perangkat lain yang terhubung ke internet. Sistem IoT dapat membantu meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan keamanan dalam berbagai aplikasi. Salah satu pemanfaatan Sistem IoT di bidang kesehatan ialah memadukan antara perangkat IoT dengan sensor medis. Penelitian ini mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dengan sensor OOM202 untuk mendeteksi dan mengatur konsentrasi oksigen (O₂) pada ventilator Puritan Bennett 840, khususnya untuk baby head box di ruang perinatologi. Sensor membaca kadar O₂, mengirim data ke mikrokontroler ESP32, dan menampilkan hasil secara real-time pada LCD serta perangkat Android. Sistem ini memberikan notifikasi jika kadar O₂ di luar batas aman, dengan akurasi alat rata-rata di bawah $\pm 1\%$ dan kesalahan pengukuran hanya 0,18%, memastikan pemantauan O₂ yang efektif dan presisi.

Kata kunci: Sistem IoT, *baby head box*, Sensor oxygen

Abstract

IoT systems allow users to monitor and control devices remotely using a smartphone or other device connected to the internet. IoT systems can help improve efficiency, effectiveness, and security in a variety of applications. One of the uses of IoT systems in the field of Health is to combine IoT devices with medical sensors. This research integrates Internet of Things (IoT) technology with oom202 sensor to detect and regulate oxygen (O₂) concentration in Puritan Bennett 840 ventilator, especially for baby head box in Perinatology room. The Sensor reads O₂ levels, sends data to the ESP32 microcontroller, and displays the results in real-time on the LCD as well as the Android device. The system provides notification if O₂ levels are beyond safe limits, with an average tool accuracy of less than 1% and a measurement error of only 0.18%, ensuring effective and precise O₂ monitoring.

Keywords: IoT system, baby head box, oxygen sensor

Pendahuluan

Pengukuran Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat elektronik dan sistem perangkat Gawai yang terhubung melalui jaringan internet untuk memberikan kontrol yang lebih pintar dan efisien [1]. Sistem IoT dapat diaplikasikan pada berbagai bidang, seperti pada sistem penyiraman tanaman

otomatis [2], sistem hidroponik, smart home, sistem keamanan pintu rumah [3][4], sistem monitoring kendaraan dari pencurian [5], dan sistem informasi pelacakan dan pemantauan COVID-19 [6]. Sistem IoT memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengontrol perangkat dari jarak jauh menggunakan smartphone atau perangkat lain yang terhubung ke

internet [7]. Dalam pengaplikasiannya, sistem IoT dapat membantu meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan keamanan dalam berbagai aplikasi [8].

Salah satu pemanfaatan Sistem IoT dibidang kesehatan ialah memadukan antara perangkat IoT dengan sensor medis. Pada penelitian kali ini penulis akan berfokus pada sensor O_2 yang dimana O_2 merupakan gas yang sangat di butuhkan bagi kehidupan manusia [9]. Oksigen yang dibutuhkan untuk proses respirasi sel ini berasal dari atmosfer, yang menyediakan kandungan gas oksigen sebanyak 21% dari seluruh gas yang ada [10]. Dalam penelitian ini penulis akan mengukur dan mengatur besarnya konsentrasi O_2 yang ada pada VENTILATOR PURITAN BENNETT 840. Karena selama ini sering ditemukan di rumah sakit khususnya pada ruang perinatology alat VENTILATOR PURITAN BENNETT 840 tidak dilengkapi

dengan pengatur konsentrasi O_2 [11]. Yang dimana O_2 tersebut akan diberikan untuk pasien, padahal besarnya konsentrasi O_2 tersebut sangat penting untuk pasien yang ada didalamnya [12] [13].

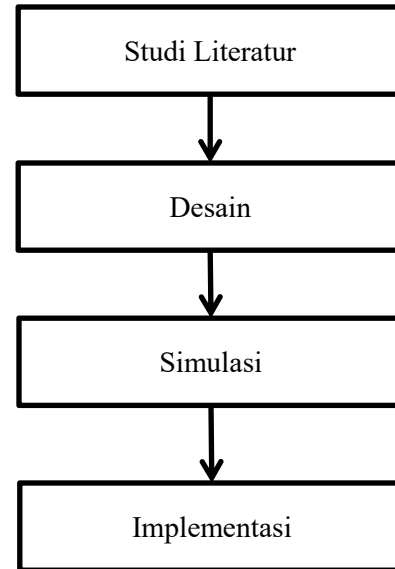
Berdasarkan pentingnya untuk mengukur dan mengatur konsentrasi O_2 pada alat VENTILATOR PURITAN BENNETT 840 yang akan dihirup oleh pasien yang sedang mendapatkan terapi [14]. Penulis akan membuat rancang bangun alat pengatur konsentrasi O_2 , dengan judul "Rancang Bangun Alat Pengukur Konsentrasi Oksigen (O_2) Berbasis Mikrokontroler ESP 32 Pada VENTILATOR PURITAN BENNETT 840"

yang diharapkan bisa memonitor secara jarak jauh dan mengatur kadar konsentrasi O_2 di hirup pasien selama mendapatkan terapi pada VENTILATOR PURITAN BENNETT 840.

