

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN *OXYGEN CONCENTRATOR* BERBASIS
MIKROKONTROLER**



IQBAL ALFAJAR

1513619038

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

HALAMAN JUDUL

**RANCANG BANGUN *OXYGEN CONCENTRATOR* BERBASIS
MIKROKONTROLER**



IQBAL ALFAJAR

1513619038

**Skripsi ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam
mendapatkan Gelar Sarjana Pendidikan**

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2024

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun *Oxygen Concentrator* Berbasis Mikrokontroler
Penyusun : Iqbal Alfajar
NIM : 1513619038

Disetujui oleh :

Pembimbing I,



Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197203301995121001

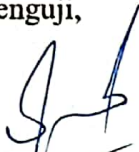
Pembimbing II,



Vina Oktaviani, M.T.
NIP. 199010122022032009

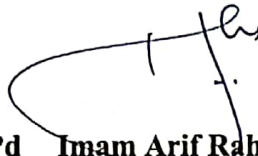
Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,



Prof. Dr. Moch. Sukardjo, M.Pd
NIP. 195807201985031003

Sekretaris,



Imam Arif Rahardjo, M.T
NIP. 198204232023211012

Dosen Ahli,



Dr. Arum Setyowati, M.T
NIP. 197309151999032002

Mengetahui,

Koordinator Program Studi
Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, M.T.
NIP. 198305022008011006

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 04 Januari 2024

Yang Membuat



Iqbal Alfajar

No. Reg. 1513619038



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Iqbal Alfajar
NIM : 1513619038
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : iqbalalfajar11@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Rancang Bangun *Oxygen Concentrator* Berbasis Mikrokontroler

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 1 Februari 2024

Penulis

(Iqbal Alfajar)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Oxygen Concentrator* Berbasis Mikrokontroler” dengan baik. Peneliti menyadari tanpa adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak lain, skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Baso Maruddani, M.T selaku Koordinator Program Studi Elektronika yang selalu memberikan dukungannya.
2. Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Pembimbing I.
3. Vina Oktaviani, M.T selaku Pembimbing II.
4. PT. Mandiri Jaya Medika atas support dan kerjasamanya.
5. Orang tua, kakak, dan kawan-kawan terdekat yang telah memberikan kasih sayang serta doa yang tidak pernah terhenti serta rekan-rekan mahasiswa/i Pendidikan Teknik Elektronika angkatan 2019 yang telah membantu dan memberi dukungan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proposal penelitian ini dengan balasan yang lebih baik. Peneliti berharap supaya mendapatkan masukan untuk penyempurnaan skripsi dari tim penguji Skripsi. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, Januari 2024



Peneliti

RANCANG BANGUN *OXYGEN CONCENTRATOR* BERBASIS MIKROKONTROLER

Iqbal Alfajar

Dosen Pembimbing: Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D dan Vina Oktaviani, M.T.

ABSTRAK

Dalam situasi darurat medis, orang yang mengalami gangguan pernapasan sering membutuhkan suplai oksigen yang stabil dan dapat diandalkan. Banyak rumah sakit atau fasilitas kesehatan yang masih bergantung pada pasokan oksigen dalam bentuk tabung, yang bisa menjadi tidak praktis, mahal, dan sulit diakses. Tujuan dari penelitian ini untuk merancang dan menghasilkan *oxygen concentrator* berbasis mikrokontroler untuk mengatasi masalah aksesibilitas *oxygen concentrator* dengan merancang dan menghasilkan prototipe yang memanfaatkan teknologi mikrokontroler. Hal ini diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih terjangkau, dan dapat diandalkan. Perancangan *oxygen concentrator* berbasis mikrokontroler ini menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D). Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap Rancang Bangun *Oxygen Concentrator* Berbasis Mikrokontroler berhasil merancang dan menghasilkan *oxygen concentrator* berbasis mikrokontroler dengan menggabungkan sub-sistem diantaranya ESP32-DevKitC V4, kompresor, solenoid valve 3/2, tabung zeolite, pressure transmitter, Sensor OCS-3F, dan LCD 20x4. Hasil pengujian *purity* dan *flow* pada Rancang Bangun *Oxygen Concentrator* Berbasis Mikrokontroler selama 30 menit yang dilakukan dengan 10 kali pengujian, berhasil mengkonsentrasikan oksigen dengan nilai rata-rata hasil pengujian keseluruhan dari *purity* oksigen yang dihasilkan sebesar 84,434% dan nilai rata-rata pengujian keseluruhan dari *flow* oksigen yang dihasilkan sebesar 6,48 lpm.

