

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Para ahli memprediksi gas alam akan habis dalam kurang lebih 100 tahun. Kebutuhan akan energi di dunia semakin meningkat dengan berjalannya waktu, pertumbuhan ekonomi, dan penggunaan energi yang sangat tinggi yang nantinya akan berdampak negatif terhadap lingkungan dimasa yang akan datang. Salah satunya adalah penggunaan energi yang berasal dari bahan bakar fosil.

Sementara itu energi yang bersifat terbarukan seperti angin, tenaga matahari, panas bumi, dan lainnya kurang dimanfaatkan oleh dunia. Hal itu merujuk dari data penggunaan sumber energi dunia: persentase masing-masing energi dalam sektor kelistrikan dunia (International Energy Agency, 2022) yang terdapat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1.1 Penggunaan Sumber Energi Dunia: Persentase Masing-Masing Energi dalam sektor kelistrikan dunia

	Stated Policies Scenario (TWh)						Shares (%)			CAAGR (%) 2021 to:	
	2010	2020	2021	2030	2040	2050	2021	2030	2050	2030	2050
<b>Total generation</b>	<b>21 539</b>	<b>26 708</b>	<b>28 334</b>	<b>34 834</b>	<b>42 642</b>	<b>49 845</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>2.3</b>	<b>2.0</b>
<b>Renewables</b>	<b>4 234</b>	<b>7 539</b>	<b>8 060</b>	<b>15 073</b>	<b>24 442</b>	<b>32 452</b>	<b>28</b>	<b>43</b>	<b>65</b>	<b>7.2</b>	<b>4.9</b>
Solar PV	32	824	1 003	4 011	8 356	12 118	4	12	24	17	9.0
Wind	342	1 597	1 870	4 604	8 107	10 691	7	13	21	11	6.2
Hydro	3 449	4 343	4 327	5 078	5 890	6 809	15	15	14	1.8	1.6
Bioenergy	341	666	746	1 145	1 540	1 951	3	3	4	4.9	3.4
<i>of which BECCS</i>	-	-	-	4	5	5	-	0	0	n.a.	n.a.
CSP	2	14	15	45	166	329	0	0	1	13	11
Geothermal	68	95	97	183	335	458	0	1	1	7.2	5.5
Marine	1	1	1	8	47	96	0	0	0	24	17
<b>Nuclear</b>	<b>2 756</b>	<b>2 673</b>	<b>2 776</b>	<b>3 351</b>	<b>3 897</b>	<b>4 260</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>2.1</b>	<b>1.5</b>
<b>Hydrogen and ammonia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>44</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>n.a.</b>	<b>n.a.</b>
<b>Fossil fuels with CCUS</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>112</b>	<b>133</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>19</b>
Coal with CCUS	-	1	1	5	51	61	0	0	0	21	16
Natural gas with CCUS	-	-	-	-	61	72	-	-	0	n.a.	n.a.
<b>Unabated fossil fuels</b>	<b>14 494</b>	<b>16 435</b>	<b>17 436</b>	<b>16 324</b>	<b>14 074</b>	<b>12 862</b>	<b>62</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>-0.7</b>	<b>-1.0</b>
Coal	8 670	9 439	10 201	9 044	7 211	5 892	36	26	12	-1.3	-1.9
Natural gas	4 855	6 333	6 552	6 848	6 501	6 658	23	20	13	0.5	0.1
Oil	969	664	682	432	362	312	2	1	1	-5.0	-2.7

Wilayah Indonesia merupakan negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang di dunia, yaitu sekitar 8.0791 km yang memiliki energi yang sangat melimpah yang salah satunya adalah angin (Kompas, 2015). Angin adalah udara yang bergerak yang memiliki kecepatan, tenaga, dan arah (S Fitriyani Puspa, 2023). Energi yang berasal dari angin menjadi salah satu sumber energi alternatif yang paling layak dengan adanya kemajuan teknologi terkini. Energi angin juga menjadi

energi yang paling berkembang, ekonomis dan memiliki biaya yang kompetitif untuk menghasilkan desain turbin angin yang lebih efisien yang dapat dimanfaatkan untuk pembangunan pembangkit listrik tenaga bayu.

