

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
BUKU TUGAS AKHIR CAPSTONE DESIGN	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
TIMELINE REVISI DOKUMEN	iii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
ABSTRAK.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
BAB 1 ANALISIS KEBUTUHAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Informasi Pendukung.....	2
1.3 <i>Constraint</i>	7
1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi	8
1.5 Tujuan.....	8
BAB 2 SPESIFIKASI DAN VERIFIKASI	9
2.1 Spesifikasi Produk	9
2.1.1 Spesifikasi 1:	9
2.1.2 Spesifikasi 2:	10
2.1.3 Spesifikasi 3:	10
2.1.4 Spesifikasi 4:	10
2.1.5 Spesifikasi 5:	11

2.2	Verifikasi	11
2.2.1	Verifikasi Spesifikasi 1:	11
2.2.2	Verifikasi Spesifikasi 2:	12
2.2.3	Verifikasi Spesifikasi 3:	12
2.2.4	Verifikasi Spesifikasi 4:	12
2.2.5	Verifikasi Spesifikasi 5:	13
BAB 3 DESAIN RANCANGAN SOLUSI		14
3.1	Konsep Solusi	14
3.1.1	Diagram Fungsi	14
3.1.2	Karakteristik Solusi	14
3.2	Rencana Desain dari Konsep Solusi Sistem	15
3.2.1	Diagram Blok Level 0	15
3.2.2	Diagram Blok/ <i>Flowchart</i> Level 1	16
3.2.3	Diagram Blok/ <i>Flowchart</i> Level 2	17
3.2.4	<i>Flowchart</i>	21
3.3	Pemilihan Komponen	22
3.4	Desain Sistem Terpilih dan Cara Penggunaannya	30
3.4.1	Desain Sistem	30
3.4.2	Cara Penggunaan Sistem	30
3.5	Jadwal Pengerjaan	32
BAB 4 IMPLEMENTASI SOLUSI		34
4.1	Implementasi Sistem	34
4.1.1	Sub-sistem 1 (Turbin)	34
4.1.2	Sub-sistem 2 (pengolahan energi listrik)	38
4.1.3	Sub-sistem 3 (penyimpanan energi listrik)	41
4.2	Analisis Pengerjaan Implementasi Sistem	42
4.3	Hasil Akhir Integrasi Sistem	45

BAB 5	PENGUJIAN SISTEM.....	46
5.1	Pengujian Sistem (secara keseluruhan sesuai spesifikasi CD2)	46
5.1.1	Pengujian Spesifikasi 1.....	46
5.1.2	Pengujian Spesifikasi 2.....	47
5.1.3	Pengujian Spesifikasi 3.....	50
5.1.4	Pengujian Spesifikasi 4.....	52
5.1.5	Pengujian Spesifikasi 5.....	56
5.2	Kesimpulan dan Saran	57
5.2.1	Kesimpulan.....	57
5.2.2	Saran	58
	Daftar Pustaka.....	60
	Lampiran	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Konsumsi listrik untuk penggunaan AC di beberapa negara[7]	3
Gambar 1. 2 Simulasi perhitungan penambahan penduduk di beberapa negara[7]	3
Gambar 1. 3 Data Penggunaan AC di Indonesia [8]	4
Gambar 1. 4 Cara Kerja AC [8].....	5
Gambar 1. 5 Data Kecapatan Angin Kondensor AC.....	6
Gambar 3. 1 Overall Function Optimalisasi Pemanfaatan Energi Buang Angin Kondensor AC.....	14
Gambar 3. 2 Function tree Optimalisasi Pemanfaatan Energi.....	14
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem Turbin Angin Kondensor AC.....	15
Gambar 3.4 Diagram Blok Level 1 Turbin Angin Kondensor AC.....	16
Gambar 3.5 Diagram Blok Level 2.1.....	17
Gambar 3. 6 Flowchart Turbin Angin	17
Gambar 3.7 Diagram Blok Level 2.2.....	18
Gambar 3. 8 Flowchart Converter DC to DC	19
Gambar 3.9 Diagram Blok Level 2.3.....	20
Gambar 3. 10 Flowchart Sistem	21
Gambar 3. 11 Desain casing	23
Gambar 3. 12 Desain Sistem: (a) Tampak samping Casing Kondensor AC ; (b) Tampak depan casing Kondensor AC.....	30
Gambar 3. 13 Timeline dan Pembagian Kerja Anggota Tim	32
Gambar 3. 14 Jadwal aktivitas pembuatan Capstone Design	33
Gambar 4. 1 Turbin Archimedes	34
Gambar 4. 2 Konfigurasi turbin.....	35
Gambar 4. 3 pengukuran turbin menggunakan multimeter	35
Gambar 4. 4 Pengukuran 3 turbin dengan sensor INA 219.....	38
Gambar 4. 5 step up DC to DC converter dengan IC B6286	39
Gambar 4. 6 Grafik tegangan sebelum dan sesudah melewati penaik tegangan tanpa beban	39
Gambar 4. 7 Grafik tegangan sebelum dan sesudah melewati penaik tegangan dengan beban.....	40
Gambar 4. 8 Data pengecasan Baterai.....	42
Gambar 4. 9 Intergrasi turbin.....	45