Metode

Digital Moving Average Filter (DMAF) adalah teknik yang digunakan untuk memproses Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Dalam metode ini, berbagai percobaan adalah dilakukan mengikuti landasan teori yang relevan [15]. Dalam implementasinya, berbagai desain, simulasi, dan pengujian dilakukan mengikuti kajian teoritis yang telah diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mencapai tujuan awal penelitian ini yaitu merancang sebuah alat pengukur konsentrasi oksigen (O_2) berbasis iot

mikrokontroler esp32 pada ventilator puritan bennett 840. Langkah-langkah yang peneliti lakukan dapat diilustrasikan pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Langkah-langkah Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan informasi dari berbagai jurnal dan buku sebagai penunjang sebelum melakukan penelitian. Langkah kedua yaitu proses perancangan alat yang akan digunakan untuk sistem pengatur konsentrasi O_2 pada Ventilator Puritan Bennett 840.

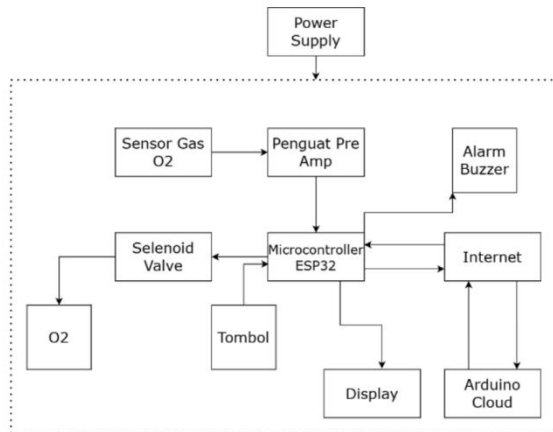
Langkah ketiga adalah tahap pembuatan alat simulasi, tahap ini terdiri dari simulasi software dan Hardware. Kemudian dilanjutkan ke tahap akhir yaitu pengujian sistem, jika alat sudah berjalan dengan baik maka dapat diambil analisis dari penelitian dan jika pada pengujian sistem masih belum berhasil maka akan kembali lagi ke tahap perancangan ulang. Tahap analisis dilakukan setelah melakukan pengujian sistem dan kemudian akan dilakukan pengambilan data akan digunakan pada penelitian.

1. Study of Literature

Pada tahap ini dilakukan berbagai kajian terhadap teori-teori yang diperlukan. Selain itu, kami telah melakukan pencarian terhadap penelitian yang terkait dengan penelitian ini sebagai pendukung dan juga membuat perbandingan dalam setiap penelitian untuk mendapatkan pembaruan dalam riset.

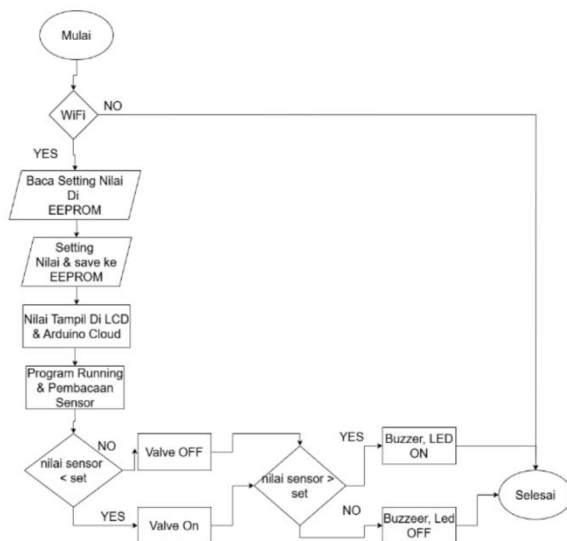
2. Design

Tahap selanjutnya adalah tahap desain. Pada tahap ini dilakukan perancangan rekayasa perangkat lunak. Rekayasa ini meliputi diagram blok sistem dan sirkuit sistem. Diagram blok dari sistem ini ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Blok Diagram sistem diatas merupakan Mikrokontroller yang akan memproses inputan sinyal Analog dari sensor OOM202. Sistem perancangan diatas berawal dengan input wifi untuk menjalankan ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler dari alat. Selanjutnya ESP32 akan memproses data sensor dan kemudian ditampilkan pada LCD dan Arduino cloud serta mengontrol LED dan Buzzer. Kemudian untuk alur kerja sistem dapat dilihat pada *flowchart* berikut ini:



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pengukuran flowchart monitoring kadar oksigen dalam baby head box akan dibaca oleh sensor oksigen, kemudian data dikirimkan ke microcontroller seperti ESP32. Hasil pengukuran ditampilkan pada LCD dan perangkat Handphone untuk pemantauan real-time. Kemudian ESP3 akan mengontrol Solenoid Valve guna untuk meningkatkan kadar O₂, kemudian nilai data O₂ akan ditampilkan dan terus diperbarui untuk memberikan informasi akurat mengenai kadar oksigen di dalam baby head box. Jika kadar oksigen berada di luar rentang yang aman, alarm atau notifikasi akan dikirimkan ke perangkat Android untuk tindakan segera.

3. Simulation

Pada tahap simulasi dilakukan berbagai eksperimen yang berkaitan dengan program. Program untuk sistem ini didebug dan disimulasikan menggunakan Software Arduino IDE.

4. Implementation and Testing

Pada tahap implementasi dan pengujian ini semua elemen penelitian ini digabungkan dimana ESP32 sebagai kontroller dikomunikasikan dengan Modul Sensor, Valve, LCD dan Buzzer kemudian ESP32 yang terintegrasi dengan WiFi akan mengirimkan data setting dan nilai pembacaan sensor keserver Arduino IOT Cloud sebagai penerapan sistem IOT. Selanjutnya, semuanya dijalankan sesuai dengan skenario tujuan awal. Proses pengujian pada tahap ini dilakukan secara parsial dan secara keseluruhan sesuai dengan skenario tujuan awal penelitian.

Hasil Dan Pembahasan

Untuk mengetahui sejauh mana hasil perancangan dan pembuatan alat ini, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah komponen yang ada pada alat berjalan dengan baik atau tidak. Hasil pengujian dilakukan dengan membandingkan modul dengan ventilator di karenakan ventilator mempunyai pengaturan oksigen yang tetap untuk mempermudah melihat hasil perbandingan alat yang di buat dengan oksigen yang ada di ventilator bisa dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4 Pengujian dengan Ventilator PURITAN BENNETT 840

Untuk mengetahui keakuratan nilai pembacaan O_2 pada modul dengan dibandingkan pada ventilator maka perlu dilakukan perhitungan nilai error atau kesalahan dengan rumus sebagai berikut

$$\% \text{Kesalahan} =$$

$$\frac{(\text{Nilai Terukur} - \text{Nilai Sebenarnya})}{\text{Nilai Sebenarnya}} \times 100$$

Hasil pengujian dan perhitungan kesalahan pada modul ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut ini :

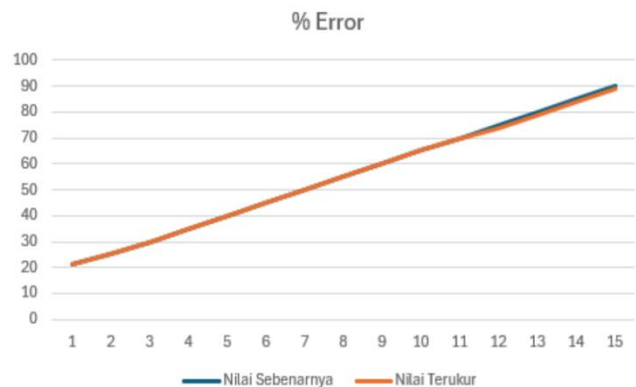
Tabel 1 Pengujian alat dengan Ventilator PURITAN BENNETT 840

No	O_2 (%)	Ventilator	Alat	Selisih	Error %
1	21	21	21	0	0.0%
2	25	25	25	-1	0.0%
3	30	30	30	-1	0.0%
4	35	35	35	-1	0.0%
5	40	40	40	-1	0.0%
6	45	45	45	-1	0.0%
7	50	50	50	0	0.0%
8	55	55	55	0	0.0%
9	60	60	60	0	0.0%

10	65	65	65	0	0.0%
11	70	70	70	0	0.0%
12	75	75	74	-1	-1.3%
13	80	80	79	-1	-1.3%
14	85	85	84	-1	-1.2%
15	90	90	89	-1	-1.1%

Tabel di atas menunjukkan bahwa modul yang dibuat dalam penelitian ini telah bekerja dengan baik dan dapat mendeteksi konsentrasi O_2 dengan faktor kesalahan rata-rata dibawah $\pm 1.3\%$. sehingga masuk dalam toleransi tingkat akurasi sensor OOM202 yaitu sebesar $\pm 1\%$.