Turbin angin terbagi menjadi 2 jenis berdasarkan pada orientasi sumbu rotasi, yaitu turbin angin sumbu vertikal dan turbin angin sumbu horizontal (Siregar et al., 2020). Turbin angin sumbu vertikal menjadi alternatif yang baik untuk menghasilkan energi listrik yang dapat dimanfaatkan energi angin dipertanian. Salah satu contoh turbin angin dengan sumbu vertikal adalah model Darrieus.

Turbin angin sumbu vertikal Darrieus terdiri dari beberapa sudu (*blade*) berbentuk *airfoil* yang didorong oleh angin dan memiliki faktor penting yang dapat mempengaruhi daya, yaitu ukuran dan bentuk sudu (*blade*). Keuntungan lainnya juga memberikan torsi awal yang lebih baik, karena adanya gaya hambat (*drag*) yang mengkompensasi kurangnya gaya angkat yang cukup pada kecepatan angin rendah. Namun turbin angin sumbu vertikal Darrieus memiliki masalah dalam daya pada saat sudu (*blade*) turbin kembali (sudu yang bekerja melawan arah aliran pada akhir putarannya).

Untuk mengurangi masalah ini memasang baling-baling pemandu yang biasa disebut deflektor merupakan salah satu cara yang efektif dan sangat aerodinamis. Dimana deflektor berfungsi untuk mempercepat aliran angin ke penampang sudu (*blade*) dengan arah tertentu atau mempersempit luas ruang keluaran fluida, mengurangi tekanan yang diberikan pada sudu (*blade*) yang kembali dan meningkatkan torsi yang positif dari turbin angin Darrieus yang menjadi pertimbangan aliran angin untuk menghasilkan daya yang tinggi.

Penelitian terkait turbin angin Darrieus sumbu vertikal dengan dan tanpa deflektor telah banyak diteliti sebelumnya. Penelitian terdahulu tersebut dapat menjadi referensi untuk penelitian ini, diantaranya: (Chen et al., 2021) telah melakukan penelitian secara numerik pada sumbu vertikal Darrieus turbin angin dengan *Airfoil NACA 0021* pada kecepatan angin 3 m/detik di berbagai sudut dari deflektor datar. Hasil penelitian tersebut turbin angin dengan deflektor dapat meningkatkan daya koefisien sebesar 17% dibandingkan dengan turbin angin Darrieus sumbu vertikal tanpa deflektor.

(Mohamed et al., 2010) telah melakukan penelitian dengan mengoptimalkan dua dan tiga sudu (*blade*) savonius turbin angin menggunakan hambatan datar pelindung (deflektor) menggunakan *CFD simulation*. Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa turbin angin dengan dua sudu mencapai daya optimal pada posisi sudut deflektor  $100,83^\circ$  dengan  $27,3\%$  pada kenaikan  $C_p$ , sedangkan untuk tiga sudu mencapai daya optimal pada posisi sudut deflektor  $80,52^\circ$  dengan  $27,5\%$  peningkatan  $C_p$ .

(Golecha et al., 2011) telah melakukan penelitian secara eksperimental delapan posisi *flat* deflektor bentuk. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa  $C_p$  bisa mencapai sebesar 0,21 pada rasio kecepatan 0,82 di posisi  $101^\circ$  ke sumbu Y atau meningkat 50%.

Menurut (Qasemi & Azadani, 2020) yang telah melakukan penelitian dengan mengoptimalkan deflektor menggunakan pekerjaan numerik di bagian bawah posisi tegak lurus terhadap sumbu vertikal turbin angin. Dimana hasil penelitian tersebut bahwa pengoptimalan deflektor terbaik ditunjukkan pada rasio 12,72 dengan kenaikan  $C_p$  sebesar 0,2311 atau 15,72%.