Gambar 4. 10 Pengeujian pada kondensor AC	45
Gambar 5. 1 Grafik pengisian baterai	48
Gambar 5. 2 Percobaan pengecasan pada Handphone	49
Gambar 5. 3 Grafik kapasitas baterai saat melakukan pengecasan pada Handphone	50
Gambar 5. 4 Pengujian produk terhadap kondensor AC 2,5 PK	51
Gambar 5. 5 Pengujian Produk Terhadap kondensor AC 2 PK	51
Gambar 5. 6 Pengujian berat pada produk	53
Gambar 5. 7 Produk dapat diangkat oleh pria	53
Gambar 5. 8 Produk dapat diangkat oleh wanita dewasa	54
Gambar 5. 9 Uji pengangkatan pada mahasiswa dan mahasiswi	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Constraint.....	7
Tabel 2. 1 Pemetaan kebutuhan dan kaitannya terhadap spesifikasi	9
Tabel 2. 2 Tabel Verifikasi 1	11
Tabel 2. 3 Tabel Verifikasi 2	12
Tabel 2. 4 Tabel Verifikasi 3	12
Tabel 2. 5 Tabel Verifikasi 4	12
Tabel 2. 6 Tabel Verifikasi 5	13
Tabel 3. 1 Rincian Diagram Blok Level 0	15
Tabel 3. 2 Rincian Diagram Blok Level 1	16
Tabel 3. 3 Rincian Diagram Blok Level 2.1	17
Tabel 3. 4 Rincian Diagram Blok Level 2.2	18
Tabel 3. 5 Rincian Diagram Blok Level 2.3	20
Tabel 3. 6 Jenis Bahan Casing.....	22
Tabel 3. 7 Bentuk Casing.....	23
Tabel 3. 8 Turbin Angin	24
Tabel 3. 9 IC Step Up	25
Tabel 3. 10 Kapasitor.....	25
Tabel 3. 11 Induktor	26
Tabel 3. 12 Module Power Bank	26
Tabel 3. 13 Baterai.....	27
Tabel 3. 13 Rangkuman Hasil Pemilihan Komponen	29
Tabel 4. 1 Pengukuran tegangan masing-masing turbin dengan kecepatan	36
Tabel 4. 2 Pengerjaan Implementasi Sistem.....	42
Tabel 5. 1 Data pengukuran 3 turbin secara seri	46
Tabel 5. 2 Tabel percobaan produk pada kondensor AC.....	52

DAFTAR SINGKATAN

AC	: <i>Air Conditioner</i>
kWh	: <i>Kilowatt-hour</i>
TWh	: <i>Terra watt-hour</i>
DC	: <i>Direct current</i>
HP	: <i>Hand Phone</i>
PK	: <i>Paardekracht</i>
LCD	: <i>liquid crystal display</i>
mAh	: <i>milliampere-hour</i>
mW	: <i>milliWatt</i>
IC	: <i>Integrated Circuit</i>
V	: <i>Volt</i>
A	: <i>Ampere</i>
Kg	: <i>Kilogram</i>
Cm	: <i>centimeter</i>
uF	: <i>micro-farad</i>
uH	: <i>micro-Henry</i>

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan energi kinetik angin yang dihasilkan dari kondensor AC sebagai sumber energi listrik alternatif. Melalui desain, konstruksi, dan pengujian turbin mini berbasis Archimedes, penelitian ini berhasil mengembangkan produk yang mampu menangkap, mengonversi, dan menyimpan energi angin. Hasil pengujian menunjukkan bahwa turbin dapat menghasilkan tegangan rata-rata 4 V dan daya sebesar 211,3 mW, yang cukup untuk mengisi baterai dengan kapasitas 1886 mAh dalam waktu 23 jam. Desain produk yang portabel dan kemampuannya untuk beroperasi secara mandiri menjadi keunggulan utama. Meskipun demikian, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan desain dan mengevaluasi kinerja produk dalam berbagai kondisi lingkungan.

