

LAPORAN TUGAS AKHIR / *CAPSTONE DESIGN*

Low Cost Continuous Positive Airway Pressure



Penyusun:

Adhitya Eka Putra (18524074)

Asyroful Amin (18524118)

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Low Cost Continuous Positive Airway Pressure

Penyusun:

Adhitya Eka Putra (18524074)

Asyroful Amin (18524118)

Yogyakarta, 25 Juli 2022

Dosen Pembimbing 1



Yusuf Aziz Amrulloh, Ph.D.

045240101

Dosen Pembimbing 2



Hendra Setiawan, Ph.D.

025200526

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta

2022

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LOW COST CONTINUOUS POSITIVE AIRWAY PRESSURE



Disusun oleh:

Adhitya Eka Putra 18524074

Asyroful Amin 18524118

Telah dipertahankan di depan dewan penguji
pada tanggal: 3 Agustus 2022

Susunan Dewan Penguji

Ketua Penguji

: Yusuf Aziz Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

Anggota Penguji 1

: Dwi Ana Ratna Wati, S.T., M.Eng.

Anggota Penguji 2

: Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.Eng.

Tugas akhir ini telah disahkan sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Tanggal: 16 Agustus 2022

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Amrullah, S.T., M.Eng., Ph.D.

045240101

PERNYATAAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Tugas Akhir ini tidak mengandung karya yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaan di suatu perguruan tinggi lainnya, dan sepanjang pengetahuan kami juga tidak mengandung karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Informasi dan materi Tugas Akhir yang terkait hak milik, hak intelektual, paten merupakan milik bersama antaraa tiga pihak, yaitu penulis, dosen pembimbing, dan Universitas Islam Indonesia. Dalam hal ini, penggunaan informasi dan materi Tugas Akhir terkait paten maka akan didiskusikan lebih lanjut untuk mendapatkan persetujuan dari ketiga pihak tersebut di atas.

Yogyakarta, 12 Agustus 2022



Adhitya Eka Putra (18524074) []

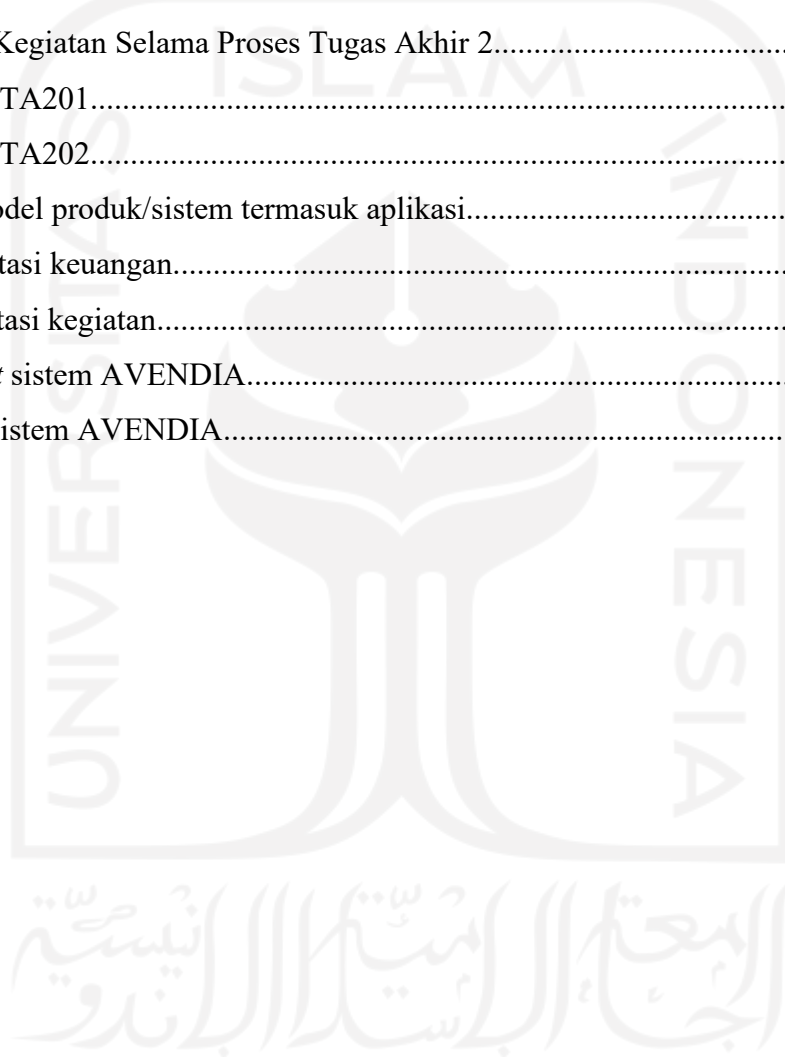


Asyroful Amin (18524118) []

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
RINGKASAN TUGAS AKHIR.....	ix
BAB 1: Definisi Permasalahan.....	1
BAB 2: Observasi.....	3
BAB 3: Usulan Perancangan Sistem.....	7
3.1 Usulan Rancangan Sistem.....	8
3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem.....	12
3.2.1 Kalibrasi Sensor.....	14
3.2.2 Teknik Penyajian Data.....	15
BAB 4: Hasil Perancangan Sistem.....	16
4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem.....	16
4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya.....	17
4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi.....	20
4.3.1 Perubahan Desain Alat dan Sistem Elektronis.....	20
4.3.2 Perubahan Manajemen Pekerjaan.....	20
4.3.3 Perubahan Rancangan Anggaran Biaya (RAB).....	21
4.4 Analisis Kesesuaian Realisasi Perancangan Dengan Standar yang Dirujuk.....	21
4.5 Analisis Teknikal Realisasi Alat Secara Keseluruhan.....	21
BAB 5: Implementasi Sistem dan Analisis.....	22
5.1 Hasil dan Analisis Implementasi.....	22
5.1.1 Kalibrasi Sensor.....	23
5.1.2 Pengujian Tekanan.....	24
5.1.3 Pengujian Temperatur.....	27
5.1.4 Pengujian Kebisingan Alat.....	28
5.1.5 Pengujian Konsumsi Daya.....	28
5.2 Pengalaman Pengguna.....	30
5.3 Dampak Implementasi Sistem.....	31
5.3.1 Teknologi/Inovasi.....	31
5.3.2 Ekonomi.....	31

5.3.3 Sustainability.....	31
5.3.4 Manufaktur.....	31
5.3.5 Ethical.....	31
5.3.6 Sosial.....	32
BAB 6 : Kesimpulan dan Saran.....	33
6.1 Kesimpulan.....	33
6.2 Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN – LAMPIRAN.....	35
A. Logbook Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2.....	35
B. Dokumen TA201.....	37
C. Dokumen TA202.....	43
D. Desain model produk/sistem termasuk aplikasi.....	51
E. Dokumentasi keuangan.....	51
F. Dokumentasi kegiatan.....	54
G. <i>Flowchart</i> sistem AVENDIA.....	58
H. Program sistem AVENDIA.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kumpulan solusi CPAP untuk anak dengan gangguan OSA.....	3
Tabel 2.2. Hasil survei antara pengembang dan tenaga ahli medis.....	5
Tabel 2.3. Spesifikasi Sistem.....	6
Tabel 3.1. Spesifikasi pengujian keselamatan berdasarkan SNI 16-6632-2002.....	8
Tabel 3.2. Penggunaan komponen untuk desain elektronis.....	11
Tabel 3.3. Inventaris kebutuhan sistem.....	12
Tabel 4.1. Perbandingan usulan dan perancangan sistem.....	16
Tabel 4.2. Kesesuaian antara usulan dan realisasi <i>timeline</i> pengerjaan Tugas Akhir 2.....	17
Tabel 4.3. Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi.....	18
Tabel 4.4. Kesesuaian antara realisasi perancangan dengan standar yang dirujuk.....	21
Tabel 5.1. Hasil pengujian tekanan pada mode 1 dan diaplikasikan pada pengguna.....	23
Tabel 5.2. Hasil pengujian tekanan pada mode 1 dan tidak diaplikasikan pada pengguna.....	24
Tabel 5.3. Hasil pengujian temperatur di dalam ruangan.....	26
Tabel 5.4. Hasil pengujian temperatur di luar ruangan.....	26
Tabel 5.5. Hasil Pengukuran Kebisingan Alat.....	27
Tabel 5.6. Hasil pengujian konsumsi daya.....	29
Tabel 5.7. Pengalaman Pengguna.....	30
Tabel 5.8. Perbandingan AVENDIA dengan alat CPAP yang sudah ada.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Siklus Perancangan Sistem Rekayasa.....	7
Gambar 3.2. Desain prototype AVENDIA.....	9
Gambar 3.3. Cara kerja AVENDIA.....	9
Gambar 3.4. Desain elektronis AVENDIA.....	10
Gambar 5.1. Proses Pengujian Tekanan.....	24
Gambar 5.2. Proses Pengukuran Kebisingan Alat.....	28
Gambar 5.3. Proses Pengujian Konsumsi Daya.....	29
Gambar 5.4. Konsumsi Daya AVENDIA.....	30



RINGKASAN TUGAS AKHIR

Obstructive Sleep Apnea (OSA) merupakan gangguan pernapasan yang menyebabkan terhentinya saluran pernapasan secara sesaat. Potensi terjadinya OSA pada usia 4 - 7 tahun sebesar 9% yang diakibatkan oleh pembengkakan kelenjar adenoid dan hipertrofi tonsil. Gangguan OSA akan menghambat tumbuh dan kembang anak yang dapat memicu terjadinya tekanan darah tinggi, penyakit arteri koroner dan stroke jika dibiarkan dalam waktu panjang. Upaya penyembuhan OSA dapat dilakukan dengan penggunaan alat *Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)* mengingat biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan terapi Tonsilektomi atau penggunaan obat - obatan relatif mahal. Ketersediaan CPAP di Indonesia yang masih terbatas menyebabkan tingginya biaya untuk pengadaan alat ini juga. Melalui tugas akhir ini, tim melakukan perancangan sebuah *low cost* CPAP untuk anak yang diberi nama AVENDIA sebagai alternatif solusi dari permasalahan tersebut. AVENDIA dapat menyuplai tekanan udara yang dapat diatur hingga 17 mmHg. Cara kerja alat ini secara umum yaitu ketika alat dinyalakan, maka LED akan menyala yang menandakan bahwa alat berada dalam kondisi siap digunakan. Terdapat 2 variasi *expiratory*, *mode 1* akan memberikan tekanan udara secara terus menerus sedangkan *mode 2* memberikan jeda waktu untuk melakukan proses ekspirasi. Jeda waktu dapat diatur hingga nilai *rate expiratory* maksimal adalah 1 : 4 yang berarti alat akan memberikan tekanan udara setiap 4 kali proses ekspirasi. Arduino akan memberikan perintah kepada blower untuk menghasilkan tekanan udara setelah menerima sinyal berdasarkan pengaturan *rate expiratory* dan tekanan udara. Kemudian, sensor GY-BME280 akan membaca tekanan udara yang dihasilkan. Data yang terbaca akan diproses oleh arduino dan ditampilkan pada LCD. Setelah melakukan uji coba dan validasi alat CPAP diperoleh nilai akurasi pembacaan tekanan sebesar 92,42% dan nilai akurasi pembacaan temperatur sebesar 99,15%. Keunggulan AVENDIA adalah *rate expiratory* yang dapat diatur sesuai kebutuhan pasien dibandingkan penelitian serupa yang mengalirkan tekanan udara secara terus menerus.

BAB 1: Definisi Permasalahan

Obstructive Sleep Apnea (OSA) merupakan sebuah sindrom yang ditandai dengan adanya berhentinya aliran udara pada rongga hidung dan mulut yang terjadi secara sesaat ketika tidur. Apnea dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti kelainan sentral atau obstruktif jalan pernafasan. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya pengenduran pada otot-otot tenggorokan yang menyebabkan tertutupnya jalan masuk udara pada rongga hidung dan mulut. Bambang Supriyanto (2005) dalam penelitiannya menyebutkan gangguan pernafasan OSA 0,7% - 10,3% terjadi pada anak berusia 4 - 5 tahun, 5% terjadi pada anak 7 - 15 tahun, dan 80% terjadi pada orang dewasa berusia 40 - 60 tahun. Intensitas tertinggi OSA pada anak terjadi pada umur 4 -7 tahun karena pada usia ini rawan terjadi hipertrofi tonsil dan adenoid [1].

Dewi Kartika Suryani, dkk (2019) melakukan penelitian terhadap 42 murid Sekolah Dasar (SD). Hasil penelitian tersebut mengatakan bahwa risiko OSA pada murid SD sebesar 61,9% dimana 42,9% diantaranya memiliki gejala ringan, 14,3% memiliki gejala sedang, dan 4,8% lainnya memiliki gejala berat [2]. Penderita OSA akan mengalami penurunan kualitas tidur yang berdampak pada kondisi fisik saat terbangun seperti mengalami pusing, kantuk di siang hari yang berlebihan, sulit berkonsentrasi, dan depresi. Jika penyakit OSA tidak dikendalikan dalam jangka waktu panjang dapat memicu terjadinya tekanan darah tinggi, penyakit arteri koroner, dan stroke. Upaya penyembuhan OSA dapat dilakukan dengan terapi Tonsilektomi, penurunan berat badan, mengkonsumsi obat-obatan, dan penggunaan alat bantu *Continuous Positive Airway Pressure* (CPAP) [4].

Terapi dengan alat CPAP dapat menjadi alternatif solusi sebagai metode penyembuhan OSA mengingat tingginya biaya yang dibutuhkan untuk menjalankan terapi Tonsilektomi atau penggunaan obat-obatan. Akan tetapi ketersediaan CPAP di Indonesia yang masih terbatas dan harus mengimpor dari luar negeri menyebabkan biaya untuk pengadaan alat ini tidak jauh berbeda dengan metode penyembuhan Tonsilektomi atau penggunaan obat-obatan. Dengan kondisi tersebut, menyebabkan tidak semua penderita OSA mampu melakukan terapi dengan alat CPAP. Dengan permasalahan yang sudah diuraikan diatas, maka dapat dirumuskan bahwa dibutuhkan sebuah alat CPAP dengan harga yang terjangkau oleh semua kalangan. Dengan adanya alat ini diharapkan anak dengan umur 4 - 7 yang mengalami gangguan OSA dapat menjalani terapi dengan alat bantu pernapasan CPAP sehingga dapat menikmati tidur dengan nyaman tanpa khawatir akan terjadi nya sesak napas secara spontan [2].

Penanggulangan gejala OSA pada anak dibawah 4 - 7 tahun dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya dengan menggunakan alat bantu pernapasan CPAP. Nopriadi Tanjung (2018) melakukan penelitian mengenai perancangan CPAP sebagai terapi *Sleep Apnea*. Dalam

penelitiannya dirancang sebuah sistem CPAP berbasis arduino uno dengan menggunakan *centrifugal blower* untuk sistem distribusi udaranya . Selain itu, memiliki pola hidup teratur, rutin berolahraga dan menjaga berat badan juga menjadi faktor pendukung untuk meminimalisir terjadinya OSA pada anak dengan umur 4 - 7 tahun [4].

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang CPAP sebagai alternatif solusi yang dapat digunakan oleh pasien penderita OSA dengan harga yang jauh lebih murah dan mudah digunakan. Sehingga, dapat bermanfaat pula sebagai bentuk ketahanan negara Indonesia dalam mengembangkan teknologi pada sektor kesehatan. Pembuatan alat ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk terapi penyembuhan OSA dengan biaya yang lebih murah dibanding metode penyembuhan yang sudah ada.

Batasan realistis pada perancangan ini mengacu pada Association for Respiratory Technology & Physiology (ARTP). Alat CPAP yang dirancang menyatakan bahwa tekanan yang harus dikeluarkan minimal 2 mmHg yang dapat diatur sehingga tekanan maksimum mencapai 20 mmHg. Tekanan statis rata-rata yang diukur dari alat CPAP harus berada dalam $\pm 0,5$ mmHg untuk alat yang mengeluarkan tekanan kurang dari sama dengan 10 mmHg dan ± 1 mmHg untuk alat yang mengeluarkan 10 mmHg - 20 mmHg. Metode pengujian ini telah ditentukan dalam ISO 80601-2-70:2015. Perangkat yang digunakan untuk mendistribusikan udara harus terbuat dari bahan yang mampu menerima tekanan mencapai 40 hPa yang tercantum dalam EN ISO 80601-2-70:2015. Alat CPAP yang dirancang harus memiliki tingkat kebisingan kurang dari 30 dB pada tekanan 10 mmHg yang diukur dari jarak 1 m. Alat CPAP harus memiliki sumber tegangan 220 V AC yang beroperasi pada frekuensi 50 - 60 Hz dengan konsumsi daya kurang dari 60 watts [9].

Adapun batasan masalah pada perancangan Tugas Akhir ini yaitu, perancangan alat CPAP ditujukan untuk anak penderita OSA dengan rentang usia 4 - 7 tahun. Parameter *positive end-expiratory pressure* (PEEP) yang digunakan dalam perancangan alat CPAP berbentuk tekanan (mmHg) dengan tekanan udara maksimum yang dapat dihasilkan sebesar 17 mmHg. Alat CPAP yang dirancang tidak dapat mengatur dan membaca kelembaban udara yang dihasilkan serta hanya bekerja pada sumber tegangan 220 V AC.

BAB 2: Observasi

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini menggunakan metode observasi secara tidak langsung melalui beberapa penelitian mengenai alat CPAP yang sudah ada. Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi yang berkaitan dengan usulan perancangan sistem sesuai dengan batasan realistis yang telah ditentukan serta dapat menanggulangi permasalahan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tahapan awal yang dilakukan untuk mencapai hal tersebut dengan melakukan studi literatur mengenai kebutuhan sistem yang akan digunakan oleh pengguna, dalam hal ini adalah anak dengan umur dibawah 4-7 tahun dengan gangguan OSA. Luaran dari observasi yang dilakukan yaitu kumpulan informasi sebagai dasar penyelesaian masalah dan spesifikasi perancangan sistem yang disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Metode observasi diawali dengan pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan sistem yang akan dirancang untuk menanggulangi permasalahan yang telah dirumuskan sebelumnya. Tabel 2.1 menampilkan beberapa referensi dari berbagai sumber informasi mengenai alternatif solusi terkait CPAP untuk terapi OSA pada anak.