Grafik berikut ini merupakan gambaran linieritas hasil pengujian pada modul :



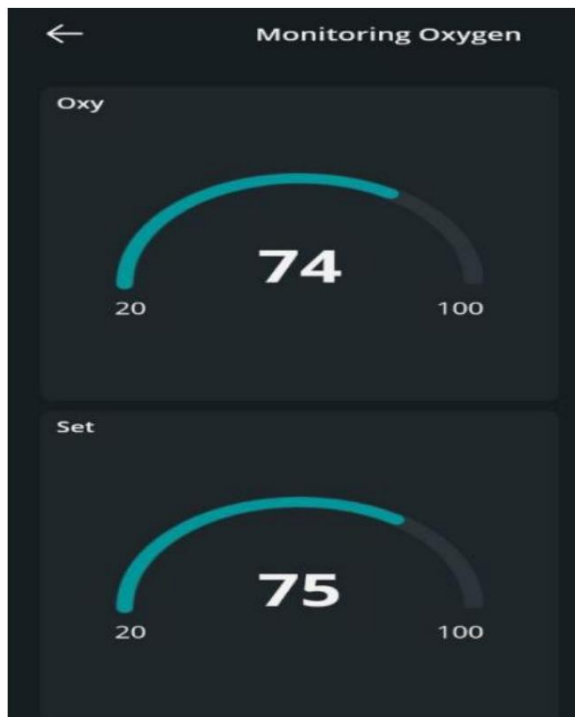
Gambar 5 Grafik Pengujian Linieritas pada Modul

Dapat dilihat pada grafik diatas jika Nilai kadar O_2 naik maka nilai pembacaan kadar O_2 pada Ventilator dan modul alat akan sama-samainak dan saling Linier. Sistem IOT pada Alat ini ialah menggunakan Platform Arduino IOT Cloud yang dimana aplikasi inidapat bekerja dengan baik dan dapat diakses secara Online dan darimana saja walaupun berbeda jaringan sekalipun. SistemIOT inidapat menampilkan secara Realtime sesuai pembacaan nilai Sensor pada alat. Berikut ini merupakan tampilan pada website dan pada Handphone :



Gambar 6 Tampilan IOT pada Website

Pada sistem IOT Arduino Cloud Website menampilkan 2 box nilai data yaitu nilai pembacaan Oxygen dari Sensor OOM202 dan data setting kadar nilai O_2 yang ingin dicapai.



Gambar 7 Tampilan IOT pada Handphone

Pada sistem IOT *Arduino Cloud Handphone* menampilkan 2 box nilai data yaitu nilai pembacaan Oxygen dari Sensor OOM202 dan data setting kadar nilai O_2 yang ingin dicapai.

Adapun selanjutnya merupakan uji kecepatan data yang diterima oleh Arduino IOT Cloud dari alat melalui transmisi WiFi, berdasarkan perubahan nilai sensor dalam satuan Second atau detik yang akan dibandingkan dengan nilai pembacaan sensor pada LCD ditunjukkan pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2 Pengujian perubahan nilai terhadap waktu

No	O_2 (%)	LCD (S)	Arduino Cloud (S)
1	21	0	1
2	25	0	2
3	30	0	1
4	35	0	1
5	40	0	1
6	45	0	1
7	50	0	3
8	55	0	3
9	60	0	2
10	65	0	1
11	70	0	2
12	75	0	2
13	80	0	2
14	85	0	3
15	90	0	3
Rata-rata		0	1.93 detik

Tabel di atas menunjukkan bahwa modul yang dibuat dalam penelitian ini telah bekerja dengan baik dengan rata-rata selisih pengiriman data ke Arduino IOT Cloud ialah 1.93 detik lebih lambat dibanding dengan pembacaan nilai sensor yang langsung tertampil terus-menerus tanpa jeda waktu pada LCD ESP32.

Kesimpulan

Dari data yang diambil kemudian diolah, dan telah dibahas pada bab-bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Sensor OOM202 series yang digunakan dalam penelitian ini, memiliki sensitifitas yang linear dan sudah bekerja dengan baik serta mampu mendeteksi kadar

konsentrasi O₂ pada *VENTILATOR PURITAN BENNETT 840*. Dengan tingkat akurasi hasil Rancang Bangun Alat Pengatur Konsentrasi O₂ pada penelitian ini adalah rata-rata dibawah $\pm 1\%$.

