

**ANALISIS DESAIN *BRACKET* TURBIN ANGIN DENGAN
MENGUNAKAN METODE *VDI 2221***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
UNIVERSITAS
MERCU BUANA
MUHAMMAD HUSIN
NIM: 41319120009

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2023**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS DESAIN *BRACKET* TURBIN ANGIN DENGAN
MENGUNAKAN METODE *VDI 2221*



Nama : Muhammad Husin
NIM : 41319120009
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
FEBRUARI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DESAIN *BRACKET* TURBIN ANGIN DENGAN MENGUNAKAN METODE *VDI 2221*

Disusun oleh:


Nama : Muhammad Husin
NIM : 41319120009
Program Studi : Teknik Mesin


Telah diperiksa dan disetujui pada tanggal: 02 Februari 2023

Telah dipertahankan di depan penguji,

Pembimbing Tugas Akhir


Penguji Sidang I



Gian Villany Golwa, ST., M.Eng.
NIP. 1975801149


Dafit Feriyanto, ST., M.Eng., Ph.D
NIP. 118900633

Penguji Sidang II

Penguji Sidang III

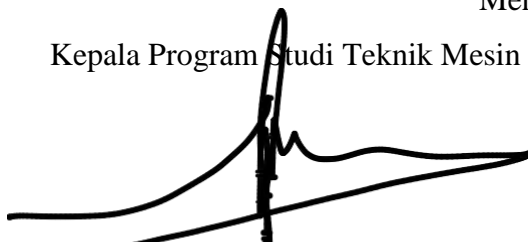

Andi Firdaus Sudarma, ST., M.Eng
NIP. 217810112

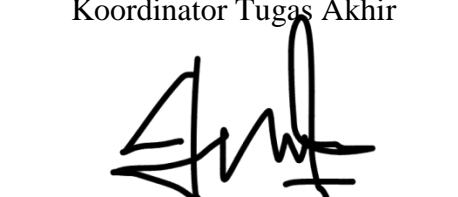

Dr. Nanang Ruhyat, MT
NIP. 101730256

Mengetahui,

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Koordinator Tugas Akhir


Muhamad Fatri, M.Si., Ph.D
NIP. 118690617


Gilang Awan Yudhistira, ST., MT
NIP. 221900211

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Muhammad Husin

NIM : 41319120009

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik



Judul Tugas Akhir : Analisis Desain *Bracket* Turbin Angin 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, 02 Februari 2023



Muhammad Husin

PENGHARGAAN

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga laporan Tugas Akhir dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan Tugas Akhir merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata 1 Teknik. Penulis menyadari penyusunan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik karena adanya dukungan, bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

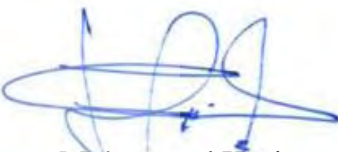
1. Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Muhamad Fitri, M.Si., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, ST., MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin dan Koordinator Tugas Akhir.
5. Bapak Gian Villany Golwa, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang selalu memberikan arahan dan masukan mengenai Tugas Akhir.
6. Ayahanda Usup Helmi yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Ibunda Djumiati yang selalu memberikan dukungan dan doa agar dipermudah segala urusannya.
8. Dewi Kusumawati, Heni Suranti dan Desi Tri Wulandari selaku kakak yang telah memberikan support untuk kelancaran Tugas Akhir.
9. Mellysa sebagai istri yang selalu memberikan dukungan dan doa agar dipermudah segala urusannya.
10. Ghania Samira Azzahra sebagai anak yang telah memberikan semangat.
11. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan pengalaman dan bekal ilmu yang telah diajarkan selama ini.
12. Rekan-rekan Teknisi gedung di Kementerian Perdagangan Jakarta Pusat yang telah memberikan dukungan dan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh Penulis.

13. Teman-teman Teknik Mesin Reguler 2 tahun 2019 yang sama-sama berjuang untuk masa depan yang ingin dicapai.

14. Serta pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh Penulis.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan Penulis untuk memperbaiki kekurangan Tugas Akhir ini. Harapan Penulis, Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk berbagai pihak.