Tabel 2.1. Kumpulan solusi CPAP untuk anak dengan gangguan OSA

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
B. Supriyanto, dkk. (2005) [1]	Penyembuhan OSA dapat dilakukan dengan Tonsilektomi, penggunaan alat CPAP, penurunan berat badan, dan mengkonsumsi obat pencegah OSA.	Dalam penelitian yang dilakukan tidak dijelaskan spesifikasi sistem dari usulan solusi yang ditawarkan. Penyembuhan dengan terapi CPAP memiliki tingkat efektifitas sebesar 70 - 80%.
D. K. Suryani, dkk. (2019) [2]	Penelitian yang dilakukan merupakan survei yang dilakukan pada murid sekolah dasar mengenai OSA. Dalam penelitian tersebut tidak dijelaskan cara penanggulangan OSA.	Penelitian hanya berfokus pada gejala dan persentase terjadinya OSA pada murid sekolah dasar. Tidak dijelaskan penanggulangan yang dapat dilakukan untuk penyembuhan OSA.
N. Tanjung. (2018) [3]	Terapi penyembuhan OSA dilakukan menggunakan alat CPAP. Piranti keras pada alat CPAP menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3, <i>Pressure sensor</i> MPX5700AP, Blower, Motor driver, dan Filter HME. Tekanan dan kuat angin dapat diatur menggunakan potensiometer dan indikatornya ditampilkan dalam LCD 16x2.	Hasil penelitian menunjukkan produk dapat bekerja dengan baik, akan tetapi alat CPAP belum menggunakan fitur <i>humidity control</i> , sehingga kelembaban dari udara yang akan didistribusikan ke pengguna tidak dapat diatur.
M. Abid Fadli. (2019) [4]	Terapi penyembuhan OSA dilakukan menggunakan alat CPAP. Piranti keras pada alat CPAP menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3, <i>Pressure sensor</i> MPX5700AP, DC motor, dan Filter HME..	Hasil serta akurasi sudah sesuai dengan perencanaan dan perancangan, namun masih ada kekurangan dalam pengaturan kelembaban udara yang akan didistribusikan ke pengguna.

Penulis	Usulan Solusi	Hasil / Evaluasi
D. Lewis, dkk. (2020) [5]	Terapi <i>sleep apnea</i> dilakukan menggunakan alat CPAP. Piranti keras pada alat CPAP menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3, motor DC, Bag valve mask, Test lung dan filter HME. Tekanan dan kuat angin dapat diatur menggunakan Arduino dj shield.	Penggunaan arduino dj shield terbukti lebih efektif mengatur kecepatan dan tekanan angin yang akan didistribusikan dengan nilai akurasi mencapai 80%. Akan tetapi pada prototipe tidak terdapat indikator tekanan dan kecepatan udara yang dikeluarkan.
L. Ambarwati, dkk. (2014) [6]	Terapi penyembuhan OSA dilakukan menggunakan alat CPAP dengan fitur humidifier sebagai pengatur kelembaban udara yang akan dihirup.	Hasil penelitian menunjukkan alat dapat bekerja dengan baik, akan tetapi proses pembuatan dan spesifikasi sistem dari alat CPAP tidak dijelaskan.
J. Eur Respir. (2019) [7]	Terapi <i>sleep apnea</i> dilakukan menggunakan alat CPAP. Mikrokontroler yang digunakan tidak dijelaskan dan sistem distribusi udara pada alat menggunakan blower bertekanan 75 mmHg.	Hasil penelitian menunjukkan prototipe dapat bekerja dengan baik dengan fitur alat yang sudah lengkap. Pada prototipe dijelaskan bahwa alat dapat menyuplai udara dengan tekanan hingga 75 mmHg serta temperatur udara yang dapat diatur.
A. Wahyubudi. (2016) [8]	Piranti keras pada alat CPAP menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3, motor DC, Bag valve mask, Test lung dan filter HME. Indikator tekanan dan temperatur tidak dijelaskan.	Alat ini ditujukan untuk anak bayi yang baru lahir dengan gangguan pernafasan yang tidak stabil. Tingkat akurasi dan fitur pada alat ini sudah cukup lengkap dengan tekanan didistribusikan dapat diatur.

Berdasarkan hasil observasi diatas, diperlukan sebuah mikrokontroler yang akan mengatur fungsi dan cara kerja alat secara keseluruhan. Tekanan udara yang dihasilkan berasal dari *centrifugal blower*. Agar tekanan udara yang akan didistribusikan sesuai dengan kebutuhan pengguna, dibutuhkan sebuah sensor yang dapat membaca tekanan udara. Penggunaan filter HME bertujuan untuk menyaring dan menetralkan bakteri yang terdapat pada udara. Selain itu juga dibutuhkan sebuah sistem pengamanan jika sewaktu - waktu terjadi lonjakan arus saat alat CPAP sedang digunakan. Berdasarkan kebutuhan utama sistem yang akan dirancang dengan mengangkat isu *low cost*, beberapa referensi diatas telah memenuhi standar kebutuhan sistem. Berdasarkan observasi yang dilakukan secara daring melalui platform e-commerce (Shopee, Tokopedia, dan Aliexpress) dan secara luring pada toko komponen elektronik di Yogyakarta (Jogjarobotika, Ichibot, dan Toko 51), harga komponen yang dibutuhkan masih tergolong murah. Namun proses observasi masih perlu dilakukan mengingat belum terpenuhinya kebutuhan pengguna.

Observasi selanjutnya dilakukan dengan menggunakan metode wawancara terhadap tenaga ahli medis. Proses wawancara yang dilakukan bertujuan untuk menentukan kebutuhan dan spesifikasi sistem yang akan dirancang. Proses wawancara diawali dengan menghubungi pihak rumah sakit untuk menanyakan perihal pasien dengan gangguan OSA. Setelah bertanya kepada beberapa rumah sakit di Yogyakarta, tim tidak menemukan pasien dengan gangguan OSA sehingga proses wawancara dilakukan terhadap tenaga ahli medis. Setelah mendapatkan narasumber yang

tepat, selanjutnya tim melakukan persiapan berupa daftar pertanyaan yang dapat membantu dalam menentukan spesifikasi sistem untuk memenuhi kebutuhan pengguna. Adapun daftar pertanyaan beserta respon dari tenaga ahli medis dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2. Hasil survei antara pengembang dan tenaga ahli medis

Pertanyaan	Jawaban/tanggapan
Apakah OSA sangat mempengaruhi kualitas tidur seseorang ?	Sangat mengganggu, karena pernapasan terhenti beberapa kali dan ditandai dengan adanya dengkur.
Kapan biasanya OSA mulai kambuh, apakah ada waktu-waktu tertentu ?	Tidak ada waktu tertentu.
Bagaimana gejala yang dialami saat seseorang mengalami gangguan OSA ?	Gejala yang dialami biasanya mendengkur dengan keras, henti napas sesaat selama beberapa kali, dan sering terbangun dari tidur.
Apakah dengan adanya alat CPAP sangat membantu seseorang dengan gangguan OSA untuk meningkatkan kualitas tidurnya ?	Penggunaan CPAP adalah pengobatan sleep apnea lini pertama dan dianjurkan untuk gejala moderat sampai berat karena cukup efektif dalam mengatasi gangguan OSA dengan memberikan tekanan positif pada saluran napas atas secara konstan. Dengan begitu, saluran napas pada tenggorokan tetap terbuka selama tidur dan volume udara pada paru - paru pun dapat dipertahankan.
Faktor apa saja yang dapat menjadi penyebab seseorang mengidap gangguan OSA ?	Pola hidup tidak sehat dan obesitas.
Bagaimana cara mencegah OSA pada seseorang yang mengalami gangguan tersebut ?	Menjaga berat badan, tidak merokok, melakukan olahraga secara rutin, dan menjaga pola tidur dengan baik.
Apakah alat CPAP memungkinkan untuk dimiliki setiap orang dengan gangguan OSA ?	Terapi CPAP hanya boleh dijalankan dengan pengawasan dokter.

Dari hasil survei antara pengembang dan tenaga ahli medis dapat disimpulkan bahwa penyakit OSA sangat mempengaruhi kualitas tidur seseorang karena pernapasan terhenti beberapa kali dan ditandai dengan adanya sebuah dengkur pada saat tidur. Tidak ada waktu tertentu untuk OSA kembali kambuh, dengan gejala yang biasa dialami seperti mendengkur dengan keras, napas berhenti beberapa saat, dan terbangun pada saat tidur. Pola hidup tidak sehat dan obesitas dapat menjadi penyebab seseorang mengidap gangguan OSA, dengan menjaga berat badan, tidak merokok, melakukan olahraga secara rutin, dan menjaga pola tidur dengan baik dapat mencegah seseorang dari gangguan OSA. Penggunaan alat bantu CPAP cukup efektif bagi penderita OSA

karena dapat memberikan tekanan positif pada saluran napas secara konstan, dengan begitu saluran napas pada tenggorokan tetap terbuka selama tidur dan volume udara pada paru - paru pun dapat dipertahankan. Terapi CPAP hanya boleh dijalankan dengan pengawasan dokter.

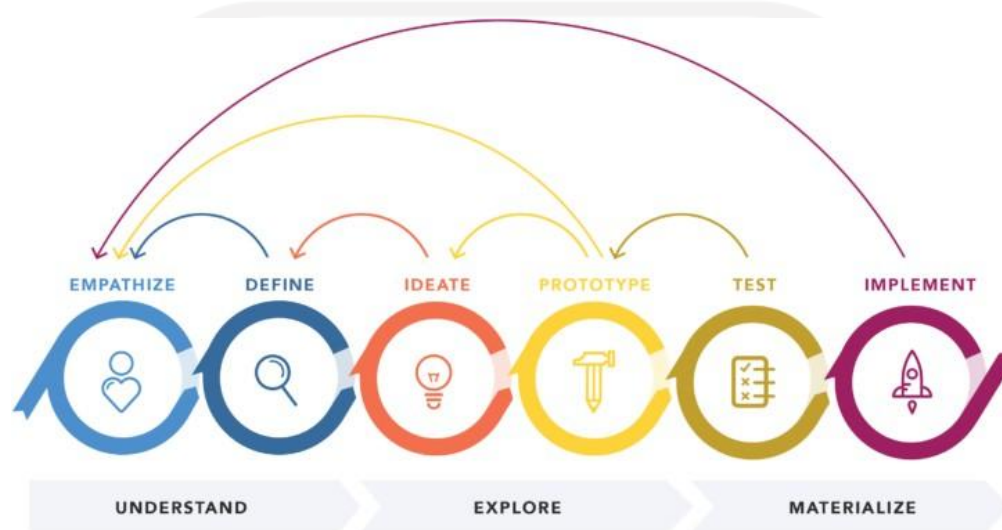
Berdasarkan informasi yang didapatkan dari hasil wawancara dan penelusuran beberapa literatur atau teknologi yang telah dikembangkan, kami menentukan daftar spesifikasi sistem yang akan dikembangkan sebagai solusi permasalahan yang diangkat yang di beri nama AVENDIA (*Air Ventilator for Pediatrics Dyspnea*). Spesifikasi sistem AVENDIA dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Spesifikasi Sistem

Parameter	Spesifikasi
Model Ventilasi	Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)
Dimensi (P x L x T)	24 cm x 10 cm x 16 cm
Pengaturan <i>positive end-expiratory pressure</i> (PEEP)	Dapat diatur hingga <i>rate expiratory</i> maksimum 1 : 4
Tekanan	Dapat diatur hingga tekanan maksimum 17 mmHg
Filter Bakteri	Memiliki mekanisme filtrasi bakteri
Display	Menampilkan pembacaan tekanan dan temperatur udara yang dihasilkan, grafik pembacaan sensor, dan <i>real time clock</i> .
Catu Daya	AC: 220 V; 50 Hz

BAB 3: Usulan Perancangan Sistem

Dalam proses perancangan AVENDIA, terdapat beberapa tahapan perancangan sesuai siklus *design thinking*. *Design Thinking* merupakan serangkaian proses kegiatan kognitif, strategis, dan praktis secara berulang. *Design Thinking* juga digunakan sebagai pemecahan masalah untuk menghasilkan solusi yang inovatif dan kreatif dengan memahami kebutuhan pengguna. Proses *design thinking* ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Siklus Perancangan Sistem Rekayasa

Tahap *empathize* dilakukan melalui pendekatan terhadap identifikasi permasalahan dengan mencari informasi dan data pendukung melalui platform pencarian jurnal untuk melakukan *literature review* terhadap permasalahan yang terjadi. Setelah melakukan *literature review*, pada tahap *define* diperoleh suatu rumusan masalah yang menjadi isu ilmiah. Permasalahan yang diangkat yaitu tingginya biaya penyembuhan gangguan *Obstructive Sleep Apnea* (OSA) pada anak usia 4 – 7 tahun. Berdasarkan permasalahan tersebut, pada tahap *ideate* dilakukan diskusi untuk menetapkan usulan solusi terbaik terhadap permasalahan yang terjadi. Kemudian dilakukan identifikasi terhadap berbagai opsi teknologi berdasarkan kebutuhan pengguna, pengembangan fungsi dan kualitas, kemudahan dalam produksi, dan manajemen biaya. Pada tahap *prototype* dilakukan pembuatan desain alat serta perakitan komponen yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah melakukan *prototyping*, tahap selanjutnya melakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat untuk membuktikan bahwa hasil *prototype* sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Tahap ini dilakukan pengujian terhadap produk meliputi aspek desain produk, sistem kerja produk, fungsional produk dan daya tahan produk.

AVENDIA dirancang dengan memanfaatkan blower sentrifugal sebagai penghasil tekanan udara yang akan didistribusikan. Blower sentrifugal dihubungkan dengan filter bakteri yang berfungsi sebagai mekanisme filtrasi udara sebelum disalurkan kepada pengguna. Adapun dasar keteknikan yang dijadikan acuan dalam proses perancangan AVENDIA adalah SNI 16-6632-2002 terkait *portable Continuous Positive Airway Pressure* sebagai upaya keamanan dan keselamatan penggunaannya. Spesifikasi keselamatan dari SNI 16-6632-2002 dapat dilihat pada Tabel 3.1.

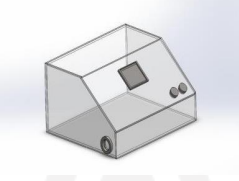

Tabel 3.1. Spesifikasi pengujian keselamatan berdasarkan SNI 16-6632-2002

Jenis Parameter	SNI 16-6632-2002
Tekanan	< 20 mmHg
Kebisingan	30 dB
Konsumsi daya	60 watt
Volume Tidal	$\pm 10\%$
Rate Respiratory	Minimal 1 : 1

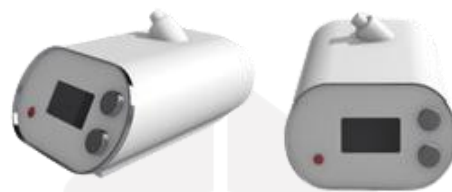
3.1 Usulan Rancangan Sistem

Pada perancangan sistem AVENDIA, tim mengusulkan 2 buah usulan spesifikasi sistem yang akan direalisasikan. Usulan rancangan sistem dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Usulan rancangan sistem AVENDIA

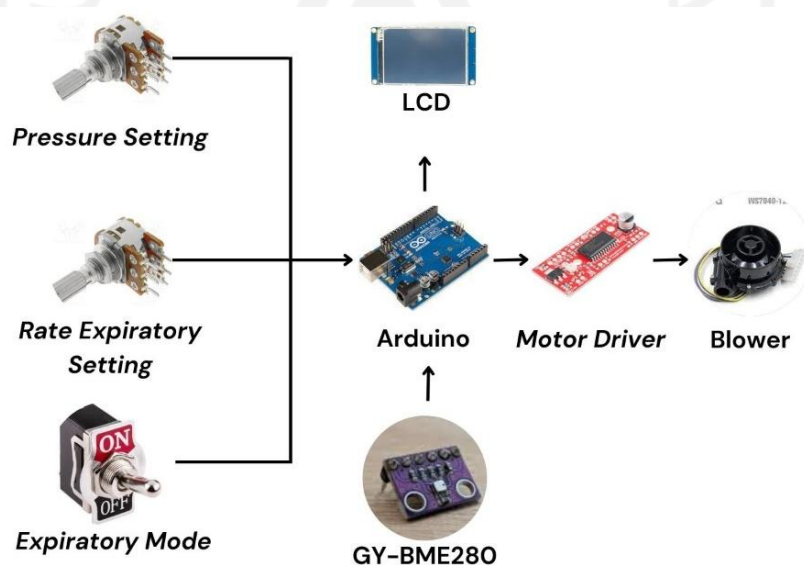
No	Spesifikasi	Usulan 1	Usulan 2
1	Desain alat		
2	Cover alat	Akrilik	Plastic PLA
3	Sumber udara	Menggunakan <i>bag valve</i> dengan sistem penggerak motor DC	Menggunakan blower sentrifugal
4	Sensor	Menggunakan MPX5700AP	Menggunakan GY-BME280
5	Breathing circuit	Menggunakan <i>nasal cannula</i> dengan bahan PVC <i>medical grade</i> dengan masker ukuran medium	Menggunakan selang berbahan <i>silicon rubber</i> dengan masker ukuran medium
6	Layar display	Menggunakan LCD 16 x 2	Nextion 2.4" HMI LCD TFT

Berdasarkan hasil diskusi yang dilakukan, tim perancangan memutuskan menggunakan usulan kedua untuk direalisasikan. Hal tersebut dikarenakan usulan kedua menggunakan kompartemen dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan usulan pertama. Dengan begitu spesifikasi alat yang dihasilkan mengikuti perkembangan zaman, penggunaan kompartemen yang sama dibandrol dengan harga lebih dari Rp6.000.000,00 sedangkan perancangan dengan usulan kedua hanya membutuhkan biaya kurang dari Rp3.000.000,00. Selain itu, penggunaan sensor pada usulan kedua mudah ditemukan di Indonesia dibandingkan penggunaan sensor pada usulan pertama. Desain produk direalisasikan dengan mesin 3D *printing* menggunakan bahan *plastic* PLA. Pembuatan desain *prototype* dibuat dengan menggunakan aplikasi Fusion 360 dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Desain prototype AVENDIA

