

Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring Ketersediaan Oksigen pada Pasien Klinik Berbasis IoT

Muhammad Ridho Cahyono¹, Edy Kurniawan², Jawwad Sulthon Habiby³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Korespondensi: edy@umpo.ac.id

Received: Maret 2023; Accepted: Mei 2023; Published: Juli 2023

DOI: <https://doi.org/10.30649/je.v5i1.118>

Abstrak

Oksigen merupakan kebutuhan tubuh manusia. Dari total berat tubuh, oksigen beratnya hanya 2 persen. Bagian tubuh yaitu otak membutuhkan oksigen sekitar 20 persen. Jika otak kekurangan oksigen dapat berakibat hipoksia, dimana sel dan jaringan tubuh kekurangan oksigen yang dapat menyebabkan kerusakan saraf otak, hati, dan kematian. Pada tempat pelayanan kesehatan yang baik adalah menggunakan sistem instalasi sentral oksigen. Dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 4 tahun 2016 tentang gas medik dan vakum medik pada fasilitas pelayanan kesehatan, disebutkan standar keluaran tekanan dari sentral oksigen cair atau sentral oksigen tabung minimal adalah 4-5bar. Perpindahan *supply* oksigen secara otomatis menggunakan kontrol PLC Outseal dan monitoring tekanan oksigen, volume aliran oksigen secara IoT(*Internet of Things*). Metode yang digunakan adalah mendeteksi tekanan oksigen pada masing-masing tabung kemudian data sensor diproses PLC Outseal. Jika tekanan tabung oksigen <4 bar maka *supply* oksigen akan berpindah ke tabung oksigen yang memiliki tekanan >4 bar. Data nilai *pressure sensor*, *flow sensor* dan kondisi tabung oksigen ditampilkan pada HMI dan dimonitoring dengan aplikasi *Haiwell Cloud* menggunakan *smartphone* dimana saja dan kapan saja. Hasil pengujian sensor tekanan bekerja dengan *error* rata-rata sensor tekanan A sebesar 0,18% dan sensor tekanan B sebesar 0,079% serta *flow sensor* dengan *error* rata-rata sebesar 0,89%.

Kata kunci: Hipoksia, PLC Outseal, IoT(*Internet of Things*), HMI (*Human Machine Interface*)

Abstract

Oxygen is a vital need for the human body. Although oxygen makes up only 2% of the total body weight, the brain requires about 20% of the body's oxygen. A deficiency in oxygen can result in hypoxia, where cells and tissues lack sufficient oxygen, potentially causing damage to the brain, liver, and even leading to death. A good healthcare facility should utilize a central oxygen system. According to Indonesian Minister of Health Regulation number 4 of 2016 on medical gases and medical vacuum systems in healthcare facilities, the minimum output pressure standard for central oxygen, whether liquid or in cylinders, is 4-5 bar. The oxygen supply can be automatically switched using a PLC Outseal control and IoT-based monitoring of oxygen pressure and flow volume. The method involves detecting the oxygen pressure in each cylinder, and the sensor data is processed by the PLC

Outseal. If the pressure in a cylinder drops <4 bar, the oxygen supply will automatically switch to a cylinder with a pressure >4 bar. Data from the pressure sensors, flow sensors, and the condition of the oxygen cylinders are displayed on an HMI and monitored through the Haiwell Cloud application via a smartphone, anytime and anywhere. Test results show that the pressure sensors have an average error of 0.18% for pressure sensor A and 0.079% for pressure sensor B, while the flow sensor has an average error of 0.89%.

Key words: *Hipoksia, PLC Outseal, IoT (Internet of Things), HMI (HumanMachine Interface)*

I. PENDAHULUAN

Oksigen merupakan kebutuhan tubuh manusia. Salah satu organ tubuh yaitu otak membutuhkan oksigen sekitar 20 persen dari 2 persen berat tubuh. Jika otak kekurangan oksigen dalam jangka enam sampai sembilan menit, maka berakibat gangguan otak serius, hal ini dapat disebut *hipoksia*. *Hipoksia* adalah kondisi dimana sel dan jaringan tubuh kekurangan oksigen yang dapat menyebabkan kerusakan saraf otak, hati, dan kematian [1]. Gejala-gejala yang terdapat pada hipoksia adalah detak jantung berdetak sangat cepat (takikardia), napas menjadi cepat, pusing dan lemas [2].