Kata kunci : Turbin Archimedes, kondensor AC, Konversi Energi.

ABSTRACT

This research aims to utilize the kinetic energy of wind generated by air conditioning condensers as an alternative source of electrical energy. Through the design, construction, and testing of Archimedes-based mini turbines, this study successfully developed a product capable of capturing, converting, and storing wind energy. Testing results indicate that the turbine can produce an average voltage of 4 V and a power output of 211.3 mW, sufficient to charge a battery with a capacity of 1886 mAh in 23 hours. The product's portable design and its ability to operate independently are its main advantages. However, further research is needed to optimize the design and evaluate the product's performance under various environmental conditions.

Keywords: Archimedes turbine, AC condenser, Energy Conversion.

BAB 1

ANALISIS KEBUTUHAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Masalah energi tampaknya akan tetap menjadi topik penelitian yang menarik dengan upaya mencari sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil yang masih tetap ramai dibicarakan [1]. Angin adalah sumber energi terbarukan yang melimpah dan dapat diakses di banyak lokasi. Energi angin dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan turbin angin, menyediakan alternatif yang bersih dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan energi [2].

Dalam *Air Conditioning* terdapat komponen utama dan komponen pendukung dimana komponen utama meliputi kondensor, kompresor, pipa kapiler, dan evaporator sedangkan komponen pendukung meliputi *accumulator*, *stainer*, *blower*, dan minyak pelumas kompresor. Kondensor pada sistem refrigerasi adalah alat yang berfungsi untuk membuang kalor dari sistem kelingkungan sekitar. Angin buang kondensor AC menghasilkan aliran udara yang bisa memiliki potensi energi kinetik yang dapat dimanfaatkan. Sebagai bagian dari strategi pengelolaan energi berkelanjutan, ini bisa dianggap sebagai sumber energi yang terbuang dan belum dimanfaatkan sepenuhnya [3].

Meskipun AC memberikan kenyamanan dalam menciptakan suhu ruangan yang sesuai, sebagian besar AC tidak dioptimalkan untuk menghasilkan energi dari aliran udara yang dihasilkan. Di kampus Universitas Telkom, AC sangat diperlukan bahkan di setiap gedung yang memiliki AC sebagai pendingin ruangan dan inilah yang akan di manfaatkan. Kesadaran mengenai potensi energi terbuang dari kipas kondensor AC dapat menjadi langkah awal menuju pengembangan solusi yang lebih efisien. Upaya untuk mengonversi atau menyimpan energi yang dihasilkan oleh AC dapat meningkatkan efisiensi dan berkontribusi pada praktik keberlanjutan [2].

Dari dasar pemikiran ini muncul upaya – upaya untuk menggunakan energi kembali dengan memanfaatkan energi yang berasal dari sekitar dan memanfaatkannya dengan seefisien mungkin, selain itu juga dengan cara menghemat energi yang sudah ada. Menggunakan angin buang kondensor AC untuk memutar turbin angin bisa meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Dengan mendaur ulang aliran udara yang sebelumnya hanya terbuang begitu saja, dapat

mengurangi pemborosan energi. Sebaliknya, energi yang sebelumnya terbuang dapat diarahkan untuk penggunaan yang lebih produktif.

Dengan memanfaatkan energi angin buangan yang signifikan ke lingkungan, energi mekanik ini dapat dikonversi menjadi energi listrik, yang kemudian dapat disalurkan kembali untuk kebutuhan listrik, seperti pengisian daya *Handphone* dalam skala kecil[2].

Penelitian ini telah dilakukan sebelumnya, namun terdapat beberapa aspek yang perlu ditinjau ulang, yaitu merancang dan mengulang alat yang sudah ada agar lebih efisien dan dapat digunakan dengan maksimal. Fokus utama dari optimalisasi penelitian sebelumnya adalah pada turbin dan casing. Turbin belum mampu mencapai kecepatan rotasi yang ditargetkan, sementara casing yang terbuat dari Polylactic Acid (PLA) menunjukkan kelemahan dalam ketahanan terhadap kondisi lingkungan, terutama pada suhu tinggi dan paparan air hujan, yang menyebabkan degradasi material secara cepat. Dalam penelitian yang berjudul “Pemanfaatan Angin Buang Pada Kipas Kondensor AC Menjadi Energi Tersimpan [5]”, fokus penelitian diarahkan pada efisiensi perangkat dan performa turbin angin. Melalui studi mendalam, peneliti berupaya menemukan solusi terbaik untuk mengoptimalkan kinerja turbin angin secara keseluruhan.