Jakarta, 02 Februari 2023



Muhammad Husin



ABSTRAK

Energi alternatif sangat diperlukan karena cadangan energi fosil saat ini semakin menipis. Salah satu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan adalah energi angin. Di zaman modern seperti saat ini, sudah banyak masyarakat yang menggunakan AC split untuk keperluan rumah komersil. AC split memiliki komponen penting yaitu kondensor. Kondensor berfungsi menghembuskan udara panas ke luar lingkungan dalam bentuk angin. Hembusan angin kondensor AC dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan generator listrik. *Bracket* yang sesuai dengan *outdoor* dan turbin angin dapat mempengaruhi kinerja dari turbin angin untuk memanfaatkan hembusan angin luaran kondensor. Desain *bracket AC* yang tepat diperlukan untuk menahan beban dan menyesuaikan posisi *outdoor* dengan turbin angin. Untuk itu diperlukan desain *bracket* yang tepat untuk dapat menahan beban 565,74 N dan menyesuaikan posisi *outdoor* dengan turbin angin, sehingga turbin angin dapat memanfaatkan hembusan angin luaran kondensor. Metode VDI 2221 digunakan untuk mendapatkan desain *bracket* yang tepat, setelah itu melakukan desain menggunakan software Autodesk Inventor dan selanjutnya melakukan analisis tegangan untuk mengetahui faktor keamanan minimum. Material pembuatan *bracket* menggunakan *mild steel* dengan tebal 3 mm, panjang 110 cm dan tinggi 20 cm. Faktor Keamanan minimum *bracket* sebesar 1,69 ul untuk beban 565,74 N. Pemasangan *bracket* mudah dan turbin angin dapat disesuaikan dengan kondensor untuk mendapatkan angin luaran kondensor dengan maksimal.

Kata Kunci: energi alternatif angin, *bracket*, metode VDI 2221, *autodesk inventor*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ANALYSIS OF WIND TURBINE BRACKET DESIGN USING VDI 2221 METHOD

ABSTRACT

Alternative energy is needed because fossil energy reserves are dwindling. One alternative energy that can be utilized is wind energy. In modern times like today, there are many people who use split air conditioners for commercial home use. Split air conditioners have an important component, namely the condenser. The condenser functions to blow hot air out of the environment in the form of wind. The wind from the AC condenser can be utilized to produce electrical energy using an electric generator. Brackets that are suitable for outdoor and wind turbines can affect the performance of wind turbines to utilize the condenser's external wind. Proper AC bracket design is required to withstand the load and adjust the outdoor position with the wind turbine. For this reason, it is necessary to design the right bracket to be able to withstand a load of 565.74 N and adjust the outdoor position to the wind turbine, so that the wind turbine can utilize the wind gusts from the condenser output. The VDI 2221 method is used to get the right bracket design, after that design using Autodesk Inventor software and then conduct stress analysis to determine the minimum safety factor. The material for making the bracket uses mild steel with a thickness of 3 mm, a length of 110 cm and a height of 20 cm. The minimum safety factor of the bracket is 1.69 ul for a load of 565.74 N. The installation of the bracket is easy and the wind turbine can be adjusted to the condenser to get the maximum wind out of the condenser.

Keywords: *wind alternative energy, brackets, vdi 2221 method, autodesk inventor*



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	3
1.3. TUJUAN	3
1.4. MANFAAT	4
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. JENIS-JENIS ENERGI BARU TERBARUKAN DI INDONESIA	8
2.3. ENERGI ANGIN	10
2.3.1. Konversi Energi Angin	10
2.4. TURBIN ANGIN	11
2.4.1. Jenis Jenis Turbin Angin	11
2.4.2. Performansi Turbin	13
2.5. <i>AIR CONDITIONER (AC)</i>	14
2.6. <i>COVER</i>	15
2.7. <i>BRACKET</i>	15
2.7.2. Parameter yang Berpengaruh pada <i>Wall Bracket</i> Turbin	18