Pada tempat pelayanan kesehatan baik rumah sakit, puskesmas, ataupun UKS sekolah harus menyediakan oksigen medis dalam tabung. Pada tempat pelayanan kesehatan yang baik adalah menggunakan sistem instalasi sentral oksigen. Dalam peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 4 tahun 2016 yang mengatur penggunaan gas medik dan vakum medik pada fasilitas pelayanan kesehatan, disebutkan bahwa standar keluaran tekanan dari sentral oksigen cair atau sentral oksigen tabung minimal adalah 4 - 5 bar [3].

Melalui jaringan internet, *Internet of Things* (IoT) memiliki kemampuan untuk memfasilitasi proses komunikasi yang efisien antara mesin, perangkat, *sensor*, dan manusia. Hal ini memungkinkan kontrol dan pengawasan yang lebih baik atas sistem dan proses yang terhubung ke

dalam jaringan IoT, serta mempermudah akses informasi dan pengambilan keputusan bagi pengguna manusia [4]. Internet of thing (IoT) bisa dimanfaatkan pada gedung untuk mengendalikan peralatan elektronik seperti lampu ruangan yang dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui jaringan komputer [5].

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka penulis akan membuat “Sistem Kontrol Otomatis dan Monitoring ketersediaan Oksigen Pada Pasien Klinik Berbasis IoT”. Dengan prinsip kerja, pergantian tabung A ke tabung B (tabung B ke tabung A) secara otomatis dengan *solenoid valve* yang diproses oleh PLC *Outseal* berdasarkan sensor tekanan sebagai penentu indikasi tekanan oksigen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Dimana kondisi dan volume aliran oksigen akan divisualisasikan pada HMI (*Human Machine Interface*) yang sudah terhubung dengan *cloud* sehingga dapat dimonitoring menggunakan *smartphone* dimana saja dan kapan saja. *Programmable Logic Controller* (PLC) merupakan perangkat elektronik yang dirancang khusus untuk mengontrol dan mengotomatisasi mesin-mesin dalam proses industri atau otomatisasi tertentu. PLC didefinisikan sebagai sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan dirancang untuk digunakan di lingkungan industri [6]. Sistem ini memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi internal yang melaksanakan fungsi tertentu seperti

logika, urutan, pengaturan waktu, pencacahan, dan operasi aritmatika untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O baik digital maupun analog [7].

HMI, singkatan dari *Human Machine Interface*, adalah antarmuka yang menghubungkan manusia dengan mesin atau sistem kontrol [8]. HMI memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan sistem secara visual dan intuitif. Antarmuka ini tidak hanya menampilkan visualisasi sistem kontrol, tetapi juga menyediakan informasi seperti waktu, alarm, kondisi sensor, dan *trend* grafik [9].

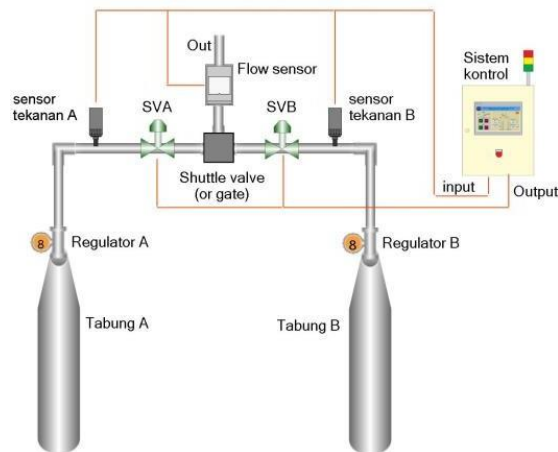
Sensor tekanan bekerja dengan mengubah tegangan mekanik menjadi listrik. Membaca nilai tekanan dari cairan maupun materi gas. Prinsip kerjanya didasarkan pada perubahan tahanan penghantar yang terjadi seiring dengan perubahan panjang dan luas penampang bahan penghantar. Ketika daya diberikan pada sensor, itu menyebabkan perubahan bentuk atau bengkok pada kawat, yang mengubah nilai tahananannya. *Pressure Transmitter*, yang merupakan jenis *sensor* tekanan yang digunakan, sangat efektif dalam mengukur tekanan dalam sistem pemrosesan industri [3].