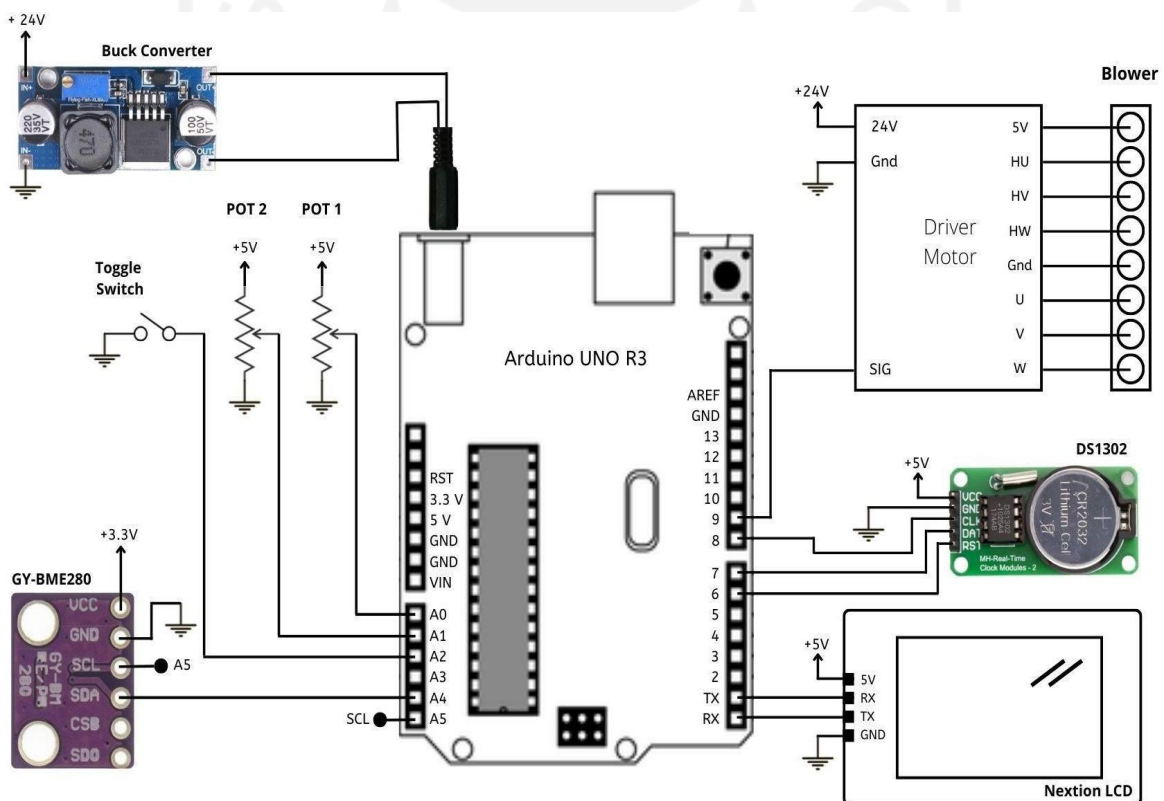
Pembuatan *cover* ditujukan untuk melindungi sistem elektronis dari gangguan luar. Desain *prototype* memiliki ukuran panjang 24 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 16 cm. *Cover* terbuat dari bahan *plastic* PLA dengan keunggulan memiliki bobot yang ringan dan tahan terhadap panas hingga suhu 80°C. Untuk mendukung proses produksi, tim pelaksana bekerja sama dengan Laboratorium Sistem Kendali dan Biomedis Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Cara kerja AVENDIA dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Cara kerja sistem secara keseluruhan dengan input pot 1, pot 2, dan *switch* serta output blower

Arduino UNO R3 akan menerima sinyal dari *toggle switch* sebagai variasi *expiratory*, potensiometer 1 sebagai pengatur tekanan udara, dan potensiometer 2 sebagai *rate expiratory*. Sinyal yang diterima kemudian diteruskan ke blower sebagai perintah untuk memberikan tekanan. Tekanan udara yang dikeluarkan tergantung pada pengaturan knob potensiometer 1. Semakin besar nilai potensiometer 1 maka semakin besar pula tekanan udara yang dihasilkan blower. Sama halnya dengan *rate expiratory*. Semakin besar nilai potensiometer 2 maka jeda waktu yang diberikan untuk proses ekspirasi semakin lama.

Penggunaan sensor GY-BME280 bertujuan untuk membaca tekanan dan temperatur udara yang dikeluarkan oleh *blower* agar tekanan yang dikeluarkan sesuai dengan perintah yang diberikan mikrokontroler. Data yang terbaca oleh sensor akan diproses oleh arduino dan ditampilkan pada layar LCD. Sebagai fitur tambahan, digunakan Modul RTC DS1302 untuk penampilan waktu secara *lifetime*. Hal ini bertujuan agar pengguna dapat dengan mudah memantau lama pemakaian alat CPAP. Untuk merealisasikan cara kerja tersebut, dibutuhkan sistem elektronis yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Desain sistem elektronis dengan arduino UNO sebagai mikrokontroler, GY-BME280 sebagai pembacaan sensor dan blower sebagai sistem penghasil udara

Penggunaan komponen pada desain elektronis AVENDIA dipilih berdasarkan pertimbangan tim dari segi fungsi, biaya, dan ketersediaan komponen di Indonesia. Adapun alasan tim memilih komponen yang akan digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Penggunaan komponen untuk desain elektronis

No	Nama Alat	Keterangan
1	Arduino Uno R3	Arduino R3 dipilih karena harganya yang tergolong murah dan memiliki kemampuan akuisisi data yang handal dengan resolusi ADC 10 bit. Arduino UNO R3 dilengkapi dengan 12 kanal <i>analog input</i> dan 20 <i>digital I/O</i> . Hal tersebut sudah dapat memenuhi kebutuhan alat CPAP sebagai suatu alat dengan <i>low cost system</i> .
2	Blower Sentrifugal	Blower Sentrifugal dipilih karena sistem AVENDIA membutuhkan komponen yang dapat menghasilkan tekanan udara. Tekanan udara yang dapat dihasilkan blower sentrifugal mencapai 40 mmHg. Hal itu dapat memenuhi kebutuhan sistem AVENDIA yang hanya menggunakan 17 mmHg untuk tekanan maksimum yang harus dihasilkan.
3	Driver Motor	<i>Driver Motor</i> merupakan sebuah rangkaian penguat terhadap arus DC yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran sentrifugal blower.
4	Buck Converter	Penggunaan <i>Buck Converter</i> bertujuan untuk untuk menurunkan tegangan DC 24 V dari <i>Power Supply</i> menjadi tegangan 5 V yang digunakan sebagai suplai daya ke arduino.
5	Pressure Sensor (GY-BME280)	Sensor GY-BME280 dipilih karena sensor ini memiliki tingkat akurasi sebesar ± 0.75 mmHg untuk pengukuran tekanan dan ± 1 °C untuk pengukuran suhu. Selain itu juga sensor GY-BME280 mudah diperoleh dengan harga yang terjangkau.
6	Real Time Clock Module (DS1302)	Modul RTC DS1302 digunakan untuk fitur <i>Real Time Clock</i> . Modul RTC DS1302 juga mudah diperoleh dengan harga yang terjangkau.
7	Nextion 2.4" HMI UART LCD TFT	Nextion 2.4" HMI dipilih sebagai display untuk menampilkan pembacaan sensor pada alat CPAP dengan resolusi 320 x 240 dengan RGB 65K <i>true to life colours</i> .

Dalam proses pembuatan usulan rancangan sistem AVENDIA, dibutuhkan beberapa inventaris yang dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Inventaris kebutuhan sistem

No	Nama Alat	Keterangan
1	Solder	Sebagai alat pemanas yang digunakan untuk merangkai desain lektronis yang sudah dirancang
2	Tang	Digunakan untuk mengencangkan baut pada cover AVENDIA
3	Kabel jumper	Digunakan untuk menghubungkan antar komponen
4	Baut	Untuk mengencangkan tutup cover AVENDIA
5	Multimeter	Merupakan alat ukur yang digunakan untuk mengukur tegangan atau rus pada komponen yang digunakan
6	HME <i>filter</i>	Digunakan sebagai mekanisme filtrasi bakteri pada alat AVENDIA
7	<i>Breathing tube</i>	Digunakan untuk menyalurkan tekanan udara dari blower ke pasien
8	<i>Nebulizer mask</i>	Digunakan pasien untuk menghirup tekanan udara yang dihasilkan
9	<i>Power Socket Connector</i>	Digunakan untuk menghubungkan listrik AC 220 V ke <i>power supply</i>
10	<i>Fuse</i>	Digunakan untuk sistem pengaman yang mengantisipasi terjadinya rus pendek pada rangkaian alat CPAP
11	<i>3D Printing Filament</i>	Digunakan sebagai bahan pembuatan cover alat yang dicetak menggunakan mesin 3D Printing
12	Power Supply 4 VDC	Digunakan untuk mengubah tegangan listrik Alternating Current (AC) menjadi tegangan listrik Direct Current (DC). Tegangan DC yang keluaran sebesar 24 V dengan arus maksimal 3 A untuk memenuhi kebutuhan daya sistem.

3.2 Metode Uji Coba dan Pengujian Usulan Rancangan Sistem

Proses pengujian dilakukan untuk membuktikan setiap perencanaan dan perancangan yang dibuat telah sesuai dengan standar ARTP yang dijadikan acuan. Langkah pertama yang dilakukan sebelum memulai pengujian sistem adalah memastikan semua komponen yang dirangkai sudah dapat berjalan sesuai dengan fungsinya. AVENDIA secara garis besar terdiri dari *hardcase*, *breathing circuit*, filter bakteri, blower sentrifugal, dan terdapat komponen elektronik pendukung yang berada di dalam *hardcase* seperti arduino uno R3, driver motor, *buck converter*, *power supply*, *pressure sensor* (GY-BME280), *Real Time Clock* module (DS1302), LED, potensiometer, *toggle*

switch, *power socket connector*, dan layar display. Pengujian sistem ini dapat dikatakan berhasil apabila alat AVENDIA dapat mengalirkan tekanan udara secara konstan, besar tekanan udara dan *rate expiratory* dapat diatur sesuai kebutuhan pengguna dengan maksimal tekanan udara yang dialirkan sebesar 17 mmHg.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan uji coba adalah memastikan bahwa alat berada pada permukaan yang datar dan kokoh. Selanjutnya sambungkan *breathing circuit* pada lubang yang telah disediakan pada permukaan alat. Pastikan pada sisi lain *breathing circuit* sudah terpasang filter bakteri dan masker udara. Putar kedua knop potensiometer ke posisi nol dan sambungkan alat pada catu daya. Uji coba yang kami terapkan pada alat ini memiliki beberapa poin diantaranya adalah pengujian tekanan udara, pengujian temperatur, pengujian tingkat kebisingan alat, dan pengujian kebutuhan daya pada alat.

Pengujian tekanan udara dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor GY-BME280 dengan kalibrator GM510 manometer. Pengambilan data dilakukan beberapa kali diantaranya pengujian tekanan udara ketika alat berada pada variasi *expiratory* mode 1. Mode 1 merupakan kondisi dimana alat akan mengalirkan udara secara terus menerus kepada pengguna. Pengambilan data dilakukan saat alat diaplikasikan dan tidak diaplikasikan kepada pengguna. Pengujian temperatur dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan temperatur sensor GY-BME280 dengan kalibrator HTC-1. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran temperatur di dalam dan diluar ruangan dengan pengambilan data di waktu yang berbeda.

Pengujian tingkat kebisingan alat dilakukan dengan menggunakan dB meter. Pengujian kebisingan alat ini dilakukan untuk memastikan tingkat kebisingan alat tidak lebih dari standar kebisingan yang telah ditentukan. Pengambilan data dilakukan dengan mengukur tingkat kebisingan dari jarak 50 cm, 100 cm, 150 cm, dan 200 cm. Pengujian konsumsi daya pada alat AVENDIA dilakukan dengan menghitung arus yang dibutuhkan saat alat menghasilkan beberapa variabel tekanan. Pengukuran arus dilakukan menggunakan multimeter DT-9205A.

Sebelum melakukan pengujian terhadap alat AVENDIA, tim memastikan komponen yang digunakan dapat berjalan sebagaimana mestinya. Dilakukan kalibrasi terlebih dahulu dengan metode regresi linier terhadap sensor yang digunakan. Regresi linier merupakan pengukur hubungan antara dua variabel atau lebih yang dinyatakan dengan bentuk hubungan atau fungsi. Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan antara variabel bebas yang disimbolkan dengan X dan variabel terikat dengan simbol Y.

3.2.1 Kalibrasi Sensor

Metode kalibrasi menggunakan regresi linier dilakukan untuk memastikan bahwa pembacaan tekanan dan temperatur sudah akurat. Tim menggunakan kalibrator GM510 dan HTC-1 sebagai pembanding yang dijadikan acuan dalam pembacaan sensor. Adapun tujuan dilakukannya kalibrasi yaitu untuk menghindari resiko bahaya pada CPAP saat digunakan, menjamin nilai pembacaan sensor, dan menjaga sensor agar tetap sesuai dengan spesifikasinya, maka digunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$Y = aX + b \quad (3.1)$$

Ket :

Y = Nilai terkalibrasi

a = Konstanta

b = Koefisien *slope* grafik

Nilai konstanta diperoleh menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$a = \frac{(\sum Y)(\sum X^2) - (\sum X)(\sum XY)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3.2)$$

Ket :

X = Nilai pembacaan sensor

Y = Nilai pembacaan kalibrator

Nilai koefisien *slope* grafik diperoleh menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3.3)$$

Ket :

X = Nilai pembacaan sensor

Y = Nilai pembacaan kalibrator

3.2.2 Teknik Penyajian Data

Analisa data pada Tugas Akhir ini dilakukan secara kuantitatif, dimana kesimpulan dapat ditarik dari pengumpulan data yang telah diperoleh. Untuk analisis data teknisnya dengan malakukan perbandingan hasil pembacaan sensor dengan alat kalibrator GM510 dan HTC-1. Untuk mengetahui presentase dari tingkat akurasi pembacaan sensor, tim melakukan analisa koreksi, penyimpangan, serta keakurasian dari data yang diperoleh menggunakan persamaan rumus sebagai berikut :

$$x = \frac{\sum x}{n} \quad (3.4)$$

Ket :

x = Nilai rata – rata pengukuran

$\sum x$ = Jumlah nilai pengukuran

n = Banyak jumlah pengukuran

$$Error = \frac{x - titik\ setting}{titik\ setting} \times 100\% \quad (3.5)$$

Ket :

Error = Presentase penyimpangan

Titik setting = Nilai setting yang ditetapkan

x = Nilai rata – rata pengukuran

$$Akurasi = 100\% - Error \quad (3.6)$$

Ket :

Akurasi = Presentase ketetapan penyimpangan

Error = Presentase penyimpangan

$$P = V \times I \quad (3.7)$$

Ket :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (Volt)

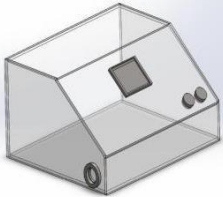

I = Arus (A)

BAB 4: Hasil Perancangan Sistem

4.1 Kesesuaian Usulan dan Hasil Perancangan Sistem

Setelah melakukan proses uji coba, dalam tahap realisasinya tim melakukan beberapa perubahan pada desain dan sistem elektronis dari usulan perancangan awal. Perubahan yang dilakukan bertujuan untuk pengembangan alat guna memenuhi kebutuhan pengguna dalam segi ergonomis. Perbandingan usulan dan hasil realisasi perencanaan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan usulan dan perancangan sistem.

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Desain Alat		
2	Dimensi Alat (panjang x lebar x tinggi)	20 cm x 20 cm x 30 cm	24 cm x 10 cm x 16 cm
3	Cover Alat	Akrilik	3D Printing
4	Sumber udara	Blower sentrifugal	Blower Sentrifugal
5	<i>Rate expiratory</i>	1:1 - 1:4	1:1 - 1:4
6	Tekanan	4 mmHg - 20 mmHg	4 mmHg - 17 mmHg
7	Breathing Circuit	Menggunakan selang berbahan PVC dengan masker ukuran medium	Menggunakan selang berbahan <i>silicon rubber</i> dengan masker ukuran medium
8	Filter Bakteri	Heat and Exchange Moisturizers (HME) filter	Heat and Exchange Moisturizers (HME) filter
9	Layar Display	Nextion 2.8" HMI LCD TFT	Nextion 2.4" HMI LCD TFT
10	Catu Daya	AC: 220 V; 50 Hz DC: 24 V; 3 A Adapter	AC: 220 V; 50 Hz DC: 24 V; 3 A Adapter

Berdasarkan Tabel 4.1 terdapat beberapa perubahan dalam proses realisasi alat. Perubahan yang dilakukan meliputi desain alat, dimensi alat, tekanan yang dihasilkan, dan layar *display*. Perubahan pada desain alat dilakukan guna pengembangan produk dari segi futuristik. Desain alat yang diusulkan memiliki bentuk yang monoton dengan dimensi (panjang x lebar x tinggi) 20 cm x 20 cm x 30 cm dan menggunakan bahan akrilik. Tim melakukan perubahan desain menjadi bentuk yang lebih futuristik dengan dimensi (panjang x lebar x tinggi) 24 cm x 10 cm x 16 cm dan direalisasikan menggunakan mesin 3D *printing* menggunakan *filament* berbahan PLA.

Perubahan kedua dilakukan pada tekanan udara yang dihasilkan. Pada usulan perancangan, alat dapat menghasilkan tekanan maksimum mencapai 20 mmHg, namun pada realisasinya alat hanya dapat menghasilkan tekanan maksimum sebesar 17 mmHg. Hal tersebut karena tim hanya menggunakan tegangan sebesar 20 V dari 24 V. Penurunan tegangan dilakukan agar AVENDIA tidak memiliki kelebihan penggunaan daya.

Perubahan selanjutnya dilakukan pada penggunaan layar display yang awalnya menggunakan ukuran 2,8 Inch berubah menjadi 2,4 Inch. Hal ini dikarenakan tim tidak menemukan ketersediaan layar display ukuran 2,8 Inch di Indonesia. Layar display 2,8 Inch tersedia di luar negeri sehingga membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses pengiriman dengan biaya tambahan untuk administrasi. Berdasarkan hal tersebut tim memutuskan untuk mengubah ukuran layar menjadi 2,4 Inch berdasarkan pertimbangan dari segi waktu dan biaya.