2. Sistem IOT pada penelitian ini sudah bekerja dengan baik dalam memonitoring kadar O₂ yang disetting dan kadar O₂ yang terbaca pada sensor serta sudah dapat diakses secara *real-time* dan dimana saja menggunakan Website maupun perangkat *Handphone* dengan selisih jeda waktu 1.93 detik saja dari pembacaan nilai kadar O₂ langsung pada modul ESP32 untuk perbaruan nilainya.

3. Kekurangan dari alat ini ialah waktu untuk mencapai setting O₂ masih lambat dan berkisar antara 2-3 Menit untuk itu untuk penelitiselanjutnya dapat menambahkan sistem kontrol yang lebih maksimal.

Saran

Untuk penelitian kedepan, ada beberapa saran yang bisa dipertimbangkan:

1. Alat ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan diaplikasikan ke peralatan medis lainnya atau sebagai monitoring kondisi ruangan yg memerlukan tingkat akurasi konsentrasi O₂ yang tinggi.
2. Alatnya dapat dikembangkan untuk bagian Solenoid Valve agar lebih cepat dalam mencapai kadar O₂ yang disetting.

Daftar Rujukan

1. Risalia dkk., (2018), Rancang Bangun Elektrostimulator Berbasis Mikrokontroller, Jurusan Teknik Elektromedik Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya.
2. I. Alsou, N., Thirunilath, N.M., & Ali, Smart Home Automation IoT System for Disabled and Elderly. 2022 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS), 2022. COSECANT, Pelatihan Internet of Things (IoT) Untuk Sistem Hidroponik Sederhana di Masyarakat Citeureup dalam Menyambut Era Smart Nation. 2022.
3. A. H. Bachtar, "Rancang Bangun Dual Keamanan Sistem Pintu Rumah Menggunakan Pengenalan Wajah Dan Sidik Jari Berbasis IoT (Internet Of Things)," Power Elektron. J. Orang Elektro, p. 4, 2022.
4. N. K. & A. B. Ningrum, Perancangan Sistem Keamanan Pintu Ruangan Otomatis Menggunakan Rfid Berbasis Internet Of Things (IoT). University Science, 2022.
5. R. et al Aldi, Rancang Bangun Sistem Monitoring Kendaraan dari Pencurian Menggunakan Otorisasi Wajah Pengguna, GPS dan IoT Berbasis Raspberry Pi. Prosiding SENIATI, 2022.
6. E. E. Nikmawati, Pentingnya air dan oksigen bagi kesehatan tubuh manusia. Univ Pendidikan Indonesia, 2008.
7. T. D. Hidayanti N, Her H, Ariswati G, Low Cost Monitoring Kesehatan Berbasis IoT (Parameter Detak Jantung dan Suhu Tubuh). Teknokes, 2020.
8. K. A. Wilianto, "Sejarah, Cara Kerja Dan Manfaat Internet of Things," Matrix, 2018, pp. 36–41.
9. Jinchuan Shi, Jiyan Yi, Yan Ren, Yong Li, Qi Zhong, Hesheng Tang, Leiqing Chen, Fault diagnosis in a hydraulic directional valve using a two-stage multi-sensor information fusion, Measurement, Volume 179, 2021, 109460, ISSN0263-2241.
10. N. Purba, L. S. L., & Harefa, "Pengaruh Kandungan Oksigen Udara Sekolah Terhadap Konsentrasi Belajar Siswa," J. EduMatSains, pp. 169–182, 2020.
11. L. Asif, A., Ayub, A., Shah, S. A., Wahid, S., Zaman, S., & Goheer, Comparison of bubble CPAP versus head box oxygen in preterm neonates with respiratory distress syndrome. Rawal Medical Journal, 2023.
12. Izadi, Abbas, et al. "An Intelligent System for Medical Oxygen Consumption Management Using Oximetry and Barometry." Journal of Patient Safety & Quality Improvement 11.3 (2023): 175-182.
13. A. H. Kuspranoto, Rancang bangun alat monitoring konsentrasi oksigen dan aliran udara pada regulator oksigen. 2022.
14. Aryanto, Aryanto. "Rancang Bangun Alat Bantu Pernapasan Ventilator Berbasis Wireless Sensor Network." Journal ICTEE 1.1 (2020).
15. Sahuleka, Brian et al. "Sistem Data Logging Sederhana Berbasis Internet Of Things untuk Pemantauan Suhu Tubuh dan Detak Jantung." Jurnal Teknik Elektro (2018): n. page 4.