Flow Sensor merupakan sebuah perangkat *sensor* yang digunakan untuk mengukur debit aliran gas, cairan, uap. Pengukuran aliran terdiri dari transduser dan juga transmitter. Metode pengukurannya didasarkan pada metode kehilangan panas termal. Konstruksi *bypass* mengurangi kerentanan terhadap partikel dan kelembapan. Nilai *flow* ditransmisikan ke pengontrol yang terhubung sebagai sinyal *switching*, sinyal analog [10].

II. METODE PENELITIAN

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu apabila penelitian sebelumnya hanya melakukan monitoring tekanan dan pertukaran tabung

gas oksigen utama yang habis ke tabung gas oksigen sekunder yang masih penuh secara otomatis [10]. Sedangkan pada penelitian ini didesain suatu alat yang dapat melakukan pertukaran tabung oksigen yang habis, monitoring tekanan, monitoring volume aliran dan dapat di monitoring secara IoT dari manapun dan kapanpun.



Gambar 1. Desain sistem

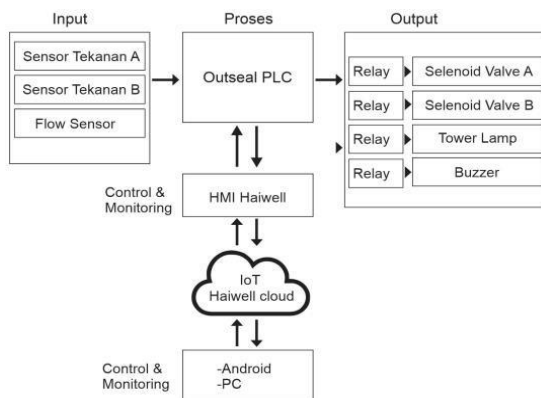
Pada Gambar 1, merupakan gambar desain sistem alat yang dibuat. Sistem kontrol merupakan pusat kendali alat, dimana data dari sensor tekanan dan *flow sensor* akan masuk untuk diolah dan data akan ditampilkan pada HMI dan juga untuk mengatur perpindahan aliran oksigen dengan mengendalikan *solenoid valve*. HMI pada sistem kontrol juga terhubung dengan *Haiwell Cloud* sebagai sistem IoT, sehingga dapat di monitoring dan kontrol melalui *smartphone* dari mana saja dan kapan saja.

Sensor tekanan A dan Sensor tekanan B terpasang setelah regulator masing-masing tabung oksigen. Sensor tekanan berfungsi membaca nilai tekanan oksigen. *Flow sensor* terpasang pada output aliran, yang berfungsi untuk mengukur volume aliran yang di distribusikan.

Solenoid valve A (SVA) dan *solenoid valve* B (SVB) terpasang pada masing-masing tabung oksigen setelah sensor

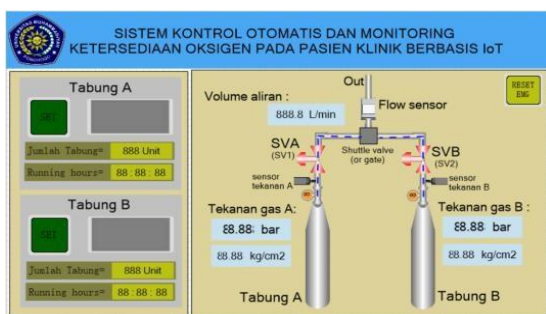
tekanan, dimana berfungsi untuk membuka atau menutup aliran oksigen yang dikendalikan oleh PLC *Outseal* pada sistem kontrol.