4.2 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Perencanaan kerja merupakan salah satu hal yang penting untuk diperhatikan dalam melaksanakan perancangan sistem. Perencanaan waktu pengerjaan dilakukan dengan pembuatan *Gantt Chart*. Hal tersebut bertujuan untuk membangun rasa tanggung jawab setiap anggota tim dalam manajemen waktu sehingga proses pekerjaan dilakukan dengan efektif dan efisien. Kesesuaian antara perencanaan waktu dan realisasinya dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Kesesuaian antara usulan dan realisasi *timeline* pengerjaan Tugas Akhir 2

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Realisasi Pelaksanaan
1	Pembelian alat dan bahan	Januari - Februari	Januari - Februari
2	Perancangan sistem	Maret - April	April - Mei
3	Uji coba dan Validasi	Mei - Juni	Juni
4	Pengumpulan laporan akhir	Juni	Juni
5	Expo	Juli	Juli

Perencanaan kedua yang dilakukan meliputi pembuatan Rancangan Anggaran Biaya (RAB). Perencanaan yang dilakukan bertujuan untuk melakukan perhitungan mengenai biaya yang dibutuhkan untuk merealisasikan usulan perancangan agar dalam proses realisasi tim tidak melakukan *over budgeting*. RAB digunakan sebagai pedoman tim dalam membeli komponen yang dibutuhkan dalam perancangan sistem. Kesesuaian RAB dengan realisasinya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Kesesuaian RAB Tugas Akhir antara usulan dan realisasi

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
1	Centrifugal Blower	1 pcs	Rp866.000,00	1 pcs	Rp819.729,00
2	Biaya cukai dan pajak	-	-	1 pcs	Rp56.771,00
3	Arduino Uno R3	1 pcs	Rp135.000,00	1 pcs	Rp135.000,00
4	MPX10DP Silicon Sensor	1 pcs	Rp208.000,00	-	-
5	PSU 24V 6.5A	1 pcs	Rp200.000,00	1 pcs	Rp160.000,00
6	LED 5mm Merah	2 pcs	Rp1.000,00	9 pcs	Rp2.700,00
7	Buzzer Aktif 5V	1 pcs	Rp7.000,00	2 pcs	Rp6.000,00
8	Case Akrilik Arduino Uno	-	-	1 pcs	Rp10.000,00
9	Kabel AWG 18 0.75 mm	-	-	4 m	Rp8.000,00
10	AC-03 Power Socket	-	-	1 pcs	Rp4.500,00
11	Kabel Jumper 20 cm Male-Male	-	-	1 pcs	Rp500,00
12	Kabel Jumper 20 cm Male-Female	-	-	1 pcs	Rp400,00
13	Kabel Power (europe)	-	-	1 pcs	Rp20.000,00
14	5x20mm Glass Tube Fuse 10A 250V	-	-	4 pcs	Rp1.000,00
15	Kabel USB Printer 0.3 m	-	-	1 pcs	Rp8.000,00
16	LCD Nextion 2.4 inch	1 pcs	Rp458.000,00	1 pcs	Rp250.400,00
17	Foil hot Bed 3D printing	-	-	1 pcs	Rp67.500,00
18	Knob potensio	-	-	3 pcs	Rp10.500,00
20	Push Button Stainless	-	-	1 pcs	Rp24.500,00
21	Bacterial filter ventilator	1 pcs	Rp138.000,00	1 pcs	Rp32.500,00
22	Masker Nebulizer	-	-	2 pcs	Rp30.000,00
23	Biaya pengiriman	-	-	1 pcs	Rp15.500,00

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya	
		Kuantitas	Total Harga	Kuantitas	Total Harga
24	Universal CPAP tubing selang CPAP	1 pcs	Rp508.000,00	1 pcs	Rp149.900,00
25	Biaya Pengiriman	-	-	1 pcs	Rp16.300,00
26	Mur 3 mm	-	-	10 pcs	Rp1000,00
27	Baut 3 x 10	-	-	10 pcs	Rp1000,00
28	Tombol Push On/off	-	-	1 pcs	Rp15.000,00
29	Pin molek kecil 6 pin	-	-	1 pcs	Rp 3000,00
30	Pin molek kecil 3 pin	-	-	1 pcs	Rp 1500,00
31	IC LM358	-	-	3 pcs	Rp 6000,00
32	3D printing filament	-	-	1 pcs	Rp170.000,00
33	Biaya pengiriman	-	-	1 pcs	Rp2.000,00
34	Dempul Alflaglos 1/4	-	-	1 pcs	Rp15.500,00
35	Amplas Toho 800	-	-	1 pcs	Rp12.000,00
36	Skrap Plastik Prima 5inc	-	-	1 pcs	Rp2.500,00
37	3mm Heat Shrinkable Tubing	-	-	3 pcs	Rp15.000,00
39	16mm Locking Water	-	-	1 pcs	Rp45.000,00
40	Baut Stainless M2x10mm	-	-	5 pcs	Rp 2000,00
41	Mur Stainless Steel M2	-	-	3 pcs	Rp 1500,00
42	Mata Solder Dekko 40 w	-	-	1 pcs	Rp17.000,00
43	PCB lubang IC 2 x 8 cm	-	-	1 pcs	Rp 3000,00
44	Box Rosin Solder Paste mini	-	-	1 pcs	Rp 5000,00
45	Pylox 171 300 CC	-	-	1 pcs	Rp33.000,00
46	High Precision ATMO	-	-	1 pcs	Rp14.000,00
47	PCB lubang IC 5x7cm	-	-	1 pcs	Rp7.000,00
48	Modul RTC DS1302	-	-	1 pcs	Rp8.000,00
49	Maxell CR2032 3V Lithium	-	-	1 pcs	Rp5.000,00
50	Sapporo Ultimate	-	-	1 pcs	Rp43.000,00
51	Stiker Transparan	-	-	1 pcs	Rp15.000,00
		Total	Rp2.847.000,00	Total	Rp2.272.700,00

4.3 Analisis dan Pembahasan Kesesuaian antara Perencanaan dan Realisasi

Berdasarkan perancangan, pengujian dan pembuatan CPAP mengalami beberapa perubahan dan peningkatan desain yang bertujuan guna melakukan pengembangan sistem. Perubahan yang dilakukan meliputi perubahan desain alat dan sistem elektronis, perubahan manajemen pekerjaan, dan perubahan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Namun prinsip kerja dari alat CPAP yang diusulkan tetap dipertahankan karena telah memenuhi kriteria untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

4.3.1 Perubahan Desain Alat dan Sistem Elektronis

Desain alat yang diusulkan pada perencanaan awal memiliki bentuk yang monoton sehingga tim melakukan perubahan yang cukup signifikan. Perubahan desain ini dilakukan dengan mempertimbangkan bentuk alat dari segi futuristik. Perubahan dilakukan dengan menggunakan aplikasi Fusion 360 dan direalisasikan menggunakan mesin 3D *Printing* yang memakan waktu \pm 10 hari. Pada tahap *finishing*, tim melakukan pengamplasan dan pendempulan pada permukaan cover dan teruskan pada tahap pengecatan untuk menyempurnakan tampilan desain alat.

Pada sistem elektronis perubahan yang dilakukan meliputi layar display, penggunaan sensor MPX5700AP, dan penggunaan modul RTC. Penggunaan layar display yang awalnya diusulkan menggunakan Nextion 2,8 Inch diubah menjadi Nextion 2,4 Inch. Hal ini dikarenakan layar display Nextion 2,8 Inch sulit ditemukan di Indonesia dan harus membeli dari luar negeri. Perubahan yang dilakukan berdasarkan pertimbangan tim dari segi waktu dan efisiensi biaya. Selanjutnya pada usulan sistem digunakan sensor MPX5700AP yang kemudian diubah menjadi GY-BME280. Hal tersebut dilakukan mengingat ketidaktersediaan sensor yang MPX5700AP di Indonesia dan harga jual yang mahal sehingga tim menggunakan sensor GY-BME280. Sensor GY-BME280 memiliki tingkat kepresisian lebih rendah dalam pembacaan tekanan dibandingkan sensor MPX5700AP, namun penggunaan sensor GY-BME280 sudah memenuhi kebutuhan sistem yang diperlukan dalam membangun alat CPAP. Selanjutnya tim melakukan penambahan fitur Real time Clock yang tidak diusulkan pada perancangan sistem. Hal tersebut dilakukan karena tim menilai fitur tersebut perlu digunakan sehingga pengguna dapat lebih mudah melakukan kontrol terhadap lama pemakaian alat CPAP.

4.3.2 Perubahan Manajemen Pekerjaan

Pengerjaan alat mengalami kemunduran dibandingkan perencanaan kerja yang telah ditentukan tim sebelumnya. Hal tersebut diakibatkan karena beberapa komponen harus dibeli dari China dan mengalami kendala pengiriman sehingga membutuhkan estimasi waktu yang lebih lama. Kendala tersebut terjadi karena adanya tahun baru Imlek yang menyebabkan aktivitas pengiriman sempat terhenti selama 7 hari karena masyarakat China melakukan perayaan Imlek.

4.3.3 Perubahan Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Ketidaksesuaian antara Rancangan Anggaran Biaya (RAB) dengan realisasinya terjadi karena minimnya ketersediaan beberapa komponen di Indonesia sehingga harus membelinya di luar negeri. Hal tersebut membutuhkan biaya yang lebih besar melebihi rancangan biaya yang telah ditentukan tim sebelumnya. Maka dari itu, tim memutuskan untuk menggunakan komponen serupa dengan spesifikasi yang lebih rendah tanpa mengurangi kebutuhan sistem yang diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan yang ada.

4.4 Analisis Kesesuaian Realisasi Perancangan Dengan Standar yang Dirujuk

Pada saat pembuatan alat CPAP, tim mengacu pada standar ARTP (ISO 80601-2-70:2015) dan SNI 16-6632-2002. ARTP merupakan standar profesional pengukuran dan interpretasi fisiologi dalam bidang kedokteran di Inggris. Selain itu, tim juga menjadikan *Philips Dreamstation Auto CPAP* yang beredar di pasaran Indonesia sebagai pembanding dalam pembuatan alat ini. Kesesuaian antara realisasi perancangan dengan standar yang dirujuk dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kesesuaian antara realisasi perancangan dengan standar yang dirujuk

Jenis Parameter	SNI 16-6632-2002	ISO 80601-2-70:2015	<i>Philips Dreamstation</i>	AVENDIA
Tekanan	< 20 mmHg	4 – 20 mmHg	4 – 20 mmHg	4 - 17 mmHg
Kebisingan	< 30 dB	< 30 dB pada 10 mmHg	25,8 dB	69 dB
Konsumsi daya	< 60 watt	< 60 watt	45 watt	34 watt
<i>Penyimpangan Volume Tidal</i>	± 10 %	± 1 mmHg	-	± 1 mmHg
<i>Rate Respiratory</i>	Minimal 1 : 1	Minimal 1 : 1	1 : 2	1 : 4

4.5 Analisis Teknikal Realisasi Alat Secara Keseluruhan

Dengan membandingkan semua usulan dan realisasi yang telah dilakukan maka dapat dihitung persentase keberhasilan perancangan sistem alat CPAP sebesar 89%. Pada kesesuaian usulan dan hasil perancangan sistem jumlah realisasi yang dapat dilakukan realisasi sebanyak 6 dari 10 usulan, pada kesesuaian dengan standar yang dirujuk dapat dilakukan sebanyak 4 realisasi dari 5 usulan, untuk manajemen pekerjaan alat dapat dilakukan realisasi sebanyak 3 dari 5 usulan, sedangkan untuk rancangan anggaran biaya dapat dilakukan realisasi sebanyak 53 dari 54 usulan. Sehingga dapat dihitung persentase realisasi keberhasilan keseluruhan hasil perancangan sistem alat CPAP dengan persamaan, jumlah realisasi / jumlah usulan x 100% $((66/74) \times 100\% = 89\%)$. Keunggulan alat CPAP yang sudah dibuat yaitu dapat mengatur besar tekanan udara dan *rate expiratory* sesuai kebutuhan pengguna. Bentuk *hardware* dari alat AVENDIA dibuat dengan teknologi 3d printing dengan bentuk memipih dan futuristik. Tingkat kebisingan alat ini lebih dari 30 dB dengan penggunaan listrik sebesar 34 watt.

BAB 5: Implementasi Sistem dan Analisis

5.1 Hasil dan Analisis Implementasi

AVENDIA merupakan sebuah alat *low cost* CPAP untuk anak. Kompartemen yang terdapat pada alat ini terdiri dari *hard case*, filter bakteri, blower sentrifugal, arduino uno, Nextion LCD 2,4", *Toggle Switch*, Potensiometer, *Power Supply*, sensor GY-BME280, dan modul RTC DS1302. Ketika tombol power diaktifkan, terjadi proses inisialisasi LCD diikuti dengan aktifnya LED yang menunjukkan bahwa alat siap untuk digunakan. Arduino UNO R3 sebagai mikrokontroler akan menerima sinyal dari *toggle switch* sebagai variasi *expiratory*, potensiometer 1 sebagai pengatur tekanan udara, dan potensiometer 2 sebagai *rate expiratory*.

Terdapat 2 variasi *expiratory* dengan variasi pertama CPAP akan memberikan tekanan udara secara terus menerus dan variasi kedua CPAP akan memberikan jeda untuk melakukan proses ekspirasi. Pada variasi *expiratory* ke-2 alat CPAP akan berhenti memberikan tekanan udara sesuai *rate expiratory* yang dapat diatur sesuai kebutuhan pasien dengan cara memutar knop potensiometer 2. Sama halnya dengan *rate expiratory*, tekanan udara yang dihasilkan juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan pasien dengan cara memutar knop potensiometer 1. Setelah pengaturan variasi, *rate expiratory*, dan tekanan telah disesuaikan dengan kebutuhan, mikrokontroler akan memberikan perintah untuk menjalankan *blower*. Sensor GY-BME280 akan membaca tekanan udara yang dikeluarkan oleh *blower*. Data yang terbaca oleh sensor akan diproses oleh arduino dan ditampilkan pada layar LCD. Selain itu terdapat juga fitur *Real Time Clock* menggunakan Modul RTC DS1302 yang terhubung dengan arduino dan ditampilkan pada layar LCD.

AVENDIA bekerja pada tegangan 20 VDC yang diperoleh dari *power supply* yang dihubungkan ke sumber tegangan 220V AC menggunakan Power Socket Connector. Untuk memenuhi daya pada arduino uno, digunakan *buck converter* sebesar 5 V yang terhubung dengan keluaran dari *power supply*. Ketika terjadi lonjakan arus pada salah satu komponen ketika sedang menggunakan alat, *fuse* yang terdapat pada *power socket connector* akan memutus daya masuk pada alat untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi.

Untuk memastikan AVENDIA telah sesuai dengan perancangan sistem yang telah dilakukan sebelumnya, kami melakukan pengujian dengan menghitung keakuratan tekanan, keakuratan temperatur dan tingkat kebisingan pada alat. Tingkat keakuratan tekanan diperoleh dengan membandingkan hasil pembacaan sensor GY-BME280 dengan kalibrator GM510 dan kalibrator HTC-1 untuk keakuratan temperatur. Selain itu, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan alat untuk digunakan oleh pasien.

5.1.1 Kalibrasi Sensor

Sebelum melakukan pengujian dilakukan kalibrasi sensor terlebih dahulu menggunakan metode regresi linier Untuk menentukan bentuk hubungan (regresi) diperlukan pemisahan antara variabel bebas yang disimbolkan dengan X dan variabel terikat dengan simbol Y. Saat melakukan kalibrasi, tim menggunakan nilai ADC sensor sebagai nilai X dan nilai kalibrator GM510 manometer sebagai Y. Hasil kalibrasi sensor untuk pembacaan tekanan dapat dilihat pada Tabel 5.1

Tabel 5.1. Hasil kalibrasi sensor untuk pembacaan tekanan

No	X (GY-BME280)	Y (GM510)	X ²	Y ²	XY
1	731	0,5	534.361	0,25	365,5
2	732	1,5	535.824	2,25	1.098
3	733	2,5	537.289	6,25	1.832,5
4	734	3,5	538.756	12,25	2.569
5	735	4,5	540.225	20,25	3.307,5
6	735	5,5	540.225	30,25	4.042,5
7	736	6,5	541.696	42,25	4.784
8	737	7,5	543.169	56,25	5.527,5
9	738	8,5	544.644	72,25	6.273
10	739	9,5	546.121	90,25	7.020,5
11	739	10,5	546.121	110,25	7.759,5
12	740	11,5	547.600	132,25	8.510
13	741	12,5	549.081	156,25	9.262,5
14	742	13,5	550.564	182,25	10.017
15	743	14	552.049	196	10.402
JUMLAH	11.055	112	8.147.725	1.109,5	82.771

Hasil persamaan regresi linier disubstitusikan ke dalam persamaan 3.1 sehingga diperoleh hasil perhitungan kalibrasi sensor GY-BME280 untuk pembacaan tekanan menggunakan metode regresi linier dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = 1,49X + 1084,673 \quad (4.1)$$

Dengan metode yang sama, dilakukan proses kalibrasi terhadap sensor GY-BME280 untuk pembacaan temperatur. Proses kalibrasi dilakukan dengan membandingkan data ADC sensor dengan kalibrator HTC-1 sehingga diperoleh hasil seperti Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Hasil kalibrasi sensor untuk pembacaan temperatur

No	X (GY-BME280)	Y (HTC-1)	X ²	Y ²	XY
1	27,01	27,4	729,5401	750,76	740,074
2	27,8	27,3	772,84	745,29	758,94
3	29,5	28,6	870,25	817,96	843,7
4	30,2	27,9	912,04	778,41	842,58
5	29,8	27,2	888,04	739,84	810,56
JUMLAH	144,31	138,4	4.172,71	3.832,26	3.995,85

Hasil persamaan regresi linier disubstitusikan ke dalam persamaan 3.1 sehingga diperoleh hasil perhitungan kalibrasi sensor GY-BME280 untuk pembacaan temperatur menggunakan metode regresi linier dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Y = 0,18X + 22,56 \quad (4.2)$$

5.1.2 Pengujian Tekanan

Pengujian tekanan dilakukan untuk memastikan tekanan yang dihasilkan pada alat sesuai dengan perancangan yang dilakukan. Proses pengujian tekanan dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor GY-BME280 dengan kalibrator GM510 manometer. Pembacaan tekanan oleh sensor GY-BME280 menggunakan satuan Pa sehingga perlu dilakukan konversi terhadap hasil dikarenakan perancangan sistem menggunakan satuan mmHg dengan nilai konversi yang digunakan adalah $1 \text{ Pa} = 0,00750062 \text{ mmHg}$.



Gambar 5.1. Proses Pengujian Tekanan

Pengujian tekanan dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tekanan yang dihasilkan oleh alat CPAP pada mode 1. Mode 1 merupakan kondisi dimana alat CPAP akan menghasilkan tekanan secara terus menerus tanpa ada jeda waktu untuk pengguna melakukan ekspirasi. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.1 dan Tabel 5.2.