Selain itu Prakoso Sendi et.al., pada tahun 2021 telah melakukan percobaan dengan membuat model skala 1:10 atau 20 Watt dengan daya turbin angin 200 Watt dari percobaan. Dimana pada percobaan dilakukan serangkaian analisis menggunakan *software* pendukung dan pengujian eksperimen menggunakan model skala turbin angin 1:10. Hasil analisa tersebut mendapatkan nilai koefisien daya  $C_p$  tertinggi pada posisi sudut azimuth  $45^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $225^\circ$ , dan  $315^\circ$  dengan besaran 0,493 pada kecepatan angin 4 m/detik, sedangkan untuk nilai  $C_p$  terendah terdapat pada posisi sudut azimuth  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ , dan  $270^\circ$  dengan besaran 0,286 pada kecepatan angin 4 m/detik.

Oleh karena itu dalam penelitian ini penulis bertujuan melakukan studi eksperimen pada variasi bentuk deflektor model turbin angin Darrieus dengan menggunakan 3 sudu (*blade*) pada kecepatan angin 3 m/detik dan 4 m/detik yang nantinya mendapatkan daya turbin angin yang paling maksimal dengan membandingkan pada penelitian terdahulu.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, penulis dapat mengidentifikasi beberapa masalah yang dapat dijadikan bahan penelitian, sebagai berikut:

1. Seberapa Aliran angin yang dapat diterima turbin angin Darrieus 3 sudu (*blade*) secara Eksperimen.
2. Desain variasi bentuk deflektor seperti apa, untuk dapat menghasilkan daya terbesar yang paling optimal yang mudah diproduksi dan dibutuhkan dalam penelitian.
3. Pengaruh posisi sudut putar (*azimuth*) terhadap torsi dan daya yang dihasilkan turbin angin Darrieus pada tiap variasi bentuk deflektor.
4. Perhitungan torsi dan daya keluaran turbin angin Darrieus saat menggunakan variasi bentuk deflektor.

## 1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan dengan tujuan yang dapat memudahkan penelitian dan tidak terjadi pelebaran masalah diantara lain, sebagai berikut:

1. Jumlah sudu (*blade*) dibatasi hanya 3 buah dengan kecepatan angin 3 m/detik dan 4 m/detik menggunakan jenis *Airfoil NACA 2412* dengan *thickness* 50%, *radius camber* = 137,5 mm; *b* = 275 mm; dan *h* = 950 mm.
2. Tidak membahas sistem kelistrikan dalam perhitungan apapun.
3. Deflektor dibuat dengan model turbin angin Darrieus.
4. Dilakukan uji coba fluida menggunakan angin.
5. Pembahasan difokuskan pada deflektor dan tidak membahas komponen lain.

## 1.4 Perumusan Masalah

Dilihat dari identifikasi dan pembatasan masalah maka didapatkan perumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana performa turbin angin Darrieus 3 sudu (*blade*) dengan variasi bentuk deflektor?”, agar diperoleh daya yang maksimal.

### 1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah :

1. Mendapatkan nilai torsi dan daya terbesar pada semua variasi bentuk deflektor pada tiap sudut putar (*azimuth*) dengan metode eksperimen.
2. Membandingkan hasil torsi dan daya terbesar pada pengujian deflektor secara eksperimen terhadap eksperimen orang lain.
3. Mendapatkan nilai  $C_p$  terbesar yang dihasilkan dari turbin angin Darrieus pada variasi bentuk deflektor.

### 1.6 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai ilmu pengetahuan yang bermanfaat dan dapat menjadi referensi tentang desain deflektor khususnya turbin angin Darrieus :

1. Mengetahui bentuk desain deflektor turbin angin tipe Darrieus.
2. Menambahkan kreativitas mahasiswa dalam menggunakan perangkat lunak 2 dimensi dan 3 dimensi, seperti Autodesk AutoCAD, Autodesk Inventor, serta SolidWorks dalam merancang dan menganalisa suatu produk yang diinginkan.
3. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik di daerah terpencil dengan kecepatan angin dan cahaya matahari yang cukup.
4. Disusun untuk menyelesaikan pendidikan S1 Program Studi Pendidikan Teknik Mesin di Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.