Kata kunci : *Oxygen Concentrator*, Mikrokontroler, ESP32-DevKitC V4, *Pressure Swing Adsorption* (PSA).

MICROCONTROLLER-BASED OXYGEN CONCENTRATOR DESIGN

Iqbal Alfajar

Supervisor: Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D dan Vina Oktaviani, M.T.

ABSTRACT

In medical emergency situations, people experiencing respiratory distress often need a stable and reliable oxygen supply. Many hospitals or health facilities still rely on oxygen supply in the form of cylinders, which can be impractical, expensive and difficult to access. The aim of this research is to design and produce a microcontroller-based oxygen concentrator to overcome the problem of oxygen concentrator accessibility by designing and producing a prototype that utilizes microcontroller technology. This is expected to provide a more affordable and reliable solution. The design of this microcontroller-based oxygen concentrator uses Research and Development (R&D) research methods. Based on the results of tests carried out on the Microcontroller-Based Oxygen Concentrator Design, we succeeded in designing and producing a microcontroller-based oxygen concentrator by combining sub-systems including ESP32-DevKitC V4, compressor, 3/2 solenoid valve, zeolite tube, pressure transmitter, OCS-3F sensor, and 20x4 LCD. The results of the purity and flow testing on the Microcontroller Based Oxygen Concentrator Design for 30 minutes which was carried out with 10 tests, succeeded in concentrating oxygen with the average value of the overall test results of the oxygen purity produced being 84.434% and the average value of the overall test results of the flow The oxygen produced is 6.48 lpm.

Keywords: Oxygen Concentrator, Microcontroller, ESP32-DevKitC V4, Pressure Swing Adsorption (PSA).

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Perumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Konsep Pengembangan Produk.....	5
2.2. Konsep Produk Yang Dikembangkan	5
2.3. Kerangka Teoritik.....	6
2.1.1. Oxygen Concentrator	6
2.1.2. Pressure Swing Adsorption (PSA).....	8
2.1.3. Sistem Kendali	9
2.1.4. Kontrol PID (Proportional, Integral, Derivative).....	9
2.1.5. Metode Tuning PID Ziegler Nichols	11
2.1.6. Filter Udara	12
2.1.7. Kompresor.....	13
2.1.8. Zeolite 13X	13
2.1.9. Solenoid Valve 3/2.....	14
2.1.10. ESP32-DevKitC V4	14
2.1.11. Pressure Transmitter.....	15