Berdasarkan diagram blok sistem pada Gambar 2 sensor tekanan akan membaca besarnya tekanan pada dua tabung oksigen yaitu tabung A dan tabung B. kemudian data akan di proses oleh PLC *Outseal* untuk menentukan kondisi tabung apakah masih ada isinya atau kosong. Apabila kondisi masih terisi (>4bar) maka *Outseal* akan mengaktifkan *solenoid valve* A untuk membuka aliran dari tabung oksigen A.



Gambar 2. Diagram blok sistem

Apabila tabung A kosong (<4bar) maka *Outseal* akan mengaktifkan selenoid valve B untuk membuka aliran pada tabung oksigen B, begitu juga sebaliknya. *Outseal* PLC juga dihubungkan dengan HMI untuk kontrol dan visualisasi kondisi sistem. HMI terhubung dengan *Haiwell Cloud* sebagai sistem IoT untuk dilakukan monitoring melalui *smartphone* dari mana saja dan kapan saja.



Gambar 3. Desain HMI

Pada Gambar 3, merupakan desain HMI (*Human Machine Interface*) sebagai monitoring dan kontrol dari sistem. Terdapat gambar visualisasi instalasi tabung yang berfungsi untuk memantau kondisi sistem secara *realtime*. Data sensor dan kondisi aktuator juga ditampilkan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada keseluruhan sistem untuk mengetahui keakurasian dari sensor untuk ditampilkan pada HMI. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai yang dibaca sensor dengan manometer gauge dan *flow* meter digital. Dari hasil pengujian kemudian dihitung tingkat kesalahan / *error* pembacaan nilai pada sensor dengan menggunakan rumus (1) dan rata-rata *error*(2).

$$Error(\%) = \frac{ns - nsy}{nsy} \times 100\% \quad (1)$$

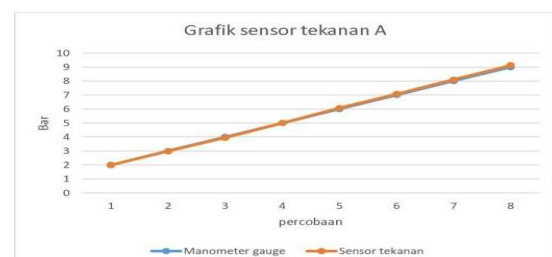
$$Rata - rata\ error = \frac{Error\ total}{Jumlah\ sampel} \quad (2)$$

Keterangan :

ns = nilai sensor

nsy = nilai sebenarnya

Pengujian sensor tekanan dengan *manometer gauge*. Dimana nilai tekanan ditentukan dari 2 bar sampai 9 bar untuk diuji. Kemudian dari hasil pembacaan sensor tekanan akan di hitung tingkat *error* pembacaan. Kemudian data nilai dimasukkan pada Tabel 1.



Gambar 4. Grafik pengujian sensor tekanan A

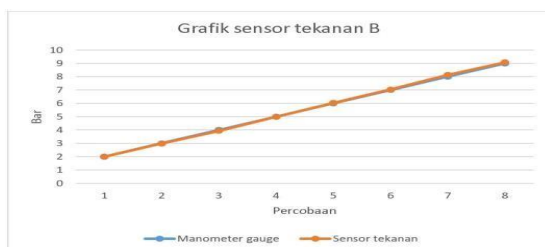
Tabel 1. Pengujian sensor tekanan A

No.	Manometer Gauge (bar)	Sensor Tekanan (bar)	Error(%)
1	2	1,99	-0,5%
2	3	2,98	-0,66%
3	4	3,95	-1,25%
4	5	5	0%
5	6	6,07	1,16%
6	7	7,07	1%
7	8	8,10	1,25%
8	9	9,13	1,4%