2.8.	<i>MILD STEEL (ASTM A36)</i>	18
2.9.	JENIS-JENIS BEBAN	19
2.9.1.	Perhitungan Beban	20
2.10.	BAUT ANGKUR	23
2.11.	<i>AUTODESK INVENTOR</i>	26
2.12.	METODE <i>VDI 2221</i>	27
2.13.	SISTEM KERJA ALAT	28
BAB III METODOLOGI		29
3.1.	DIAGRAM ALIR	29
3.1.1.	Diagram Alir Perancangan Alat	30
3.1.2.	Diagram Alir Metode <i>VDI 2221</i>	31
3.1.3.	Diagram Alir Perhitungan Manual	32
3.1.4.	Diagram Alir Analisis Perangkat Lunak	32
3.2.	KLASIFIKASI TUGAS	33
3.3.	KLASIFIKASI PERANCANGAN	34
3.4.	ABSTRAKSI	35
3.5.	STRUKTUR FUNGSI	37
3.6.	PRINSIP SOLUSI UNTUK SUB-FUNGSI	37
3.7.	PEMILIHAN KOMBINASI	40
3.8.	EVALUASI SOLUSI VARIAN	40
3.9.	PERHITUNGAN MENGGUNAKAN TEORI	42
3.9.1.	Parameter Perhitungan	42
3.10.	ANALISIS <i>AUTODESK INVENTOR 2020</i>	46
3.11.	ALAT DAN BAHAN	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		52
4.1.	HASIL PERHITUNGAN METODE <i>VDI 2221</i>	52
4.1.1.	Variasi Desain	54
4.2.	PERHITUNGAN MANUAL	56
4.2.1.	Beban Statis	56

4.2.2.	Beban Dinamis	56
4.2.3.	Tegangan	58
4.2.4.	Baut Angkur	60
4.2.5.	Momen	62
4.2.	PEMBUATAN KONSEP DESAIN	66
4.3.	DESAIN <i>BRACKET</i>	67
4.4.	DIMENSI DESAIN	68
4.5.	FAKTOR KEAMANAN	68
4.6.	TEGANGAN <i>VON MISES</i>	71
4.7.	HASIL PEMBUATAN <i>BRACKET</i>	77
4.8.	PENGECATAN <i>BRACKET</i>	77
4.9.	PROSES PEMASANGAN ALAT	78
4.10.	PENGOPERASIAN ALAT	79
BAB V	PENUTUP	81
5.1.	KESIMPULAN	81
5.2.	SARAN	81
DAFTAR PUSTAKA		82
LAMPIRAN		85
LAMPIRAN A.	FOTO DAN VIDEO ALAT TERPASANG	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Turbin Angin <i>HAWT</i>	12
Gambar 2.2. Turbin Angin <i>VAWT</i>	13
Gambar 2.3. Turbin Angin Versi 2	14
Gambar 2.4. Turbin Angin Versi 3	14
Gambar 2.5. <i>Bracket</i>	15
Gambar 2.6. Baut Angkur	23
Gambar 2.7. Tampilan <i>Autodesk Inventor</i>	26
Gambar 2.8. Diagram Alir <i>VDI 2221</i>	27
Gambar 2.9. Sistem Kerja Alat	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Perancangan Alat	30
Gambar 3.2. Diagram Alir Metode <i>VDI 2221</i>	31
Gambar 3.3. Diagram Alir Perhitungan Manual	32
Gambar 3.4. Diagram Alir Analisis Perangkat Lunak	33
Gambar 3.5. Desain <i>Bracket</i>	47
Gambar 3.6. Pengaturan Ketebalan dan Jenis Material	47
Gambar 3.7. Menu <i>Environments</i>	48
Gambar 3.8. Menu <i>Stress Analysis</i>	48
Gambar 3.9. Pengaturan <i>Create Study</i>	49
Gambar 3.10. <i>Fixed Constraints</i>	49
Gambar 3.11. Mengatur Beban	50
Gambar 3.12. <i>Running Mesh</i>	50
Gambar 3.13. <i>Running Simulasi</i>	51
Gambar 4.1. Jumlah Total Varian	53
Gambar 4.2. Desain Keseluruhan Variasi 1	54
Gambar 4.3. Desain Keseluruhan Variasi 2	54
Gambar 4.4. Desain Keseluruhan Variasi 3	55
Gambar 4.5. Desain Keseluruhan Variasi 4	55
Gambar 4.6. Diagram Benda Bebas	63
Gambar 4.7. Reaksi Tumpuan	63
Gambar 4.8. Momen	64
Gambar 4.9. Diagram Bending Momen	66