2.1.12.	Sensor OCS-3F	16
2.1.13.	LCD (Liquid Crystal Display) 20x4	17
2.1.14.	I2C (Inter-Integrated Circuit).....	18
2.1.15.	Relay	19
2.1.16.	Arduino IDE.....	19
2.1.17.	Matlab	20
2.1.18.	Visual Studio Code	20
2.1.19.	XAMPP	21
2.1.20.	Oxygen Concentrator Sysmed M50.....	21
2.4.	Rancangan Produk.....	22
2.4.1	Blok Diagram Sistem	22
2.4.2	Diagram Alir Sistem	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		24
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2.	Metode Pengembangan Produk.....	24
3.2.1.	Tujuan Pengembangan.....	24
3.2.2.	Metode Pengembangan	24
3.2.3.	Sasaran Produk.....	26
3.2.4.	Instrument	26
3.3.	Prosedur Pengembangan	29
3.3.1	Tahap Pengumpulan Data	29
3.3.2	Tahap Perancangan	29
3.3.3	Tahap Pengembangan	33
3.3.4	Tahap Pengujian dan Pengambilan Data.....	34
3.4.	Teknik Pengumpulan Data	34
3.5.	Teknik Analisis Data	34
3.7.1	Pengujian Sumber Tegangan	34
3.7.2	Pengujian Sensor OCS-3F pada Tabung Oksigen Murni	35
3.7.3	Pengujian Sensor OCS-3F pada Oxygen Concentrator Sysmed M50	35
3.7.4	Pengujian <i>Pressure Transmitter</i>	36
3.7.5	Pengujian LCD 20x4.....	36
3.7.6	Pengujian Sistem Kendali PID Metode Ziegler Nichols	37
3.7.7	Pengujian Purity dan Flow yang Dihasilkan.....	37

BAB IV HASIL PENELITIAN	38
4.1. Hasil Pengembangan Produk.....	38
4.1.1. Langkah Penggunaan Sistem	38
4.1.2. Hasil Rancangan Alat.....	39
4.2. Kelayakan Produk	41
4.3. Efektifitas Produk.....	41
4.2.1. Hasil Pengujian Sumber Tegangan	41
4.2.2. Hasil Pengujian Sensor OCS-3F pada Tabung Oksigen Murni	42
4.2.3. Hasil Pengujian Sensor OCS-3F pada Oxygen Concentrator Sysmed M50	43
4.2.4. Hasil Pengujian <i>Pressure Transmitter</i>	45
4.2.5. Hasil Pengujian LCD 20X4	46
4.2.6. Hasil Pengujian sistem kendali PID Metode Ziegler Nichols.....	46
4.2.7. Hasil Pengujian Purity dan Flow Oksigen yang Dihasilkan	49
4.4. Pembahasan	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Aturan tuning PID metode Ziegler Nichols	12
Tabel 2. 2. Spesifikasi ESP32-DevKitC V4	15
Tabel 2. 3. Spesifikasi Sensor OCS-3F	17
Tabel 2. 4. Konektor Sensor OCS-3F	17
Tabel 2. 5. Spesifikasi Oxygen Concentrator Sysmed M50	21
Tabel 3. 1. Software Penelitian	26
Tabel 3. 2. Alat Penelitian	27
Tabel 3. 3. Bahan Penelitian	28
Tabel 3. 4 Konfigurasi pin input dan output pada ESP32	30
Tabel 3.5. Pengujian Sumber Tegangan	35
Tabel 3.6. Pengujian Sensor OCS-3F pada Pembacaan Purity O ₂	35
Tabel 3.7. Pengujian Sensor OCS-3F pada Flowmeter 3 Lpm	35
Tabel 3.8. Hasil Pengujian Sensor OCS-3F pada pembacaan purity O ₂	36
Tabel 3.9. Pengujian Sensor OCS-3F pada Pembacaan Flowmeter 5Lpm	36
Tabel 3. 10. Pengujian Pressure Transmitter	36
Tabel 3.11. Hasil Pengujian LCD	36
Tabel 3. 12. Pengujian Sistem Kendali PID Metode Ziegler Nichols	37
Tabel 3. 13. Pengujian Purity dan Flow yang Dihasilkan	37
Tabel 4. 1. Spesifikasi Alat yang Dihasilkan	38
Tabel 4. 2. Hasil Pengujian Sumber Tegangan	42
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian Pressure Transmitter	45
Tabel 4. 4. Hasil pengujian LCD 20X4	46
Tabel 4. 5. Pengujian Sistem Kendali PID Metode Ziegler Nichols	48
Tabel 4. 6. Hasil Pengujian Purity Oksigen yang Dihasilkan	49