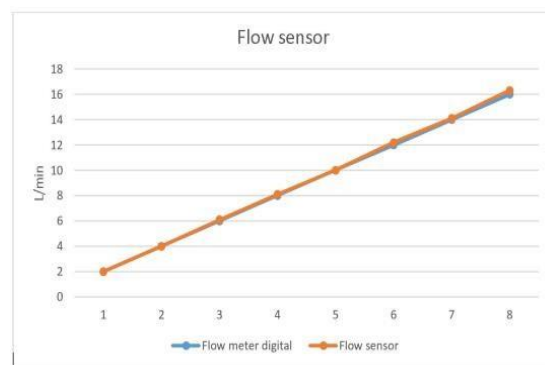
Dari hasil pengujian sensor tekanan A dapat dilihat pada Tabel 1 dan grafik Gambar 4 serta pengujian sensor tekanan B dapat dilihat pada Tabel 2 dan grafik Gambar 5. Hasil dari tabel dan grafik menunjukkan bahwa pembacaan kedua sensor tekanan sangat baik dengan nilai *error* rata-rata sensor tekanan A sebesar 0,18% dan sensor tekanan B sebesar 0,079%.

Tabel 2. Pengujian sensor tekanan B

No.	Manometer Gauge (bar)	Sensor Tekanan (bar)	Error(%)
1	2	1,99	-0,5%
2	3	2,98	-0,66%
3	4	3,93	-1,75%
4	5	4,99	-0,2%
5	6	6,04	0,66%
6	7	7,04	0,57%
7	8	8,13	1,62%
8	9	9,08	0,88%

**Gambar 5.** Grafik pengujian sensor tekanan B**Tabel 3.** Pengujian flow sensor

No.	Manometer Gauge (bar)	Sensor Tekanan (bar)	Error(%)
1	2	2,0	0%
2	4	4,0	0%
3	6	6,1	1,6%
4	8	8,1	1,25%
5	10	10,0	0%
6	12	12,2	1,6%
7	14	14,1	0,71%
8	16	16,3	1,87%

**Gambar 6.** Grafik flow sensor

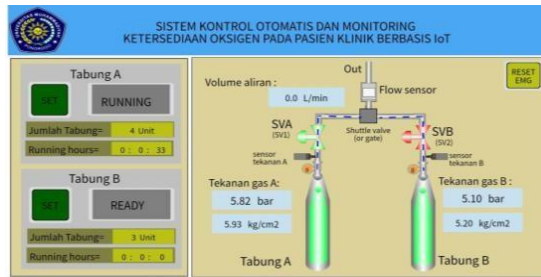
Pada hasil pengujian *flow sensor* dapat dilihat pada Tabel 3 dan grafik Gambar 6. Dari hasil data yang diperoleh bahwa pembacaan *flow sensor* sangat baik dengan rata-rata *error* sebesar 0,89%.

Pengujian keseluruhan sistem, Pengujian dengan mengatur tekanan tabung A dibawah <4 bar dan melihat apakah sistem dapat melakukan perpindahan otomatis ke tabung B atau tidak dan dilakukan monitoring secara IoT menggunakan smartphone.

Pada Tabel 4 menunjukkan perpindahan otomatis dari tabung oksigen A ke tabung oksigen B ketika tekanan dikurangi secara manual hingga tekanan tabung A <4 bar. Pada HMI menunjukkan kondisi masing-masing tabung oksigen baik running, ready, atau kosong. Volume aliran juga terbaca dengan baik dengan satuan L/min.

