

**PERANCANGAN ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR DENGAN
MENGUNAKAN METODE VDI 2221**



UNIVERSITAS
NIM : 41320010017
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA 2024

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERANCANGAN ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR DENGAN
MENGUNAKAN METODE VDI 2221



Disusun Oleh :

Nama : Salvatore Johannes Rega

NIM : 41320010017

Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATAKULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Salvatore Johannes Rega

Nim : 41320010017

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : PERANCANGAN ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Pembimbing : Subekti, ST., MT

NIDN : 0323117307

Ketua Penguji : Haris Wahyudi, ST., M.Sc

NIDN : 0329037803

Anggota Penguji : Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D

NIDN : 1013126901

(Subekti)
(Haris W)
(Muhamad Fitri)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta 15 Juni 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT
NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr.Eng Imam Hidayat, ST., MT.
NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Salvatore Johanes Rega
Nim : 41320010017
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : PERANCANGAN ALAT PENGUBAH UDARA
MENJADI AIR DENGAN MENGGUNAKAN
METODE VDI 2221

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 15 Juni 2024



Salvatore Johanes Rega

PENGHARGAAN

Puji dan Syukur penulis panjatkan Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan segala Karunia Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul "PERANCANGAN ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR DENGAN MENGGUNAKAN METODE VDI 2221" Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penulis mendapatkan banyak motivasi, bantuan serta dukungan dari berbagai macam pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, S.TP, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Dr. Eng. Imam Hidayat, MT selaku Kepala Program Studi Fakultas Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta,
4. Gilang Awan Yudhistira, ST, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Universitas Mercu Buana.
5. Subekti, ST., MT selaku Dosen pembimbing dalam penulisan Laporan Tugas Akhir, yang telah bersedia membimbing, memberi motivasi serta arahan dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir.
6. Kedua orang tua saya yang tercinta, Bapak Rufinus Ndua dan Ibu Yulia Dartik serta adik saya Rodriquez Johanes Rega, yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran kegiatan pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini hingga selesai.
7. Rekan-rekan Kelompok projek TA Alat Pengubah Udara Menjadi Air yang selalu berjuang dan selalu memberikan dukungan dalam segala bentuk dalam penyelesaian Tugas Akhir.

8. Teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Mesin angkatan 2020 Universitas Mercu Buana yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan laporan Tugas Akhir.
9. Teman – teman rumah yang selalu memberikan semangat dalam selama menjalani perkuliahan.

Masih banyak lagi pihak-pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih penulis.



Jakarta, 15 Juni 2024

Salvatore Johannes Rega

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Perancangan alat pengubah udara menjadi air merupakan salah satu solusi yang dapat dilakukan dalam mengatasi krisis air. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang efisien dan efektif dalam mengkonversi udara menjadi air melalui proses kondensasi dengan menggunakan Metode VDI 2221 sebagai landasan dalam merancang. Metode VDI 2221 dipilih karena merupakan pendekatan desain yang sistematis dan dapat memudahkan seorang perancang dalam merumuskan dan mengarahkan berbagai varian desain yang ada. Alat ini memiliki proses utama yaitu kondensasi, dimana udara akan dirubah menjadi titik embun. Dalam proses mendesain alat pengubah udara menjadi air penulis menggunakan *software* Solidworks 2020. Dari perancangan ini didapatkan hasil berupa rancangan terbaik yang dipilih melalui tahapan VDI 2221. Dalam perancangan ini alat pengubah udara menjadi air dibuat sesuai dengan varian terbaik yang dipilih, yaitu varian 2. Hasil dari perhitungan teoritis pada rangka yang menggunakan material ASTM A36, didapatkan tegangan maksimum sebesar $1,72414 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan *safety factor* yang didapatkan sebesar 1,45. Hasil perhitungan pada poros turbin yang menggunakan material Alumunium 6061 didapatkan tegangan maksimum sebesar $1,07235 \times 10^8 \text{ N/m}^2$ dan *safety factor* yang didapatkan sebesar 2,57379.

Kata Kunci : Alat pengubah udara menjadi air, Perancangan, VDI 2221, Kondensasi.