1.2 Informasi Pendukung

Menurut laporan Kementerian ESDM, konsumsi listrik di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, dengan konsumsi listrik per kapita Indonesia pada 2022 mencapai 1.173 kW. Diproyeksikan, kebutuhan listrik pada tahun 2050 beban listrik mencapai 1.611 TWh [5], [6].

Penggunaan listrik yang signifikan salah satunya berasal dari penggunaan AC, baik dalam skala industri maupun dalam skala rumah tangga. Hal ini dapat dilihat dari tabel di bawah, yang menunjukkan daya listrik yang digunakan untuk AC di beberapa negara. Data

tersebut dapat dilihat dari tabel Gambar 1.1.

	TWh				% of total building final energy use in 2016
	1990	2000	2010	2016	
United States	339	448	588	616	10.6%
European Union	63	100	149	152	1.2%
Japan	48	100	119	107	9.5%
Korea	4	17	34	41	8.5%
Mexico	7	16	23	37	9.8%
China	7	45	243	450	9.3%
India	6	22	49	91	3.4%
Indonesia	2	6	14	25	3.0%
Brazil	10	19	26	32	7.7%
South Africa	4	6	6	8	2.8%
Middle East	26	49	97	129	9.3%
World	608	976	1 602	2 021	5.9%

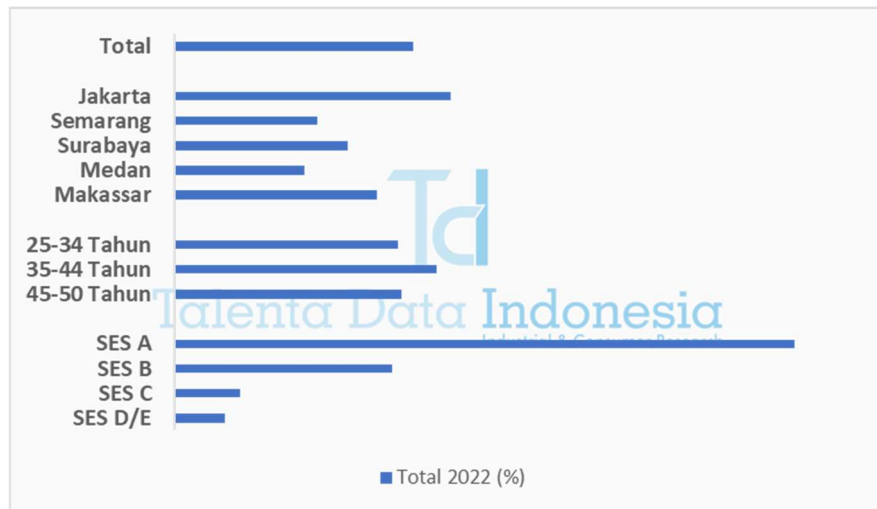
Gambar 1. 1 Konsumsi listrik untuk penggunaan AC di beberapa negara[6]

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 di atas, penggunaan listrik untuk kebutuhan pendingin ruangan pada tahun 2016 di Indonesia mendapai 25 TWh dan akan terus bertambah selaras dengan pertumbuhan penduduk di Indonesia [6].

	2016		2050		Change in CDDs over 2016
	CDDs	Million persons	CDDs	Million persons	
United States	764	328	973	392	27.4%
European Union	292	511	343	505	17.5%
Japan	909	127	1 040	108	14.4%
Korea	762	51	844	51	10.7%
Mexico	868	123	1 188	156	36.8%
China	1 051	1 384	1 169	1 351	11.3%
India	3 084	1 327	3 486	1 705	13.0%
Indonesia	3 390	261	4 051	322	19.5%
Brazil	1 846	210	2 314	238	25.4%
South Africa	714	55	746	66	4.6%
Middle East	2 337	232	2 516	354	7.6%
World	1 905	7 422	2 388	9 714	25.4%

Gambar 1. 2 Simulasi perhitungan penambahan penduduk di beberapa negara[6]