Tabel 4. Pengujian perpindahan *supply* oksigen

No.	Tekanan Oksigen Tabung (bar)		<i>Solenoid valve</i>		Alarm		Alarm <i>Emergency</i>
	A	B	A	B	A	B	
1	<4	<4	<i>Close</i>	<i>Close</i>	<i>On</i>	<i>On</i>	<i>On</i>
2	>4	<4	<i>Open</i>	<i>Close</i>	<i>Off</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>
3	<4	>4	<i>Close</i>	<i>Open</i>	<i>On</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>
4	>4	>4	<i>Open</i>	<i>Close</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>	<i>Off</i>

**Gambar 7.** Monitoring *Haiwell Cloud*

Pada Gambar 7 dijelaskan pengujian IoT dengan menggunakan aplikasi *Haiwell Cloud* pada *smartphone*. Terlihat kontrol dan monitoring berhasil termonitoring pada *smartphone* dengan tampilan yang sama dengan tampilan visualisasi pada HMI (*Human Machine Interface*). Data nilai sensor dan visualisasi aliran oksigen terlihat pada *smartphone*.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa disimpulkan dapat disimpulkan:

- Ketika tekanan oksigen tabung A kurang dari 4 bar (<4bar), maka alarm A aktif dan *solenoid valve* A (SVA) aktif yang membuka aliran tabung oksigen B.
- Sebaliknya ketika tekanan oksigen tabung B kurang dari 4 bar (<4bar), maka alarm B aktif dan *solenoid valve* B (SVB) aktif yang membuka aliran tabung oksigen A.
- Jika tekanan oksigen A dan tekanan oksigen B kurang dari 4 bar (<4bar), maka alarm *emergency* aktif dengan ditandai lampu merah pada tower

lampu menyala dan *buzzer* menyala putus-putus cepat.

- Hasil pengujian kedua sensor tekanan dengan *error* sensor tekanan A rata-rata 0,18% dan sensor tekanan B rata-rata 0,079 %.
- Hasil pengujian *flow sensor* dengan *error* rata-rata sebesar 0,89 %.

Sistem IoT yang ada pada HMI *Haiwell* dapat diakses menggunakan *smartphone* dengan aplikasi *Haiwell Cloud*. Pada *smartphone* dapat menampilkan data kondisi alat dengan tampilan sama dengan pada tampilan HMI (*Human Machine Interface*).

V. RUJUKAN

- [1] J. E. Hall, A. C. Guyton, “*Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, 12th ed., vol. 12,*” Amerika Serikat: Elsevier, 2019.
- [2] E. Agustina, E. R. Widasari, D. Syauqy, “Sistem Deteksi Hipoksia menggunakan Metode Decision Tree berdasarkan Detak Jantung dan Kadar Oksigen,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, Vol. 7, No. 1, 2023.
- [3] Mulyatno, E. Jaenuri, Gunawan, “Alat Monitoring Tekanan pada Tabung Gas Medik dengan Notifikasi SMS (*Short Message Service*),” *J. Hosp. Technol. Mechatronics*, Vol. 1, No. 1, 2020.
- [4] Y. Yudhanto, A. Azis, “*Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT),*” Surakarta: UNSPress, 2019.

- [5] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, Vol. 4, No. 1, 2018.
- [6] Surdianto, "Sistem Kontrol Kualitas Produksi Air Minum Berbasis PLC *Outseal*," Skripsi, Ponorogo: Universitas Muhammadiyah Ponorogo, 2023.
- [7] A. Bakhtiar, "*Panduan Dasar Outseal PLC*, 1st ed," Sidoarjo: Outseal Indonesia, 2020.
- [8] A. M. Prasetya, T. Hariyanto, A. Huda, L. Sartika, F. Fitriani, "Monitoring Dan Kendali Kecepatan Motor Universal Menggunakan *Human Machine Interface* (HMI)," *Elektr. Borneo*, Vol. 9, No. 1, 2023.
- [9] K. A. Syahputra, F. R. A. Bukit, Suherman, "Perancangan HMI (*Human Machine Interface*) Sebagai Pengontrol Dan Pendeteksi Dini Kerusakan Kapasitor Bank Berbasis PLC," *J. Energy Electr. Eng.*, Vol. 3, No. 2, 2022.
- [10] Miasih, B. G. Irianto, A. Kholiq, "Pengembangan Monitoring Volume Oksigen Sebagai Dasar Penentu Tarif dengan Waktu Real Time Berbasis IoT," *Pros. Semin. Nas. Kesehatan*, Vol. 2, No. 1, 2020.