DESIGN OF A DEVICE TO CONVERT AIR INTO WATER USING VDI 2221 METHOD

ABSTRACT

Designing a device to convert air into water is one solution that can be implemented to overcome the water crisis. This research aims to design an efficient and effective tool for converting air into water through a condensation process using the VDI 2221 Method as the basis for design. The VDI 2221 method was chosen because it is a systematic design approach and can make it easier for a designer to formulate and direct various existing design variants. This tool has a main process, namely condensation, where the air is converted into dew points. In the process of designing the air to water converter, the author used Solidworks 2020 software. From this design the results were obtained in the form of the best design selected through the VDI 2221 stage. In this design the air to water converter was made according to the best variant chosen, namely variant 2. Results From theoretical calculations on frames using ASTM A36 material, the maximum stress obtained is $1,72414 \times 10^8$ N/m² and the safety factor obtained is 1,45. The results of calculations on the turbine shaft using Aluminum 6061 material showed that the maximum stress was $1,07235 \times 10^8$ N/m² and the safety factor obtained was 2,57379.

Keywords : *Device for changing air into water, Design, VDI 2221, Condensation.*



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	4
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	6
2.2. VDI 2221	10
2.3. SOLIDWORKS 2020	11
2.4. BEBAN	12
2.5. GAYA REAKSI	12
2.6. GAYA GESER DAN MOMEN LENTUR	12
2.7. MOMEN INERSIA	12
2.8. MOMEN PERTAMA / STATIS MOMEN	13
2.9. LUAS PENAMPANG	14
2.11. BEBAN KRITIS	15
2.12. TEGANGAN KRITIS	16
2.13. TEGANGAN NORMAL MAKSIMUM	16

2.14.	DEFLEKSI	17
2.15.	<i>PRINCIPAL STRESS</i>	17
2.16.	TEGANGAN VON MISES	17
2.17.	FAKTOR KEAMANAN (<i>SAFETY FACTOR</i>)	18
2.18.	ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR	19
2.19.	KOMPONEN UTAMA ALAT PENGUBAH UDARA MENJADI AIR	19
	2.19.1. Modul Termoelektrik (<i>Thermoelectric cooler</i>)	20
	2.19.2. <i>Heatsink</i>	20
	2.19.3. Kipas DC	21
	2.19.4. <i>Box</i> Pendingin	21
	2.19.5. Poros Turbin	21
	2.19.6. Sudu Turbin Jenis Savonius	22
	2.19.7. <i>Pulley</i>	22
	2.19.8. <i>O - ring Rubber</i>	23
	2.19.9. Generator	23
	2.19.10. Akumulator	23
	2.19.11. <i>Solar Charge Controller</i> (SCC)	24
	2.19.12. Rangka	24
	2.19.13. <i>Pillow Block Bearing</i>	25
	2.19.14. Corong Plastik	25
	2.19.15. Mur & Baut	25
BAB III	METODE PENELITIAN	26
3.1.	PENDAHULUAN	26
3.2.	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	26
3.3.	INSTRUMEN ALAT DAN BAHAN PENELITIAN	28
	3.3.1. Instrumen / Alat Penelitian	28
	3.3.2. Bahan Penelitian	30
	3.3.3. Tabel Spesifikasi / Sifat Mekanik Bahan	31
3.4.	PERANCANGAN DENGAN VDI 2221	32
	3.4.1. Menentukan Daftar Kehendak (Spesifikasi)	32
	3.4.2. Menentukan Struktur Fungsi	34
	3.4.3. Prinsip Solusi Sub Fungsi	34
	3.4.4. Model Desain Alat	36

3.4.5. Pemilihan Varian	36
3.4.6. Perhitungan	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. HASIL PERANCANGAN	39
4.2. SPESIFIKASI ALAT	39
4.3. ABSTRAKSI	40
4.4. PRINSIP SOLUSI SUB FUNGSI	41
4.5. HASIL <i>SELECTION CHART</i>	43
4.6. DESAIN TERPILIH	45
4.7. DAFTAR SPESIFIKASI KOMPONEN	47
4.8. HASIL PERHITUNGAN TEORITIS	48
4.8.1. Perhitungan Rangka	48
4.8.2. Perhitungan Poros	54
BAB V PENUTUP	59
5.1. KESIMPULAN	59
5.2. SARAN	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	64