Tabel 4. 7. Hasil Pengujian Flow Oksigen yang Dihasilkan	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Pressure Swing Adsorption (PSA)	8
Gambar 2. 2 Blok Diagram Kontrol PID	10
Gambar 2. 3 Rangkaian Coil Solenoid	10
Gambar 2. 4. Blok Diagram Sistem Kontrol PID pada Rangkaian Coil Solenoid	11
Gambar 2. 5. Responden Berbentuk Kurva	11
Gambar 2. 6. Filter Udara	12
Gambar 2. 7.Kompresor	13
Gambar 2. 8. Zeolite 13X	14
Gambar 2. 9. Solenoid Valve 3/2	14
Gambar 2. 10. ESP32 Pinout	15
Gambar 2. 11. Pressure Transmitter	16
Gambar 2. 12. Sensor OCS-3F	16
Gambar 2. 13. LCD 20x4	18
Gambar 2. 14. Modul I2C	18
Gambar 2. 15. Modul Relay	19
Gambar 2. 16. Tampilan Utama Software Arduino IDE	20
Gambar 2. 17. Oxygen Concentrator Sysmed M50	21
Gambar 2. 18. Blok Diagram Rancang Bangun Oxygen Concentrator Berbasis Mikrokontroler	22
Gambar 2. 19. Diagram Alir Sistem	23
Gambar 3. 1. Metode Riset dan Pengembangan Borg & Gall	25
Gambar 3. 2. Tahapan Penelitian yang Digunakan	25
Gambar 3. 3. ESP32-DevKitC V4	30
Gambar 3.4. Design Konektivitas Hardware	31
Gambar 3. 5. Skematik Alat	31
Gambar 3. 6. Design Alat Tampak Depan	33
Gambar 3. 7. Design Alat Tampak Belakang	33
Gambar 4. 1. Tampilan Alat	38
Gambar 4. 2. Tampak Dalam Alat	39
Gambar 4. 3. Tampak Luar Alat	40
Gambar 4. 4. Hasil Pengujian Pressure Swing Adsorption	41
Gambar 4. 5. Grafik Hasil Pengujian Sensor OCS-3F dalam Pembacaan Purity pada Tabung Oksigen Murni	42
Gambar 4. 6. Grafik Hasil Pengujian Sensor OCS-3F dalam Pembacaan Flow 3Lpm pada Tabung Oksigen Murni	43
Gambar 4. 7. Grafik Hasil Pengujian OCS-3F pada Purity Oxygen Concentrator Sysmed M50	44
Gambar 4. 8. Grafik Hasil Pengujian Sensor OCS-3F pada Flow Oxygen Concentrator Sysmed M50	44
Gambar 4. 9. Grafik Hasil Pressure Transmitter dengan Pressure Gauge	45
Gambar 4. 10 Hasil Pengukuran Induktor Coil Solenoid	46
Gambar 4. 11. Hasil Kurva Perpotongan Garis	47

Gambar 4. 12. Hasil Pengujian Sistem Kendali PID pada Alat	48
Gambar 4. 13. Hasil Pengujian Pertama dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	50
Gambar 4. 14. Hasil Pengujian Kedua dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	50
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian Ketiga dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	51
Gambar 4. 16. Hasil Pengujian Keempat dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	51
Gambar 4. 17. Hasil Pengujian Kelima dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	52
Gambar 4. 18 Hasil Pengujian Keenam dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	52
Gambar 4. 19. Hasil Pengujian Ketujuh dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	53
Gambar 4. 20. Hasil Pengujian Kedelapan dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	53
Gambar 4. 21. Hasil Pengujian Kesembilan dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	54
Gambar 4. 22. Hasil Pengujian Kesepuluh dari Purity Oksigen yang Dihasilkan	54
Gambar 4. 23. Hasil Pengujian Keseluruhan dari Flow Oksigen yang Dihasilkan	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi	61
Lampiran 2. Layout Rangkaian	62
Lampiran 3. Data-Data Pengukuran	63
Lampiran 4. Script Program	82