Tabel 5.3. Hasil pengujian tekanan pada mode 1 dan diaplikasikan pada pengguna

No	GM510 Manometer (mmHg)	GY-BME280 (mmHg)				Error (%)	Akurasi (%)
		Awal	Menit ke - 5	Menit ke - 10	Menit ke - 15		
1	1,5	1	0	1	1	50	50,00
2	2,1	1	2	2	2	16,67	83,33
3	3,2	3	3	2	2	14,06	85,94
4	4,1	4	4	3	3	8,54	91,46
5	5	4	5	5	5	5	95
6	5,3	5	5	5	5	5,66	94,34
7	6,4	6	6	6	6	6,25	93,75
8	6,9	7	7	7	7	2,17	97,83
9	7,2	7	7	7	7	2,78	97,22
10	8,3	8	8	8	8	3,61	96,39
11	9,1	8	9	9	9	3,85	96,15
12	10,5	10	10	10	10	4,76	95,24
13	10,9	11	11	11	12	3,21	96,79
14	11,9	12	12	12	12	0,84	99,16
15	13	13	13	13	13	0	100
16	13,2	13	13	13	13	1,52	98,48
17	14,1	14	14	14	14	0,71	99,29
18	15	15	15	15	15	0	100
19	16,1	16	16	16	16	0,62	99,38
20	17,1	17	17	17	17	0,58	99,42

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 5.1 menunjukkan hasil pengujian tekanan pada mode 1 yang diaplikasikan langsung kepada pengguna. Proses pengujian dilakukan dengan mengatur potensiometer 1 (pengatur tekanan) kedalam beberapa kondisi yang menyebabkan blower mengeluarkan tekanan yang berbeda pada setiap pengaturannya. Kemudian pembacaan tekanan oleh sensor GY-BME280 dibandingkan dengan hasil pembacaan GM510 manometer. Pengambilan data dilakukan setiap jeda waktu 5 menit untuk melihat tingkat kestabilan tekanan yang dikeluarkan oleh alat CPAP. Berdasarkan data yang diperoleh, sensor GY-BME280 memiliki

akurasi sebesar 93,46 % dalam membaca tekanan.

Tabel 5.4. Hasil pengujian tekanan pada mode 1 dan diaplikasikan pada pengguna

No	GM510 Manometer (mmHg)	GY-BME280 (mmHg)				Error (%)	Akurasi (%)
		Awal	Menit ke - 5	Menit ke - 10	Menit ke - 15		
1	1,5	1	0	1	1	50	50
2	2,1	1	2	1	2	28,57	71,43
3	3,2	3	2	3	3	14,06	85,94
4	4,1	4	4	3	4	8,54	91,46
5	5	3	5	5	5	10	90
6	5,3	5	5	5	5	5,66	94,34
7	6,4	6	6	5	6	10,16	89,84
8	6,9	6	7	7	7	2,17	97,83
9	7,2	7	7	7	7	2,78	97,22
10	8,3	8	8	8	8	3,61	96,39
11	9,1	8	9	9	9	3,58	96,15
12	10,5	10	10	10	10	4,76	95,24
13	10,9	11	12	11	11	3,21	96,79
14	11,9	12	12	12	12	0,84	99,16
15	13	13	13	13	13	0	100
16	13,2	13	13	13	13	1,52	98,48
17	14,1	14	14	14	14	0,71	99,29
18	15	15	15	15	15	0	100
19	16,1	16	16	16	16	0,62	99,38
20	17,1	17	17	17	17	0,58	99,42
Rata - Rata						7.58	92.42

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 5.2 menunjukkan hasil pengujian tekanan pada mode 1 yang tidak diaplikasikan langsung kepada pengguna. Proses pengujian dilakukan dengan mengatur potensiometer 1 (pengatur tekanan) kedalam beberapa kondisi yang sama seperti pengujian sebelumnya. Besar akurasi GY-BME280 saat tidak diaplikasikan kepada pengguna adalah 92,42 %. Berdasarkan kedua pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sensor GY-BME280 memiliki tingkat akurasi pembacaan tekanan sebesar 92,94 %.

5.1.3 Pengujian Temperatur

Pengujian temperatur dilakukan untuk mengetahui temperatur yang dihasilkan pada alat sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau tidak. Proses pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan temperatur sensor GY-BME280 dengan kalibrator HTC-1. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran temperatur di dalam dan diluar ruangan dengan pengambilan data di waktu yang berbeda. Proses pengambilan data dilakukan pada pukul 15.00, 20.00, 00.00, 09.00 dan 13.00 Waktu Indonesia Barat (WIB). Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan Tabel 5.6.

Tabel 5.5. Hasil pengujian temperatur di dalam ruangan

No	Waktu Pengujian (WIB)	HTC-1 (°C)	GY-BME280 (°C)	Error(%)	Akurasi(%)
1	15 : 00	26.83	27	0,63	99,36
2	20 : 00	26.10	26	0,38	99,61
3	00 : 00	24.90	25	0,40	99,59
4	09 : 00	27.05	27	0,18	99,81
5	13 : 00	29.29	29	0,99	99
Rata - Rata				0,52	99,47

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada Tabel 5.5 menunjukkan hasil pengujian temperatur di dalam ruangan. Dengan rata - rata tingkat keakuratan temperatur di dalam ruangan sebesar 99,5%.

Tabel 5.6. Hasil pengujian temperatur di luar ruangan

No	Waktu Pengujian (WIB)	HTC-1 (°C)	GY-BME280 (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	15 : 00	27.16	27	0,59	99,41
2	20 : 00	26.32	26	1,21	98,78
3	00 : 00	25.31	25	1,22	98,77
4	09 : 00	27.61	28	1.41	98,58
5	13 : 00	29.40	29	1.36	98.63
Rata - Rata				1,15	98,83

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 5.6 menunjukkan hasil pengujian temperatur di luar ruangan. Dengan rata - rata tingkat keakuratan temperatur di luar ruangan sebesar 98,8%.

5.1.4 Pengujian Kebisingan Alat

Pengujian tingkat kebisingan alat dilakukan menggunakan dB meter. Proses pengambilan data dilakukan pada jarak 50 cm, 100 cm, 150 cm, dan 200 cm terhadap beberapa variasi tekanan. Berdasarkan data yang diperoleh semakin besar tekanan udara yang dikeluarkan maka semakin besar tingkat kebisingan alat yang dihasilkan.



Gambar 5.2. Proses Pengukuran Kebisingan Alat

Proses pengukuran kebisingan alat dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan hasil pengujian tingkat kebisingan alat dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.7. Hasil Pengukuran Kebisingan Alat

No	Tekanan (mmHg)	Tingkat Kebisingan (dB)			
		50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
1	1	51,5	55,6	50,1	49
2	3	68,6	58,5	52,2	57
3	5	63,2	62,2	56,8	59
4	7	65,2	63,8	61	62
5	10	67,2	65,8	62,7	63,5
6	13	68	66,7	64,2	64
7	17	69	67,2	64,9	65
Rata - Rata		64,67	62,82	54,84	59,92

Berdasarkan Gambar 5.3 dapat dilihat bahwa tingkat kebisingan alat akan semakin besar jika jarak pengukuran semakin kecil. Semakin besar tekanan udara yang digunakan akan berpengaruh pada tingkat kebisingan yang dihasilkan. Pada tekanan maksimum, AVENDIA menghasilkan kebisingan sebesar 69 dB diukur dari jarak 50 cm dan 65 dB diukur dari jarak 200 cm.

5.1.5 Pengujian Konsumsi Daya

Pengujian konsumsi daya dilakukan dengan menghitung besar arus yang keluar terhadap beberapa variasi tekanan. Pengukuran arus dilakukan menggunakan alat ukur multimeter

DT9205A yang dirangkai secara seri terhadap keluaran *power supply* dan *driver motor*.

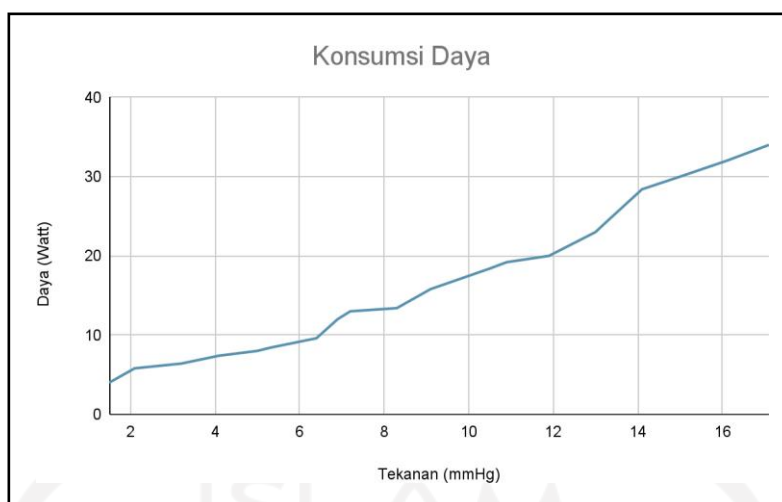


Gambar 5.3. Proses Pengujian Konsumsi Daya

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, AVENDIA memiliki konsumsi daya rata-rata sebesar 16,64 watt dengan konsumsi daya terbesar pada tekanan 17 mmHg sebesar 34 watt. Besar konsumsi daya diperoleh berdasarkan perhitungan daya yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

Tabel 5.8. Hasil pengujian konsumsi daya

No	Tekanan (mmHg)	Arus (I)	Tegangan (V)	Daya (Watt)
1	1,5	0,2	20	4
2	2,1	0,29	20	5,8
3	3,2	0,32	20	6,4
4	4,1	0,37	20	7,4
5	5	0,4	20	8
6	5,3	0,42	20	8,4
7	6,4	0,48	20	9,6
8	6,9	0,6	20	12
9	7,2	0,65	20	13
10	8,3	0,67	20	13,4
11	9,1	0,79	20	15,8
12	10,5	0,92	20	18,4
13	10,9	0,96	20	19,2
14	11,9	1	20	20
15	13	1,15	20	23
16	13,2	1,2	20	24
17	14,1	1,42	20	28,4
18	15	1,5	20	30
19	16,1	1,6	20	32
20	17,1	1,7	20	34
Rata - Rata				16,64



Gambar 5.4. Konsumsi Daya AVENDIA

Gambar 5.4 merupakan grafik konsumsi daya AVENDIA terhadap tekanan yang dikeluarkan. Berdasarkan gambar tersebut, konsumsi daya akan bertambah besar jika penggunaan tekanan semakin besar.

5.2 Pengalaman Pengguna

Setelah melakukan pengujian terhadap implementasi perancangan sistem yang dilakukan di Laboratorium Kendali Teknik Elektro UII, pengguna diberikan kebebasan untuk melakukan uji coba secara langsung terhadap alat CPAP. Setelah itu, pengguna diberikan beberapa pertanyaan mengenai respon pengguna terhadap alat CPAP. Pengalaman pengguna dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Pengalaman Pengguna

No	Fitur	Capaian	Respon	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Apakah AVENDIA mudah dipahami ?	Baik	-
		Apakah AVENDIA dapat digunakandengan baik ?		
2	Kemudahan	Apakah AVENDIA mudahdioperasikan ?	Baik	-
		Apakah AVENDIA mudah dibawakemana - mana ?		
3	Kualitas	Bagaimana kualitas AVENDIA ?	Baik	Perlu pengembangan lebih lanjut dari segi material, harga, dan desain
		Apakah AVENDIA layak diproduksi secara masal ?		
4	Kenyamanan	Apakah timbul efek samping setelah menggunakan AVENDIA ?	Tidak	Perlu diperhatikan tingkat kebisingan alat
5	Kendala	Apakah terdapat kendala selamapenggunaan AVENDIA ?	Tidak	-

5.3 Dampak Implementasi Sistem

5.3.1 Teknologi/Inovasi

Pada perancangan AVENDIA, tim mencari beberapa referensi mengenai teknologi terdahulu yang memungkinkan untuk diterapkan pada AVENDIA. Referensi menjadi acuan dalam pengembangan teknologi yang akan diterapkan pada perancangan AVENDIA. Perbandingan AVENDIA dengan teknologi terdahulu dapat dilihat pada Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Perbandingan AVENDIA dengan alat CPAP yang sudah ada

No	Fitur/Komponen	AVENDIA (2022)	Noprianda Tanjung (2018)	M. Abid Fadli (2019)	J. Eur Respir (2019)
1	Sumber tekanan udara	Blower Sentrifugal	Blower Sentrifugal	Blower Sentrifugal	Ambubag
2	Cover Alat	Plastic PLA	Acrylic	Acrylic	Acrylic
3	Layar Display	LCD 2,4" TFT	LCD 16 x 2	LCD 16 x 2	Tidak Ada
4	Expiratory Setting	Hingga 1 : 4	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada
5	Pengukuran Suhu	Ada	Tidak Ada	Tidak Ada	Tidak Ada

5.3.2 Ekonomi

Aspek ekonomi yang dapat digali dari *project* CPAP yang dibuat adalah dengan harga CPAP di Indonesia yang terbilang cukup tinggi dari Rp. 7.000.000 - Rp. 10.000.000 mengakibatkan para penderita sleep apnea sulit mendapatkan terapi dengan alat CPAP karena tidak mampu membeli alat CPAP yang tersedia di Indonesia. Untuk itu, dengan menerapkan sistem *low cost* dan mudah digunakan, dibuatlah alat CPAP sebagai solusi alternatif bagi penderita OSA.

5.3.3 Sustainability

Aspek *sustainability* yang dapat digali dari *project* CPAP yang akan dibuat adalah dengan menerapkan sistem *low cost* alat yang akan dibuat dapat diproduksi secara berkelanjutan karena menggunakan komponen - komponen yang murah dan tersedia di Indonesia.

5.3.4 Manufaktur

Aspek manufaktur yang dapat digali dari *project* CPAP yang akan dibuat adalah perancangan alat ditujukan untuk digunakan di rumah dengan konsumsi daya dibawah 35 watt. Perancangan alat dipersiapkan untuk produksi dalam skala kecil maupun besar.

5.3.5 Ethical

Aspek *ethical* yang dapat digali dari *project* CPAP yang akan dibuat adalah alat yang dirancang aman untuk digunakan di rumah karena memiliki tingkat kebisingan yang rendah sehingga tidak akan mengganggu anggota keluarga yang lain dan dilengkapi dengan filter bakteri.

5.3.6 Sosial

Aspek sosial yang dapat digali dari *project* CPAP yang akan dibuat adalah untuk dipasarkan kepada masyarakat Indonesia yang memiliki gangguan pernafasan *sleep apnea*. Hal ini didasari oleh studi literatur dan survei kepada ahli medis dan mahasiswa kedokteran yang telah dilakukan sebelumnya agar perancangan yang dilakukan dapat menjadi solusi alternatif mengenai masalah *sleep apnea*. Sehingga, dapat bermanfaat pula sebagai bentuk ketahanan negara Indonesia dalam mengembangkan teknologi pada sektor kesehatan.



BAB 6 : Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem dari AVENDIA didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. AVENDIA secara keseluruhan telah sesuai dengan spesifikasi yang telah diusulkan dan ada beberapa hal diantaranya yang tidak sesuai dengan usulan yaitu desain alat, dimensi alat, tingkat kebisingan alat dan tekanan yang dihasilkan oleh AVENDIA.
2. AVENDIA merupakan sebuah alat CPAP yang dapat menghasilkan tekanan maksimum sebesar 17 mmHg. Pembacaan sensor tekanan memiliki tingkat keakuratan sebesar 92,94% dan pembacaan sensor temperatur sebesar 99,15%.
3. Pada tekanan maksimum alat AVENDIA memiliki tingkat kebisingan sebesar 69 dB pada jarak 50 cm dan 65 dB pada jarak 200 cm.
4. AVENDIA memiliki konsumsi daya rata-rata sebesar 16,64 watt dengan konsumsi daya terbesar pada tekanan 17 mmHg sebesar 34 watt.

6.2 Saran

Berdasarkan pengerjaan AVENDIA yang telah dilaksanakan diperlukan perbaikan pada beberapa bagian untuk pengembangan alat antara lain;

1. Perlu dilakukan penambahan sensor kelembaban untuk kebutuhan *monitoring* kelembaban.
2. Perlu menambahkan sistem pengaturan kelembaban udara yang dihasilkan.
3. Mengganti perangkat penghasil tekanan udara agar lebih stabil.
4. Perlu memperhatikan tingkat kebisingan alat karena masih diatas standar yang dirujuk.
5. Tidak adanya fitur waktu pemakaian pada alat AVENDIA.
6. Sebelum membeli komponen yang akan digunakan wajib untuk menentukan apa saja komponen yang diperlukan pada *project* guna meminimalisir kesalahan pembelian komponen sehingga mengakibatkan *over budgeting* pada pembuatan *project* tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bambang Supriyono. "Obstructive sleep apnea syndrome Obstructive sleep apnea syndrome pada Anak." *Sari Pediatri*, vol. 7, pp. 77-84, Sep. 2005.
- [2] Suryani, Dewi Kartika. "Faktor Risiko Obstructive Sleep Apnea pada Anak Sindrom Down ." *Sari Pediatri*, vol. 20, pp. 295 - 301, Feb. 2019.
- [3] Leni Ambarwati. "*Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)*." Fakultas Kedokteran, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia, Jan. 2014.
- [4] Noprindra Tanjung. "*Prototipe Continuous positive Airway Pressure (CPAP)*." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes II, Jakarta, Indonesia, Jul. 2018.
- [5] Fadli, Muhammad Abid. "*Continuous Positive Airway Pressure(CPAP) Pressure Positive End-Expiratory Pressure(PEEP) Pernafasan*." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes II, Jakarta, Indonesia, Jul. 2019.
- [6] Lewis, Darren. COVID-19 Rapid Manufacture Ventilator BVM Ambu Bag. *Instructables*. Available:<https://www.instructables.com/COVID-19-Rapid-Manufacture-Ventilator-BVM-Ambubag-/>
- [7] J, Eur Respir. "*Easy-to-build and affordable continuous positive airway pressure CPAP device for adult patients in low-income countries*." *Agora Research Letter*, 2019 ; 53: 1802290. Available : <https://doi.org/10.1183/13993003.02290-2018>
- [8] P, Ario Wahyubudi. "*Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) dan Baby Incubator*." Tugas Praktek Kerja Lapangan, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Airlangga, Surabaya, 2016.
- [9] ARTP Standards of Care - CPAP Devices (Technical and Performance) Dashboard. (n.d.). Available : <https://www.artp.org.uk/sleep-standards-of-care/cpap-device-certification>