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Logo Solidworks	11
Gambar 2.2. Momen Inersia Besi Siku	13
Gambar 2.3. Momen Inersia Poros	13
Gambar 2.4. Statis Momen Siku	14
Gambar 2.5. Luas Penampang Siku	14
Gambar 2.6. Jarak Titik Pembebanan Pada Rangka dan Poros Turbin	16
Gambar 2.7. Thermoelectric cooler	20
Gambar 2.8. Heatsink (Erlangga & Wachid, 2018)	20
Gambar 2.9. Kipas DC	21
Gambar 2.10. Box Pendingin	21
Gambar 2.11. Poros Turbin	22
Gambar 2.12. Sudu Turbin	22
Gambar 2.13. Pulley	22
Gambar 2.14. O-ring Rubber	23
Gambar 2.15. Generator	23
Gambar 2.16. Akumulator	24
Gambar 2.17. Solar Charge Controller (SCC)	24
Gambar 2.18. Rangka	24
Gambar 2.19. Pillow Block Bearing	25
Gambar 2.20. Corong Plastik	25
Gambar 2.21. Mur & Baut	25
Gambar 3.1. Diagram Alir VDI 2221	27
Gambar 3. 2. Struktur Fungsi Keseluruhan	34
Gambar 3. 3. Model Desain Alat	36
Gambar 4.1. Desain Terpilih alat pengubah udara menjadi air	45
Gambar 4.2. Posisi Komponen	46
Gambar 4.3. Alat pengubah udara menjadi air yang telah dibuat	47
Gambar 4. 4. Situasi Pembebanan Batang Penyangga Tengah Rangka	48
Gambar 4. 5. Diagram Benda Bebas Batang Penyangga Tengah Rangka	49
Gambar 4. 6. Potongan 1 Batang Penyangga Tengah Rangka.	49
Gambar 4. 7. Potongan 2 Gambar Penyangga Tengah Rangka	50
Gambar 4.8. Diagram Gaya Geser dan Diagram Momen Lentur Batang Penyangga Tengah Rangka	50
Gambar 4. 9. Situasi Pembebanan Pada Poros	54
Gambar 4. 10. Diagram Benda Bebas Poros	54
Gambar 4. 11. Potongan 1 Poros	55
Gambar 4. 12. Potongan 2 Poros	56
Gambar 4. 13. Potongan 3 Poros	56
Gambar 4. 14. Diagram Gaya Geser dan Diagram Momen Lentur Poros	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Faktor Keamanan	18
Tabel 3.1. Instrumen / Alat penelitian	28
Tabel 3.2. Bahan	30
Tabel 3.3. Material Properties ASTM A36	31
Tabel 3.4. Ringkasan sifat mekanik untuk paduan aluminium 6061	32
Tabel 3.5. Daftar Spesifikasi Awal	33
Tabel 3. 6. Prinsip Solusi Sub Fungsi	34
Tabel 3.7. Selection Chart	37
Tabel 3.8. Daftar Spesifikasi Komponen	37
Tabel 4.1. Daftar Spesifikasi Awal	39
Tabel 4.2. Abstraksi 1	40
Tabel 4.3. Abstraksi 2	41
Tabel 4.4. Prinsip Solusi Sub Fungsi	41
Tabel 4.5. Hasil Selection Chart	44
Tabel 4.6. Daftar Spesifikasi Komponen	47



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
P	Berat
m	Massa benda
g	Percepatan Gravitasi
A	Luas Penampang
τ_{xy}	Tegangan Geser
P_{cr}	Beban Kritis
σ_{cr}	Tegangan Kritis
σ_{max}	Tegangan Maksimum
σ_{vm}	Tegangan Von Mises
M	Momen Lentur
C	Jarak titik pembebanan
I	Momen inersia
δ	Defleksi
Sf	Safety factor
s_y	Yield strength
D^4	Diameter Luar
d^4	Diameter Luar
D	Demand
W	Wishes

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
ASTM	<i>American Society For Testing And Material</i>
TEC	<i>Thermoelectric cooler</i>
SCC	<i>Solar Charge Controller</i>