Gambar 4.10. Konsep Desain	67
Gambar 4.11. Desain <i>Bracket Flat</i> Turbin Angin	67
Gambar 4.12. Dimensi Desain	68
Gambar 4.13. Faktor Keamanan Variasi 1	69
Gambar 4.14. Faktor Keamanan Variasi 2	69
Gambar 4.15. Faktor Keamanan Variasi 3	70
Gambar 4.16. Faktor Keamanan Variasi 4	70
Gambar 4.17. Grafik Nilai Faktor Keamanan	71
Gambar 4.18. Tegangan Maksimum Variasi 1	72
Gambar 4.19. Tegangan Maksimum Variasi 2	72
Gambar 4.20. Tegangan Maksimum Variasi 3	72
Gambar 4.21. Tegangan Maksimum Variasi 4	73
Gambar 4.22. Grafik Analisis Tegangan Maksimum	73
Gambar 4.23. Analisis Tegangan Pelat 2 mm	74
Gambar 4.24. Analisis Tegangan Pelat 3 mm	75
Gambar 4.25. Analisis Tegangan Pelat 4 mm	75
Gambar 4.26. Grafik Faktor Keamanan Pelat 2, 3 dan 4 mm	75
Gambar 4.27. Grafik Tegangan Maksimum Pelat 2, 3 dan 4 mm	76
Gambar 4.28. Hasil Pembuatan <i>Bracket</i>	77
Gambar 4.29. Pengecatan <i>Bracket</i>	77
Gambar 4.30. Pemasangan <i>Dynabolt</i>	78
Gambar 4.31. Pemasangan <i>Bracket</i>	78
Gambar 4.32. Pengoperasian Alat	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	6
Tabel 2.2. Potensi Energi Baru Terbarukan di Indonesia	8
Tabel 2.3. Kapasitas Terpasang EBT [11]	10
Tabel 2.4. Komposisi Baja <i>ASTM</i> A36	18
Tabel 2.5. Standart Uji Tarik Baja <i>ASTM</i> A36	19
Tabel 2.6. Kecepatan Angin (V^2) di Wilayah Jakarta Barat Tahun 2021	22
Tabel 2.7. Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})	22
Tabel 2.8. Koefisien Eksposur Tekanan Velositas (K_z)	22
Tabel 2.9. Faktor Arah Angin (K_d)	23
Tabel 2.10. Sifat Baut Angkur	24
Tabel 2.11. Ukuran Baut	24
Tabel 3.1. Klasifikasi Perancangan	34
Tabel 3.2. Abstraksi 1	35
Tabel 3.3. Abstraksi 2	36
Tabel 3.4. Abstraksi 3	37
Tabel 3.5. Prinsip Solusi <i>Bracket</i> Turbin Angin	38
Tabel 3.6. Varian Solusi	39
Tabel 3.7. Pemilihan Kombinasi Prinsip Solusi	40
Tabel 3.8. Evaluasi Solusi Varian	41
Tabel 3.9. Standart Uji Tarik Baja <i>ASTM</i> A36	42
Tabel 3.10. Kecepatan Angin (V^2) di Wilayah Jakarta Barat Tahun 2021	42
Tabel 3.11. Koefisien Tekanan Internal (GC_{pi})	42
Tabel 3.12. Koefisien Eksposur Tekanan Velositas (K_z)	43
Tabel 3.13. Faktor Arah Angin (K_d)	43
Tabel 3.14. Sifat Baut Angkur	43
Tabel 3.15. Ukuran Baut	43
Tabel 3.16. Faktor Topografi (K_{zt})	43
Tabel 3.17. Parameter Perhitungan Alat	44
Tabel 4.1. Evaluasi Solusi Varian	52
Tabel 4.2. Perhitungan <i>OWV</i>	53

DAFTAR SINGKATAN

No	Singkatan	Pengertian
1	AC	<i>Air Conditioner</i>
2	PK	<i>Paard Kracht</i>
3	VDI	<i>Verein Deutcher Ingenieure</i>
4	EIA	<i>Energy Information Administration</i>
5	CO ²	Karbondioksida
6	EBT	Energi Baru Terbarukan
7	GW	Gigawatt
8	BBN	Bahan Bakar Nabati
9	m/s	Meter per Detik
10	MW	Megawatt
11	HAWT	<i>Horizontal Axis Wind Turbine</i>
12	VAWT	<i>Vertical Axis Wind Turbine</i>
13	rpm	Rotasi per menit
14	V	Voltage
15	Bph	<i>Barrel per Hour</i>
16	W	Watt
17	D	Dimensi
18	CAD	<i>Computer Aided Design</i>
19	ESDM	Energi Sumber Daya Mineral
20	OWV	<i>Overall Weighted Value</i>