LAMPIRAN – LAMPIRAN

A. Logbook Kegiatan Selama Proses Tugas Akhir 2


Hari, Tanggal	Perencanaan	Deskripsi Kegiatan	Capaian
06 - 03 - 2022	Melakukan diskusi dengan anggota kelompok terkait TA2 01	Mendata dan Menghitung biaya yang sudah dikeluarkan untuk project Tugas Akhir	Membuat <i>Production Cost</i> pada TA2 01
13 - 03 - 2022	Melanjutkan Progres <i>capstone design 2</i>	Membuat program untuk memenuhi kebutuhan inspirasi pada sistem, Melakukan bimbingan rutin dengan dosen pembimbing	Kebutuhan program untuk inspirasi pada alat sudah terpenuhi, Menerima masukan dan arahan dari dosen pembimbing
20 - 03 - 2022	Melakukan diskusi dengan anggota kelompok terkait desain rancangan akhir <i>project capstone design 2</i> dan melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan revisi terhadap desain produk dalam segi futuristik, Membuat program untuk memenuhi kebutuhan sensor pada sistem	Desain final untuk project capstone design, Kebutuhan program untuk sensor pada sistem sudah terpenuhi
27 - 03 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melakukan perakitan seluruh komponen yang sudah terbeli	Seluruh kompartemen dapat berfungsi sesuai kebutuhan
29 - 03 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melakukan kalibrasi terhadap pressure sensor yang digunakan	Proses kalibrasi pada sensor sudah dilakukan, namun tingkat akurasi masih kecil dan harus dilakukan kalibrasi ulang
30 - 03 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melanjutkan pengerjaan design dan program sesuai spesifikasi yang ditentukan	Desain produk sudah dibagi per bagian untuk persiapan 3D <i>printing</i> . Program untuk LCD sudah berjalan sesuai kebutuhan.
05 - 03 - 2022	Melanjutkan Progress lanjutan <i>capstone design 2</i>	Mengerjakan progres lanjutan <i>capstone design 2</i> di lab kendali	Menemukan masalah pada pressure sensor yang akan digunakan
18 - 04 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melanjutkan proses 3d printing untuk case dari projek akhir	membuat case proyek akhir dengan bantuan mesin 3d printing
21 - 04 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Menggabung dan merapikan case yang sudah dibuat dengan 3d printing	Case dari project <i>capstone design</i> telah digabung
22 - 04 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Menyiapkan slide dan presentasi progres kelompok	Diberi saran dan masukan tentang progres TA2 oleh dosen pembimbing
23 - 04 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Memoxy case yang sudah di dempul	Case sudah di poxy agar tahan lama
17 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan pengecekan terhadap hardcase yang sudah di poxy	Menemukan beberapa kekurangan pada hardcase

20 - 05 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Melakukan diskusi dengan dosen pembimbing tugas akhir terkait progres yang sudah dilakukan	Diberi masukan dan saran oleh dosen pembimbing terkait tugas akhir
24 - 05 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Melakukan perakitan di setiap komponen elektronis yang akan digunakan	Terpasang nya beberapa komponen elektronis
25 - 05 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Melakukan pemrograman terhadap arduino	Arduino sudah di program
27 - 05 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Merancang dudukan elektronis yang akan dimasukkan ke dalam hardcase	Dudukan elektronis untuk hardcase sudah dirancang
29 - 05 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Memprogram Layar LCD yang akan digunakan	Layar LCD yang akan digunakan sudah di program
30 - 05 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Melanjutkan Pemrograman terhadap layar LCD yang akan digunakan, Melakukan pengecatan terhadap hardcase yang sudah di poxy	Layar LCD sudah memunculkan beberapa program yang diprogramkan pada arduino, hardcase sudah tercat dengan rapi
02 - 06 -2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Melakukan perakitan beberapa komponen ke PCB yang sudah di beli, dan semua komponen yang dipasang di PCB sudah dapat berjalan sesuai desain skematik sistem	Beberapa komponen sudah terpasang di PCB dan sudah berjalan sesuai desain skematik sistem
03 - 06 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Melakukan presentasi mengenai progres mingguan tugas akhir 2	Diberi saran dan masukan oleh dosen pembimbing terkait progres yang sudah dipresentasikan
06 - 06 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Melakukan kalibrasi terhadap sensor tekanan yang digunakan	Kalibrasi sensor tekanan
10 - 06 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Melakukan presentasi mengenai progres mingguan tugas akhir 2	Diberi saran dan masukan oleh dosen pembimbing terkait progres yang sudah dipresentasikan
11- 06 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Melakukan kalibrasi ulang terhadap sensor tekanan	Kalibrasi sensor tekanan
13 - 06 -2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Pengambilan data dari alat yang dibuat yaitu keakuratan tekanan , temperatur dan tingkat kebisingan alat	Pengambilan data
14 - 06 - 2022	Melanjutkan <i>capstone design 2</i> progres	Membuat <i>technical report</i> TA 202	<i>Technical report TA 202</i>



TECHNICAL REPORT

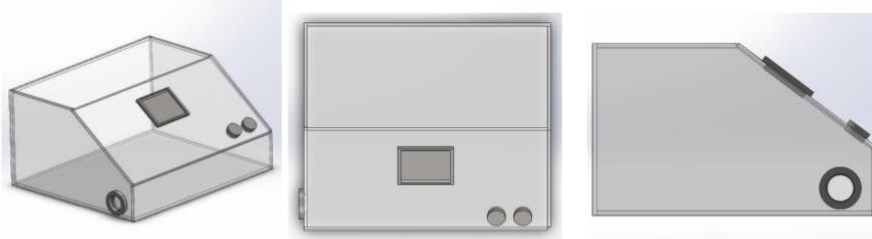
IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA201
Topik / Judul <i>Capstone Design</i>	Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) Untuk Anak
Nama Lengkap	1) Adhitya Eka Putra 2) Asyroful Amin
No. Induk Mahasiswa (NIM)	1) 18524074 2) 18524118
Dosen Pembimbing 1	Yusuf Aziz Amrulloh, Ph.D.
Dosen Pembimbing 2	Hendra Setiawan, Ph.D. 

Spesifikasi Sistem	
Parameter	Spesifikasi
Model Ventilasi	Continuous Positive Airway Pressure (CPAP)
Rasio	1:1 - 1:4
Inspirasi	Menggunakan blower sentrifugal dengan kecepatan maksimum 36.000 rpm
PEEP	4 cmH ₂ O - 20 cmH ₂ O
Breathing Circuit	Menggunakan selang berbahan <i>silicon rubber</i> dengan masker ukuran medium
Filter Bakteri	Heat and Exchange Moisturizers (HME) filter
Display	Nextion 2.8" HMI LCD TFT (LCD dengan resolusi 320 x 240 dengan RGB 65K <i>true to life colours</i> dan sudah touchscreen)
Catu Daya	AC: 220 V; 50 Hz DC: 24 V; 3 A Adapter

الجمهورية الإسلامية اندونيسية

Desain rancangan awal



Desain rancangan akhir



Dagram Blok

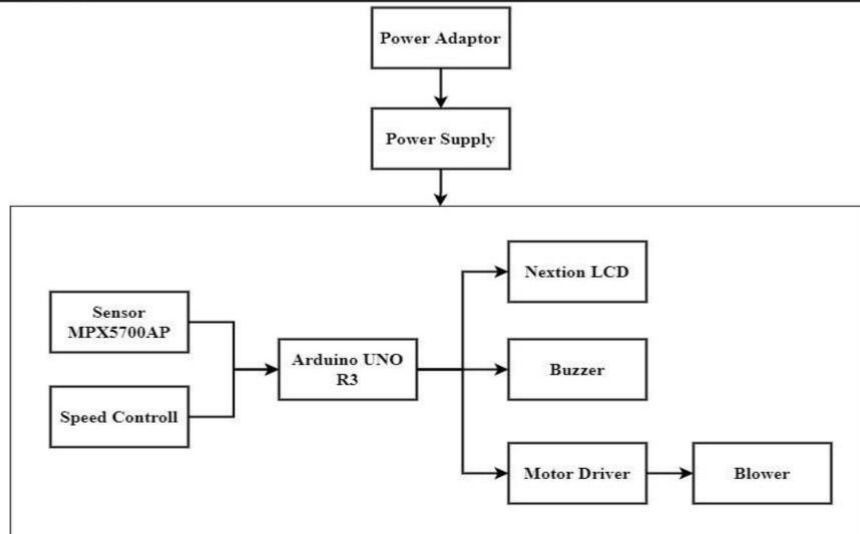
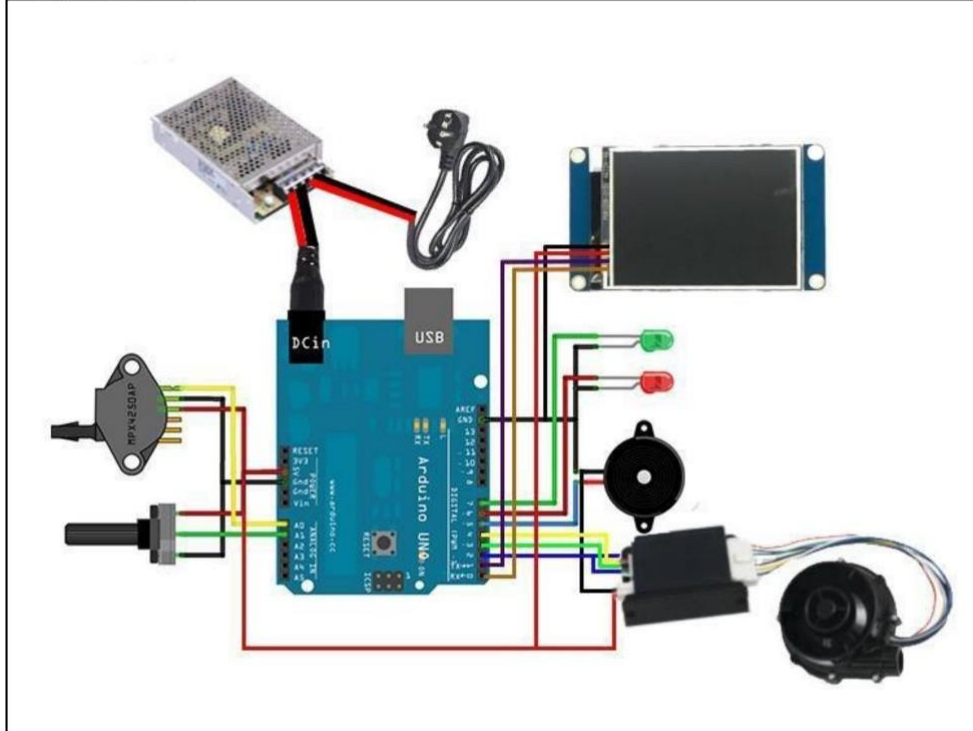


Diagram Wairing



Production Costs

No	Tanggal	Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Total Harga
1	25/01/2022	Blower Sentrifugal	Rp 876.500,00	1 pcs	Rp 876.500,00
2	26/02/2022	Arduino Uno R3	Rp135.000,00	1 pcs	Rp135.000,00
3		MPX10DP Silicon Sensor	Rp165.000,00	1 pcs	Rp165.000,00
4		PSU 24V 6.5A	Rp160.000,00	1 pcs	Rp160.000,00
5		LED 5mm Merah	Rp300,00	3 pcs	Rp900,00
6		LED 5mm Kuning	Rp300,00	3 pcs	Rp900,00
7		LED 5mm Hijau	Rp300,00	3 pcs	Rp900,00



8		Buzzer Aktif 5V	Rp3.000,00	2 pcs	Rp6.000,00
9		Case Akrilik Arduino Uno	Rp10.000,00	1 pcs	Rp10.000,00
10		Kabel AWG 18 0.75 mm	Rp2.000,00	4 m	Rp8.000,00
11		AC-03 Power Socket	Rp4.500,00	1 pcs	Rp4.500,00
12		Kabel Jumper 20cm Male-Male	Rp17.000,00	1 pcs	Rp17.000,00
13		Kabel Jumper 20cm Male-Famale	Rp17.000,00	1 pcs	Rp17.000,00
14		Kabel Power (europe)	Rp20.000,00	1 pcs	Rp20.000,00
15		5x20mm Glass Tube Fuse 10A 250V	Rp250,00	4 pcs	Rp1.000,00
16		Kabel USB Printer 0.3 m	Rp8.000,00	1 pcs	Rp8.000,00
17		LCD Nextion 2.4 inch	Rp250.000,00	1 pcs	Rp250.000,00
18		Jasa Tambahan	Rp50.000,00	1 pcs	Rp50.000,00
19	28/02/2022	Biaya Admin Bank	Rp12.500,00	1 pcs	Rp12.500,00
20	13/03/2022	MPX5700AP sensor	Rp220.000,00	1 pcs	Rp220.000,00
21	03/04/2022	Alas untuk 3D printing	Rp60.000,00	1pcs	Rp60.000,00
22	06/04/2022	Knob potensio	Rp3.500,00	3pcs	Rp10.500,00
		Push Button Stainless	Rp24.500,00	1pcs	Rp24.500,00
		Bacterial filter ventilator	Rp.32.500,00	1pcs	Rp32.500,00
		Biaya pengiriman	Rp15.500,00	1pcs	Rp15.500,00
23	12/04/2022	3d printing filament	Rp170.00,00	1pcs	Rp170.000,00
		Biaya pengiriman	Rp2.000,00	1pcs	Rp2.000,00
24	21/04/2022	Dempul Alfaclos 1/4	Rp15.500,00	1pcs	Rp15.000,00
		Amplas Toho 800	Rp12.000,00	1pcs	Rp12.000,00
		Skrup Plastik Prima 7inc	Rp3.500,00	1pcs	Rp3.500,00
		Skrup Plastik Prima 5inc	Rp2.500,00	1pcs	Rp2.500,00
		Skrup Plastik Prima 9inc	Rp5.500,00	1pcs	Rp5.500,00



25	22/04/2022	Surfacer	Rp40.000,00	1pcs	Rp40.000,00
Total					Rp2.324.100

L0ogs / Catatan Aktivitas (meliputi perencanaan, aktivitas/tugas, dan capaiannya)			
Catatan Aktivitas dan Capaian Kelompok dalam mengerjakan TA 201.			
Hari, Tanggal	Perencanaan	Deskripsi Kegiatan	Capaian
06 - 03 - 2022	Melakukan diskusi dengan anggota kelompok terkait TA2 01	Mendata dan Menghitung biaya yang sudah dikeluarkan untuk project Tugas Akhir	Membuat <i>Production Cost pada</i> TA2 01
13 - 03 - 2022	Melanjutkan Progres <i>capstone design 2</i>	Membuat program untuk memenuhi kebutuhan inspirasi pada sistem, Melakukan bimbingan rutin dengan dosen pembimbing	Kebutuhan program untuk inspirasi pada alat sudah terpenuhi, Menerima masukan dan arahan dari dosen pembimbing
20 - 03 - 2022	Melakukan diskusi dengan anggota kelompok terkait desain rancangan akhir <i>project capstone design 2</i> dan melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan revisi terhadap desain produk dalam segi futuristik, Membuat program untuk memenuhi kebutuhan sensor pada sistem	Desain final untuk project capstone design, Kebutuhan program untuk sensor pada sistem sudah terpenuhi
27 - 03 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melakukan perakitan seluruh komponen yang sudah terbeli	Seluruh kompartemen dapat berfungsi sesuai kebutuhan
29 - 03 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melakukan kalibrasi terhadap pressure sensor yang digunakan	Proses kalibrasi pada sensor sudah dilakukan, namun tingkat akurasi masih kecil dan harus dilakukan kalibrasi ulang
30 - 03 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melanjutkan pengerjaan design dan program sesuai	Desain produk sudah dibagi per bagian untuk persiapan 3D



		spesifikasi yang ditentukan	<i>printing</i> . Program untuk LCD sudah berjalan sesuai kebutuhan.
05 - 03 - 2022	Melanjutkan Progress lanjutan <i>capstone design 2</i>	Mengerjakan progres lanjutan <i>capstone design 2</i> di lab kendali	Menemukan masalah pada pressure sensor yang akan digunakan
18 - 04 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Melanjutkan proses 3d printing untuk case dari proyek akhir	membuat case proyek akhir dengan bantuan mesin 3d printing
21 - 04 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Menggabung dan merapikan case yang sudah dibuat dengan 3d printing	Case dari project <i>capstone design</i> telah digabung
22 - 04 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Menyiapkan slide dan presentasi progres kelompok	Diberi saran dan masukan tentang progres TA2 oleh dosen pembimbing
23 - 04 - 2022	Melanjutkan progres lanjutan <i>capstone design 2</i>	Memoxy case yang sudah di dempul	Case sudah dipoxy agar tahan lama

Catatan tambahan

1. Sensor membutuhkan kalibrasi ulang untuk mendapatkan tingkat akurasi yang lebih baik
2. Diperlukan dudukan setiap kompartemen pada desain produk
3. Komponen yang belum terbeli yaitu masker CPAP dan filter HME
4. Diperlukan diskusi lanjutan dengan dosen pembimbing mengenai progres Capstone Design yang sedang berlangsung

Referensi (menggunakan format IEEE dalam penulisan referensi)

- [1] ARTP Standards of Care - CPAP Devices (Technical and Performance) Dashboard. (n.d.). Available : <https://www.artp.org.uk/sleep-standards-of-care/cpap-device-certification>
- [2] Noprindra Tanjung. "Prototipe Continuous positive Airway Pressure (CPAP)." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes II, Jakarta, Indonesia, Jul. 2018.
- [3] Brian Aji Hisif. "Simulasi Pengendalian CPAP Berbasis LabVIEW." Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, Feb. 2018.
- [4] Lewis, Darren. COVID-19 Rapid Manufacture Ventilator BVM Ambubag. *Instructables*. Available : <https://www.instructables.com/COVID-19-Rapid-Manufacture-Ventilator-BVM-Ambubag/>
- [5] Medicalogy - Perlengkapan Rumah Sakit (Alat CPAP) Dashboard. (n.d). Available : <https://www.medicalogy.com/c/beli-alat-cpap>



TECHNICAL REPORT

IDENTITAS

Dokumentasi Proses	TA202
Topik / Judul <i>Capstone Design</i>	Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) Untuk Terapi Obstructive Sleep APNEA Pada Anak Usia 4 - 7 Tahun
Nama Lengkap	1) Adhitya Eka Putra 2) Asyroful Amin
No. Induk Mahasiswa (NIM)	1) 18524074 2) 18524118
Dosen Pembimbing 1	Yusuf Aziz Amrulloh, Ph.D.
Dosen Pembimbing 2	Hendra Setiawan, Ph.D.

Metode / Rancangan Pengujian Sistem

Metode pengujian yang digunakan dirancang untuk menunjukkan bahwa setiap rencana dan desain berfungsi. Metode pengujian yang digunakan selama pengerjaan Tugas Akhir 202 adalah dengan mengidentifikasi titik-titik pengukuran CPAP. Titik pengukuran akan diuji sesuai desain tugas akhir dengan set point 5 mmHg, 6,9 mmHg, 9 mmHg, 11 mmHg dan 13 mmHg. Dengan membandingkan nilai set point dengan nilai pada *pressure gauge*.

Metode Pengukuran untuk pengujian Sistem

Analisis data dalam pengukuran ini dilakukan secara kuantitatif dan dapat ditarik kesimpulan dari kumpulan data yang telah dihasilkan. Melakukan analisa data teknis dengan membandingkan hasil keluaran CPAP dengan alat pengukur tekanan (Manometer). Data pengukuran yang diperoleh dari hasil keluaran CPAP dan alat ukur kemudian dibandingkan, setelah itu ditarik kesimpulan berdasarkan hasil perbandingan dari keduanya. Untuk mengetahui lebih akurat persentase tingkat akurasi CPAP, kami menganalisis data yang diperoleh untuk koreksi, penyimpangan, dan keakuratan data yang didapatkan.

1. Nilai rata - rata pengukuran

$$x = \frac{\sum x}{n}$$

Ket:

x = Nilai rata -rata pengukuran

$\sum x$ = Jumlah nilai pengukuran

n = Banyak nya jumlah pengukuran



2. Penyimpangan

$$\text{Penyimpangan} = \frac{x - \text{titik setting}}{\text{titik setting}} \times 100\%$$

Ket :

Penyimpangan = persentase penyimpangan pengukuran

x = nilai rata-rata pengukuran

Titik setting = nilai setting yang di tetapkan

3. Keakuratan

$$\text{Keakuratan} = 100\% - \text{penyimpangan}$$

ket:

Keakuratan = persentase ketepatan pengukuran

Penyimpangan = persentase penyimpangan

Hasil Pengujian Sistem

a. Hasil Pengujian Tekanan

Pengujian tekanan dilakukan untuk mengetahui tekanan yang dihasilkan pada alat sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau tidak. Proses pengukuran tekanan menggunakan kalibrator tekanan (manometer) sebagai alat bantu untuk membandingkan hasil pembacaan tekanan pada alat CPAP. Pembacaan sensor tekanan pada alat CPAP menggunakan satuan Pa sehingga perlu dilakukan konversi terhadap hasil pembacaan sensor menjadi mmHg dikarenakan spesifikasi yang dibutuhkan dalam pembacaan sensor menggunakan satuan mmHg, dimana nilai konversi yang digunakan adalah $1\text{Pa} = 0,00750062 \text{ mmHg}$. Pengujian pertama dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tekanan yang dihasilkan oleh alat CPAP pada mode 1. Mode 1 merupakan kondisi dimana alat CPAP akan menghasilkan tekanan secara terus menerus tanpa ada jeda waktu untuk pengguna melakukan ekspirasi. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengujian tekanan pada mode 1 dan tidak diaplikasikan pada pengguna

No	Manometer	Alat CPAP				Penyimpangan (%)	Tingkat keakuratan (%)
	Tekanan Udara (mmHg)	Awal	Menit ke - 5	Menit ke - 10	Menit ke - 15		
1	5	3	5	5	5	10	90
2	6,9	6	7	7	7	2.17	97.83
3	9	8	9	9	9	2,8	97,2



4	11	11	11	11	11	0	100
5	13	13	13	13	13	0	100

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 1 menunjukkan hasil pengujian tekanan pada mode 1 yang tidak diaplikasikan langsung kepada pengguna. Proses pengujian dilakukan dengan mengatur *pressure gauge* dengan *set point* 5 mmHg, 6,9 mmHg, 9 mmHg, 11 mmHg, dan 13 mmHg, kemudian pembacaan tekanan pada alat CPAP dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur manometer. Pengambilan data diberi jeda waktu 5 menit untuk melihat tingkat kestabilan tekanan yang dikeluarkan oleh alat CPAP. Berdasarkan data yang diperoleh, alat CPAP memiliki tingkat akurasi 100% pada tekanan ≥ 11 mmHg. Dapat dilihat pada tabel 1 bahwa semakin besar tekanan yang dikeluarkan maka semakin sedikit terjadinya penyimpangan yang dihasilkan oleh alat CPAP.

Tabel 2. Hasil pengujian tekanan pada mode 1 dan diaplikasikan pada pengguna

No	Manometer	Alat CPAP				Penyimpangan (%)	Tingkat keakuratan (%)
	Tekanan Udara (mmHg)	Awal	Menit ke - 5	Menit ke - 10	Menit ke - 15		
1	5,8	6	6	6	6	3,44	96,55
2	7,1	7	7	7	7	1,44	98,55
3	9,4	9	9	9	9	4,25	95,74
4	11,7	12	12	12	12	2,56	97,43
5	13,4	13	13	13	13	2,98	97,01

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 2 menunjukkan hasil pengujian tekanan pada mode 1 yang diaplikasikan langsung kepada pengguna. Proses pengujian dilakukan dengan mengatur *pressure gauge* dengan *set point* 5,8 mmHg, 7,1 mmHg, 9,4 mmHg, 11,7 mmHg, dan 13,4 mmHg, kemudian pembacaan tekanan pada alat CPAP dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur manometer. Pengambilan data diberi jeda waktu 5 menit untuk melihat tingkat kestabilan tekanan yang dikeluarkan oleh alat CPAP. Berdasarkan data yang diperoleh, alat CPAP memiliki tingkat akurasi paling besar pada tekanan 7 mmHg.

Pengujian kedua dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tekanan yang dihasilkan oleh alat CPAP pada mode 2. Mode 2 merupakan kondisi dimana alat CPAP tidak mengeluarkan tekanan secara terus menerus, pengguna dapat mengatur *Positive End Expiratory Pressure* (PEEP) sesuai kebutuhannya. Alat CPAP akan mengeluarkan tekanan selama 1,5 detik sesaat kemudian alat CPAP akan memberikan jeda kepada pengguna untuk melakukan ekspirasi. Lama jeda untuk alat berhenti memberikan tekanan tergantung pada setting PEEP yang digunakan.

Tabel 3. Hasil pengujian tekanan pada mode 2 dan tidak diaplikasikan pada pengguna

No	Manometer		Alat CPAP		Penyimpan gan (%)	Tingkat keakuratan (%)
	Saat Inspirasi (mmHg)	Saat Ekspirasi (mmHg)	Saat Inspirasi (mmHg)	Saat Ekspirasi (mmHg)		
1	5,3	6,3	5	6	5,21	94,79
2	6,7	7,4	7	7	4,94	95,06
3	9,1	9,8	9	10	1,56	98,43
4	11,9	12,4	12	12	2,03	97,96
5	13,1	13,6	13	14	1,85	98,14

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 3 menunjukkan hasil pengujian tekanan pada mode 2 yang tidak diaplikasikan langsung kepada pengguna. Dengan rata - rata tingkat keakuratan tekanan sebesar 96,9 %

Tabel 4. Hasil pengujian tekanan pada mode 2 dan diaplikasikan pada pengguna

No	Manometer		Alat CPAP		Penyimpan gan (%)	Tingkat keakuratan (%)
	Saat Inspirasi (mmHg)	Saat Ekspirasi (mmHg)	Saat Inspirasi (mmHg)	Saat Ekspirasi (mmHg)		
1	4,8	5,9	5	6	2,93	97,07
2	6,1	7,1	6	7	1,52	98,47
3	8,8	9,6	9	10	3,21	96,78
4	11,1	12	11	12	0,45	99,55
5	12,6	13,5	13	14	3,43	96,56

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel 4 menunjukkan hasil pengujian tekanan pada mode 2 yang diaplikasikan langsung pada pengguna. Dengan rata - rata tingkat keakuratan tekanan sebesar 97,7 %



b. Hasil Pengujian Temperatur

Pengujian temperatur dilakukan untuk mengetahui temperatur yang dihasilkan pada alat sesuai dengan kondisi yang diinginkan atau tidak. Proses pengukuran temperatur menggunakan kalibrator temperatur (termometer) sebagai alat bantu untuk membandingkan hasil pembacaan temperatur pada alat CPAP. Pengujian ketiga ini dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap temperatur yang dihasilkan oleh alat CPAP di dalam ruangan dan diluar ruangan dengan pengambilan data di waktu yang berbeda. Proses pengujian dilakukan dengan mengatur *temperature gauge* di jam 15:00 WIB, 20:00 WIB, 00:00 WIB, 09:00 WIB dan 13:00 WIB kemudian pembacaan temperatur pada alat CPAP dibandingkan dengan hasil pembacaan alat ukur thermometer. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Dalam Ruangan

Tabel 5. Hasil pengujian temperatur di dalam ruangan

No	Waktu Pengujian (WIB)	Termometer (°C)	Alat CPAP (°C)	Penyimpangan (%)	Tingkat keakuratan (%)
1	15 : 00	26.83	27	0,63	99,36
2	20 : 00	26.10	26	0,38	99,61
3	00 : 00	24.90	25	0,40	99,59
4	09: 00	27.05	27	0,18	99,81
5	13 : 00	29.29	29	0,99	99

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 5 menunjukkan hasil pengujian temperatur di dalam ruangan. Dengan rata - rata tingkat keakuratan temperatur di dalam ruangan sebesar 99,5%

Diluar Ruangan

Tabel 6. Hasil pengujian temperatur di luar ruangan

No	Waktu Pengujian (WIB)	Termometer (°C)	Alat CPAP (°C)	Penyimpangan (%)	Tingkat keakuratan (%)
1	15 : 00	27.16	27	0,59	99,41
2	20 : 00	26.32	26	1,21	98,78
3	00 : 00	25.31	25	1,22	98,77
4	09: 00	27.61	28	1.41	98,58
5	13 : 00	29.40	29	1.36	98.63



Berdasarkan hasil yang diperoleh pada tabel 5 menunjukkan hasil pengujian temperatur di luar ruangan. Dengan rata - rata tingkat keakuratan temperatur di luar ruangan sebesar 98,8%

c. Hasil Pengukuran Kebisingan Alat

Tabel 7. Hasil pengukuran kebisingan alat

No	Tekanan Udara (mmHg)	Kebisingan Alat (dB)
1	5	22
2	7	24
3	9	27
4	11	29
5	13	30

Pada tabel 7 merupakan hasil dari pengukuran kebisingan alat menggunakan aplikasi dB meter. Kebisingan yang kami ukur adalah kebisingan alat CPAP pada tekanan 5 mmHg, 7 mmHg, 9 mmHg, 11 mmHg, dan 13 mmHg . Berdasarkan data yang diperoleh semakin besar tekanan udara yang dikeluarkan maka semakin besar tingkat kebisingan alat yang dihasilkan.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa alat CPAP dapat menghasilkan tekanan maksimum sebesar 13 mmHg dengan tingkat kebisingan ≤ 30 dB. Pembacaan sensor tekanan yang diaplikasikan pada alat CPAP memiliki tingkat akurasi sebesar 97,18 % dan pembacaan sensor temperatur yang diaplikasikan pada alat CPAP memiliki tingkat akurasi sebesar 99,15 %.

Logs / Catatan Aktivitas (meliputi perencanaan, aktivitas/tugas, dan capaiannya)

Hari, Tanggal	Perencanaan	Deskripsi Kegiatan	Capaian
17 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan pengecekan terhadap hardcase yang sudah di poxy	Menemukan beberapa kekurangan pada hardcase
20 - 05 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Melakukan diskusi dengan dosen pembimbing tugas akhir terkait progres yang sudah dilakukan	Diberi masukan dan saran oleh dosen pembimbing terkait tugas akhir
24 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan perakitan di setiap komponen	Terpasang nya beberapa komponen



		elektronis yang akan digunakan	elektronis
25 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan pemrograman terhadap arduino	Arduino sudah di program
27 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Merancang dudukan elektronis yang akan dimasukkan ke dalam hardcase	Dudukan elektronis untuk hardcase sudah dirancang
29 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Memprogram Layar LCD yang akan digunakan	Layar LCD yang akan digunakan sudah di program
30 - 05 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melanjutkan Pemrograman terhadap layar LCD yang akan digunakan, Melakukan pengecatan terhadap hardcase yang sudah di poxy	Layar LCD sudah memunculkan beberapa program yang diprogramkan pada arduino, hardcase sudah tercat dengan rapih
02 - 06 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan perakitan beberapa komponen ke PCB yang sudah di beli, dan semua komponen yang dipasang di PCB sudah dapat berjalan sesuai desain skematik sistem	Beberapa komponen sudah terpasang di PCB dan sudah berjalan sesuai desain skematik sistem
03 - 06 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Melakukan presentasi mengenai progres mingguan tugas akhir 2	Diberi saran dan masukan oleh dosen pembimbing terkait progres yang sudah dipresentasikan
06 - 06 - 2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan kalibrasi terhadap sensor tekanan yang digunakan	Kalibrasi sensor tekanan
10 - 06 - 2022	Kelas TA mingguan dengan dosen pembimbing	Melakukan presentasi mengenai progres mingguan tugas akhir 2	Diberi saran dan masukan oleh dosen pembimbing terkait progres yang sudah dipresentasikan



11-06-2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Melakukan kalibrasi ulang terhadap sensor tekanan	Kalibrasi sensor tekanan
13-06-2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Pengambilan data dari alat yang dibuat yaitu keakuratan tekanan, temperatur dan tingkat kebisingan alat	Pengambilan data
14-06-2022	Melanjutkan progres <i>capstone design 2</i>	Membuat <i>technical report</i> TA 202	<i>Technical report</i> TA 202

Catatan tambahan

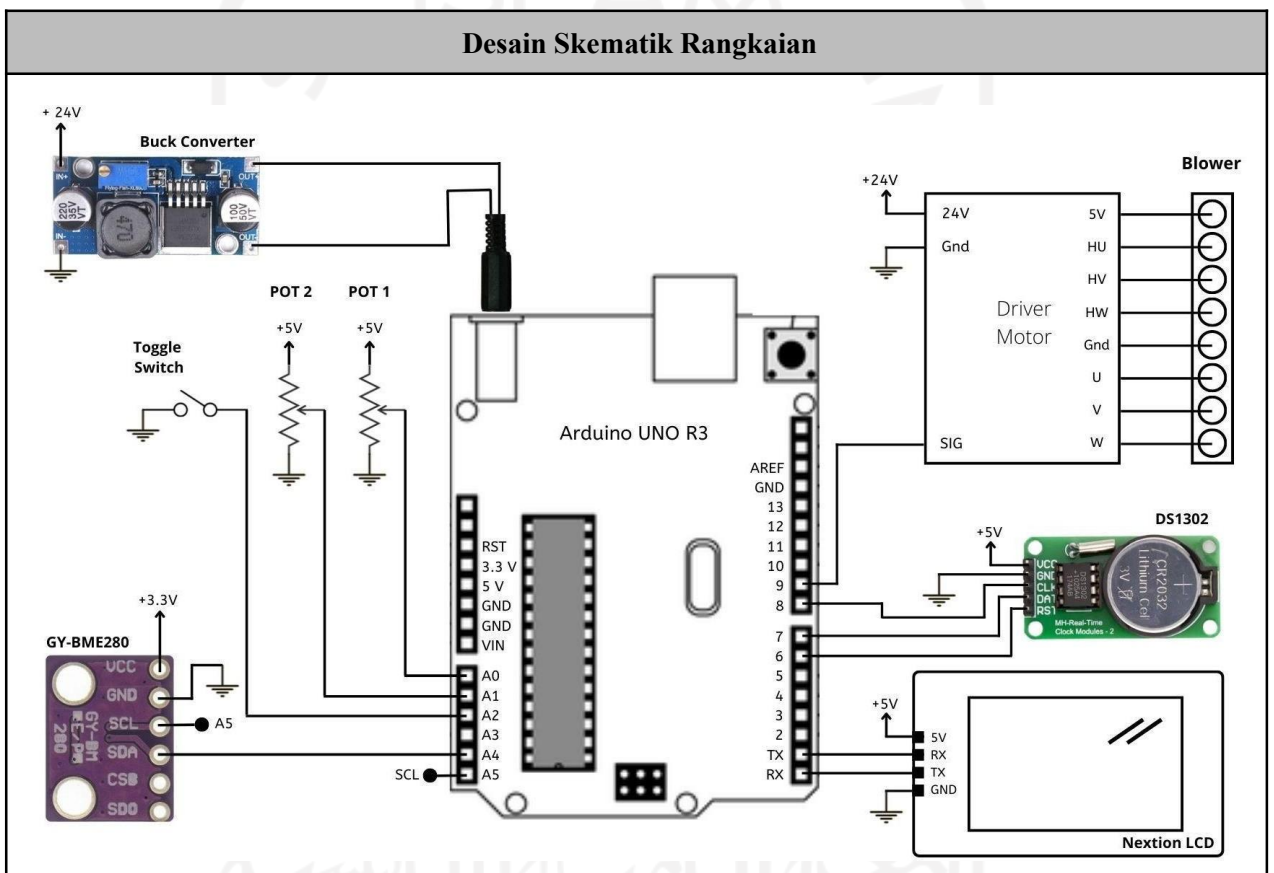
1. Tertundanya pengambilan data karena sensor harus dikalibrasi ulang
2. Diperlukan diskusi lanjutan dengan dosen pembimbing mengenai progres Capstone Design yang sedang berlangsung

Referensi (menggunakan format IEEE dalam penulisan referensi)

- [1] ARTP Standards of Care - CPAP Devices (Technical and Performance) Dashboard. (n.d.). Available : <https://www.artp.org.uk/sleep-standards-of-care/cpap-device-certification>
- [2] Noprindra Tanjung. "Prototipe Continuous positive Airway Pressure (CPAP)." Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes II, Jakarta, Indonesia, Jul. 2018.
- [3] Brian Aji Hisif. "Simulasi Pengendalian CPAP Berbasis LabVIEW." Skripsi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia, Feb. 2018.
- [4] Lewis, Darren. COVID-19 Rapid Manufacture Ventilator BVM Ambubag. *Instructables*. Available : <https://www.instructables.com/COVID-19-Rapid-Manufacture-Ventilator-BVM-Ambubag/>
- [5] Medicalogy - Perlengkapan Rumah Sakit (Alat CPAP) Dashboard. (n.d). Available : <https://www.medicalogy.com/c/beli-alat-cpap>

الجامعة الإسلامية
الاستدائات

D. Desain model/produk/sistem termasuk aplikasi



E. Dokumentasi keuangan

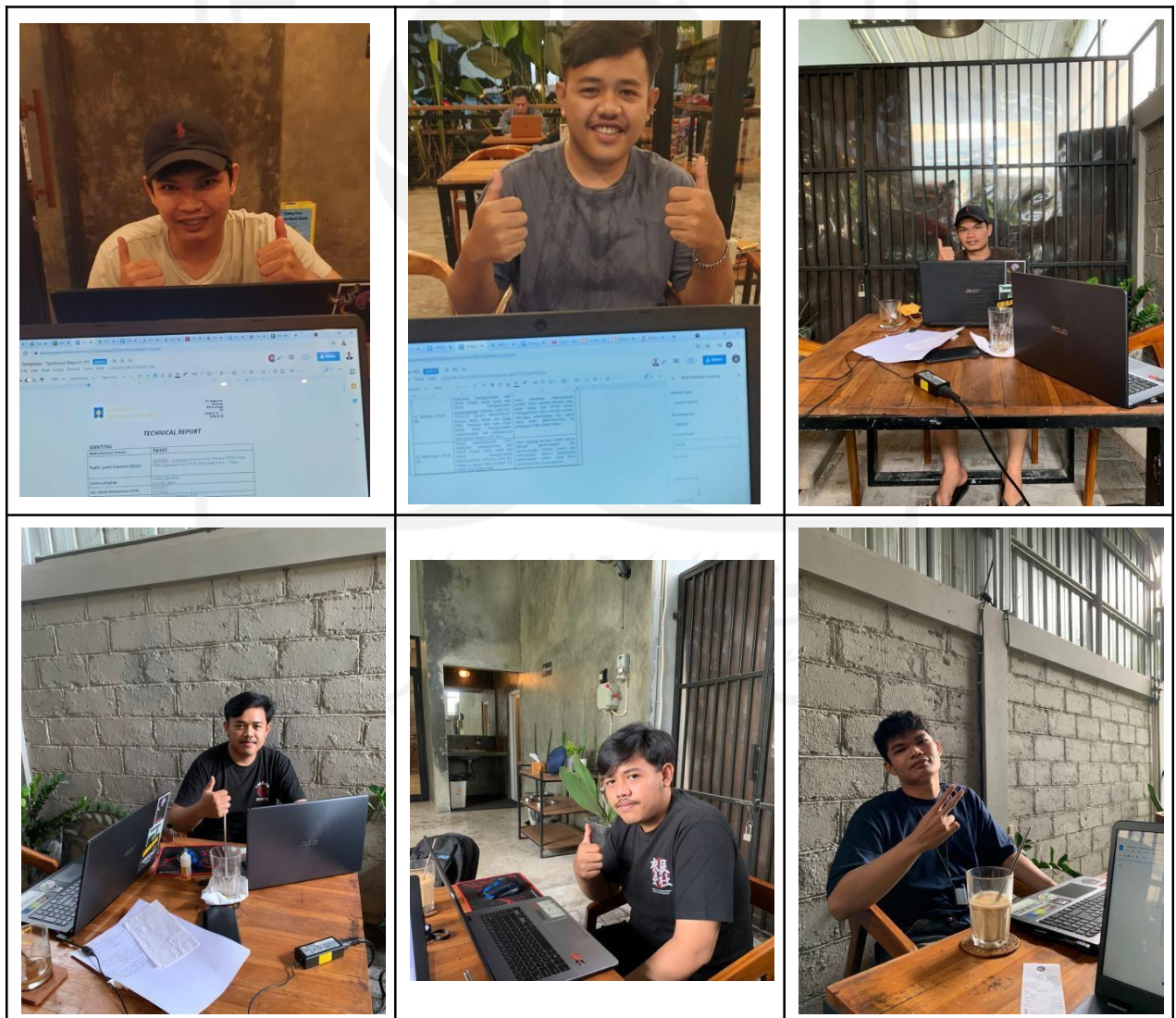
No	Tanggal	Komponen	Harga Satuan	Jumlah	Total Harga
1	25/01/2022	Blower Sentrifugal	Rp 819.729,00	1 pcs	Rp 819.729,00
2		Biaya cukai dan pajak	Rp56.771,00	1 pcs	Rp56.771,00
3	26/02/2022	Arduino Uno R3	Rp135.000,00	1 pcs	Rp135.000,00
4		MPX10DP Silicon Sensor	Rp165.000,00	1 pcs	Rp165.000,00

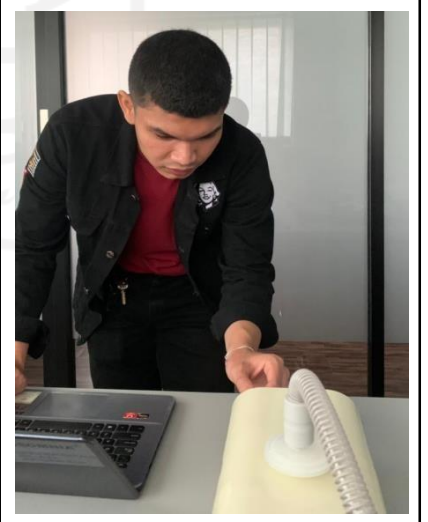
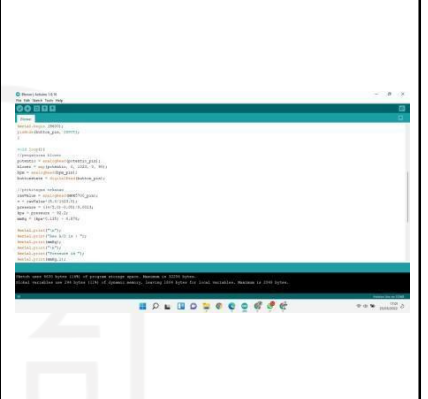
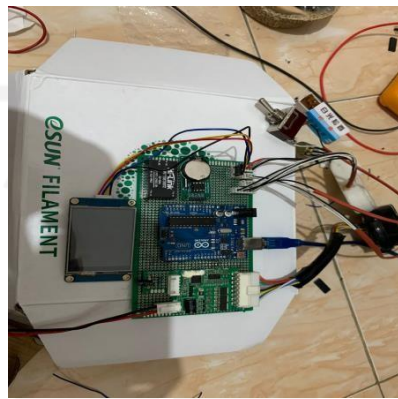
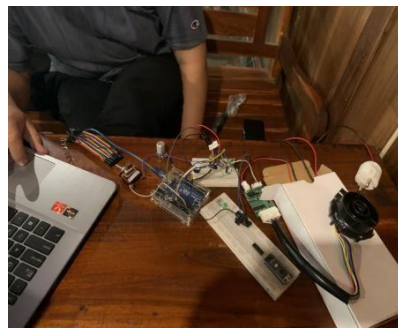
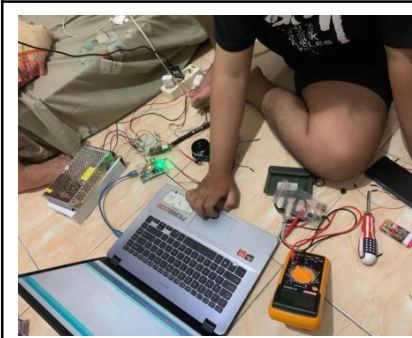
5		PSU 24V 6.5A	Rp160.000,00	1 pcs	Rp160.000,00
6		LED 5mm Merah	Rp300,00	3 pcs	Rp900,00
7		LED 5mm Kuning	Rp300,00	3 pcs	Rp900,00
8		LED 5mm Hijau	Rp300,00	3 pcs	Rp900,00
9		Buzzer Aktif 5V	Rp3.000,00	2 pcs	Rp6.000,00
10		Case Akrilik Arduino Uno	Rp10.000,00	1 pcs	Rp10.000,00
11		Kabel AWG 18 0.75 mm	Rp2.000,00	4 m	Rp8.000,00
12		AC-03 Power Socket	Rp4.500,00	1 pcs	Rp4.500,00
13		Kabel Jumper 20 cm Male-Male	Rp500,00	1 pcs	Rp500,00
14		Kabel Jumper 20 cm Male-Female	Rp400,00	1 pcs	Rp400,00
15		Kabel Power (europe)	Rp20.000,00	1 pcs	Rp20.000,00
16		5x20mm Glass Tube Fuse 10A 250V	Rp250,00	4 pcs	Rp1.000,00
17		Kabel USB Printer 0.3 m	Rp8.000,00	1 pcs	Rp8.000,00
18		LCD Nextion 2.4 inch	Rp250.400,00	1 pcs	Rp250.400,00
20	13/03/2022	MPX5700AP sensor	Rp219.000,00	1 pcs	Rp219.000,00
21	03/04/2022	Foil hot Bed 3D printing	Rp67.500,00	1pcs	Rp67.500,00
22	06/04/2022	Knob potensio	Rp3.500,00	3pcs	Rp10.500,00
23		Push Button Stainless	Rp24.500,00	1pcs	Rp24.500,00
24		Bacterial filter ventilator	Rp.32.500,00	1pcs	Rp32.500,00
25		Biaya pengiriman	Rp15.500,00	1pcs	Rp15.500,00
26		Universal CPAP tubing selang CPAP Philip Resmed	Rp149.999,00	1pcs	Rp149.900,00
27		Masker Nebulizer	Rp15.000,00	2pcs	Rp30.000,00

28		Biaya Pengiriman	Rp16.300,00	1pcs	Rp16.300,00
29		Mur 3 mm	RP100,00	10pcs	Rp1000,00
30		Baut 3 x 10	Rp100,00	10pcs	Rp1000,00
31		Tombol Push On/off	Rp15.000,00	1pcs	Rp15.000,00
32		Pin molek kecil 6 pin	Rp 3000,00	1pcs	Rp 3000,00
33		Pin molek kecil 3 pin	Rp 1500,00	1pcs	Rp 1500,00
34		IC LM358	Rp 2000,00	3pcs	Rp 6000,00
35	12/04/2022	3d printing filament	Rp170.00,00	1pcs	Rp170.000,00
36		Biaya pengiriman	Rp2.000,00	1pcs	Rp2.000,00
37	21/04/2022	Dempul Alfaglos 1/4	Rp15.500,00	1pcs	Rp15.500,00
38		Amplas Toho 800	Rp12.000,00	1pcs	Rp12.000,00
39		Skrap Plastik Prima 7inc	Rp3.500,00	1pcs	Rp3.500,00
40		Skrap Plastik Prima 5inc	Rp2.500,00	1pcs	Rp2.500,00
41		Skrap Plastik Prima 9inc	Rp5.500,00	1pcs	Rp5.500,00
42	24/05/2022	3mm Heat Shrinkable Tubing	Rp3.000,00	3pcs	Rp15.000,00
43		16mm Locking Water	Rp45.000,00	1pcs	Rp45.000,00
44		Baut Stainless M2x10mm	Rp400,00	5pcs	Rp 2000,00
45		Mur Stainless Steel M2	Rp300,00	3pcs	Rp 1500,00
46		Mata Solder Dekko 40 w	Rp17.000,00	1pcs	Rp17.000,00
47		PCB lubang IC 2 x 8 cm	Rp 3000,00	1pcs	Rp 3000,00
48		Box Rosin Solder Paste mini	Rp 5000,00	1pcs	Rp 5000,00
49		Pylox 171 300 CC	Rp33.000,00	1pcs	Rp33.000,00

50	27/05/2022	High Precision ATMO	Rp14.000,00	1pcs	Rp14.000,00
51		PCB lubang IC 5x7cm	Rp7.000,00	1pcs	Rp7.000,00
52	30/05/2022	Modul RTC DS1302	Rp8.000,00	1pcs	Rp8.000,00
53		Maxell CR2032 3V Lithium	Rp5.000,00	1pcs	Rp5.000,00
54		Sapporo Ultimate	Rp43.000,00	1pcs	Rp43.000,00
55		Stiker Transparan	Rp15.000,00	1pcs	Rp15.000,00
Total					Rp2.665.700

F. Dokumentasi Kegiatan

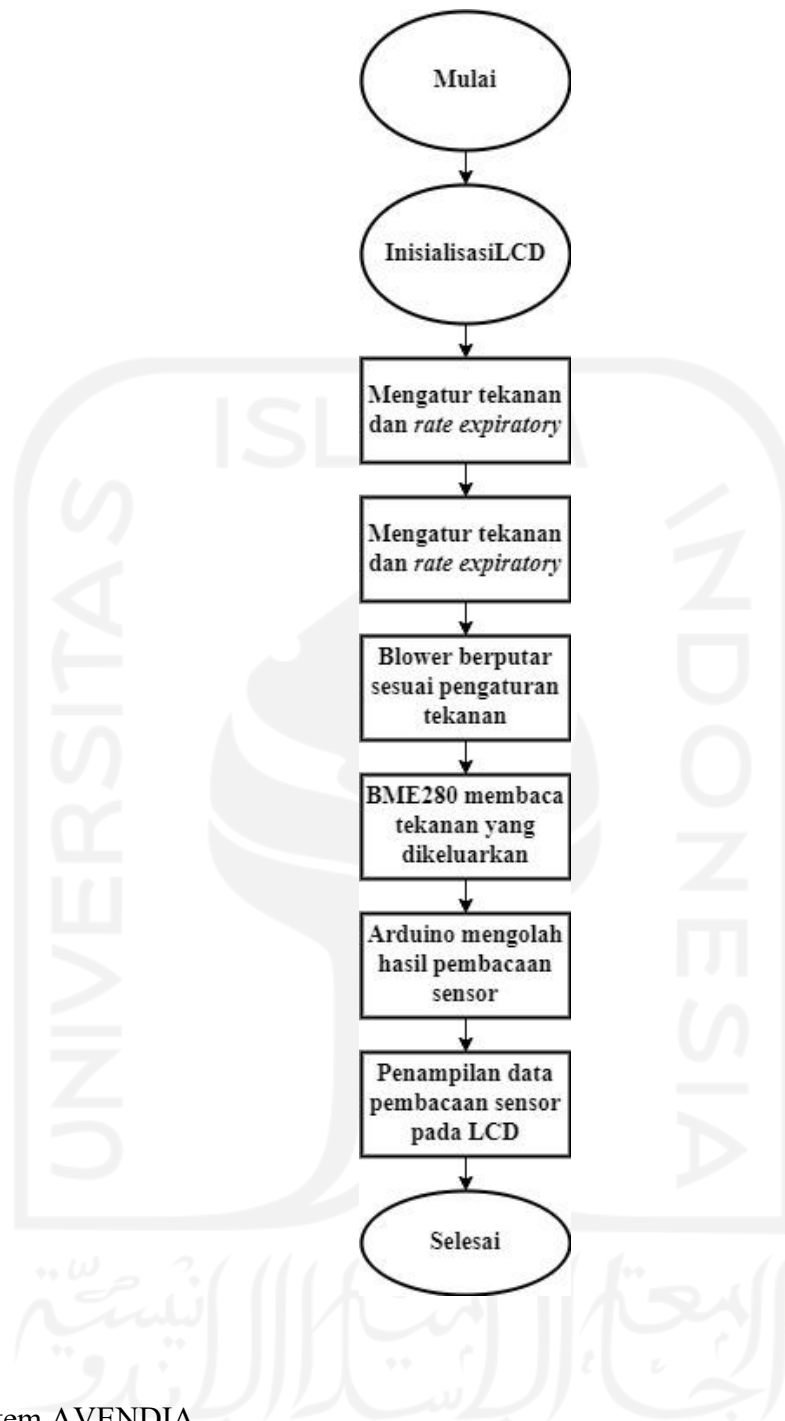








G. Flowchart sistem AVENDIA



H. Program sistem AVENDIA

```
#include <BME280I2C.h>
#include <Wire.h>
#include <virtuabotixRTC.h>
#define SERIAL_BAUD 9600
```

```
BME280I2C bme;
float pres, temp, hum;
```

```
virtuabotixRTC myRTC(6,7,8);
```

```
const int potentio_pin = A3;
const int bpm_pin = A1;
const int blower_pin = 9;
const int button_pin = A2;
```

```

int potentio = 0;
int bpm = 0;
int blower = 0;
int peep = 0;
int bpmState = 0;
int buttonstate = 1;
int prestate = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin (SERIAL_BAUD);

  while(!Serial) {} // Wait

  Wire.begin();

  while(!bme.begin())
  {
    Serial.println("Could not find BME280 sensor!");
    delay(1000);
  }

  switch(bme.chipModel())
  {
    case BME280::ChipModel_BME280:
      Serial.println("Found BME280 sensor! Success.");
      break;
    case BME280::ChipModel_BMP280:
      Serial.println("Found BMP280 sensor! No Humidity available.");
      break;
    default:
      Serial.println("Found UNKNOWN sensor! Error!");
  }

  myRTC.setDS1302Time(00,55,11,6,15,06,2022);

  pinMode(button_pin, INPUT);
  pinMode(blower_pin, OUTPUT);

}

void loop(){
  //pengaturan blower
  potentio = analogRead(potentio_pin);
  blower = map(potentio, 0, 1023, 0, 255);
  bpm = analogRead(bpm_pin);
  peep = map(bpm, 0, 1023, 0, 255);
  buttonstate = digitalRead(button_pin);

  if(buttonstate == HIGH & prestate == 0){
    analogWrite (blower_pin, blower);
    delay(1000);
    analogWrite (blower_pin, LOW);
    delay(bpm*10);
    prestate = 1;
  }
  else{
    analogWrite (blower_pin, blower);
    prestate = 0;
  }
}

```

```
printBME280Data(&Serial);
delay(10);
```

```
myRTC.updateTime();
Serial.print("t4.txt=\");
Serial.print(myRTC.hours);
Serial.print("\");
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
delay(1);
Serial.print("t6.txt=\");
Serial.print(myRTC.minutes);
Serial.print("\");
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
delay(1);
}
```

```
void printBME280Data
```

```
(
  Stream* client
)
```

```
{
  float temp(NAN), hum(NAN), pres(NAN);
```

```
  BME280::TempUnit tempUnit(BME280::TempUnit_Celsius);
  BME280::PresUnit presUnit(BME280::PresUnit_Pa);
```

```
  bme.read(pres, temp, hum, tempUnit, presUnit);
```

```
  int tekanan = ((1.194736842*(pres*0.00750062))+(-873.054386)+1);
  int suhu = ((0.177239197*temp)+22.5645223);
```

```
  int Value1 = suhu;
  String waveform1 = "add ";
  waveform1 += 5;
  waveform1 += " ";
  waveform1 += 0;
  waveform1 += " ";
  waveform1 += suhu;
  Serial.print(waveform1);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
```

```
  Serial.print("t0.txt=\");
  Serial.print(suhu);
  Serial.print("\");
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  Serial.write(0xff);
  delay(1);
```

```
  int Value2 = tekanan ;
  String waveform2 = "add ";
  waveform2 += 5;
  waveform2 += " ";
  waveform2 += 1;
  waveform2 += " ";
```

```
waveform2 += Value2;  
Serial.print(waveform2);  
Serial.write(0xff);  
Serial.write(0xff);  
Serial.write(0xff);  
  
Serial.print("t1.txt=\");  
Serial.print(tekanan);  
Serial.print("\");  
Serial.write(0xff);  
Serial.write(0xff);  
Serial.write(0xff);  
delay(1);  
}
```