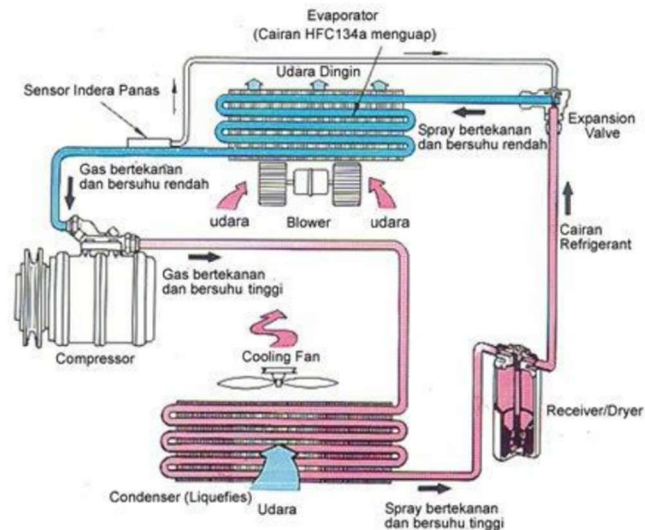
Menurut International Energy Agency (IEA), pada gambar 1.2 dapat dilihat beberapa peningkatan jumlah penduduk Indonesia pada 2050 diproyeksikan mencapai 19,5%, dengan begitu, penggunaan pendingin ruangan juga akan meningkat [6].



Gambar 1. 3 Data penggunaan AC di Indonesia [7]

Berdasarkan hasil survei data pada gambar 1.3 oleh Indonesia Data dengan responden sebanyak 1.900 orang pada tahun 2022, sebesar 27,9% rumah tangga di Indonesia menggunakan alat penyejuk udara (AC) di tempat tinggalnya [7]. Dari jumlah tersebut, 32,2% pengguna AC berada di DKI Jakarta, tidak hanya di wilayah DKI Jakarta namun ada beberapa wilayah dengan penggunaan AC terbanyak yaitu daerah Makassar sebanyak 23,6% dan Surabaya sebanyak 20,3% [7].

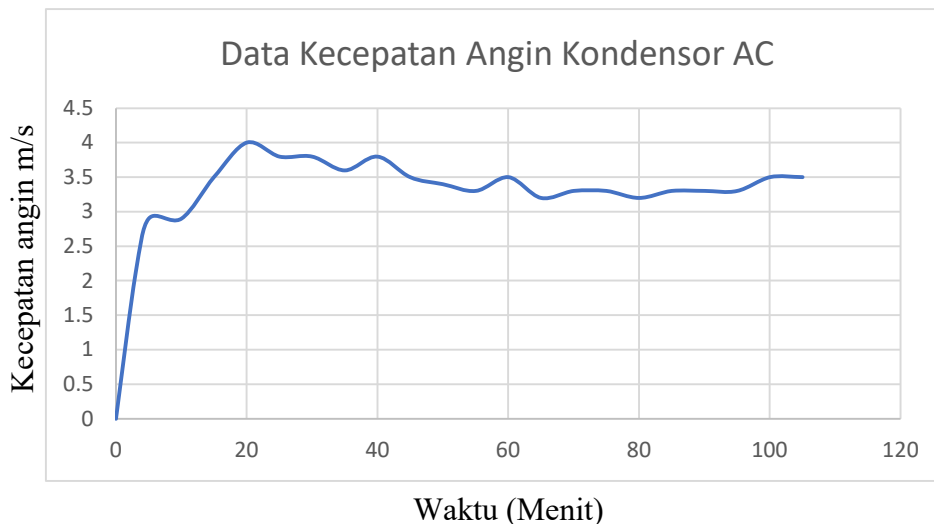
Sementara itu, jumlah penduduk Indonesia menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2023 mencapai 278.696,2 juta jiwa [8] Berdasarkan dari data tersebut, penelitian ini bertujuan agar membantu masyarakat sekitar agar dapat menghemat penggunaan listrik serta memanfaatkan energi angin yang keluar dari kipas kondensor AC sebagai energi tersimpan. Adapun proses penyerapan energi buang angin kondensor AC dan cara kerja dari AC itu sendiri sebagai berikut :



Gambar 1. 4 Cara kerja AC [8]

Pada awalnya udara panas dalam ruangan diserap oleh evaporator, kemudian Pada evaporator yang bertekanan rendah udara diserap dan temperatur udara dipertahankan pada temperatur tertentu[8].

Panas atau kalor dari evaporator yang berupa refrigeran, selanjutnya dihisap oleh kompresor dan dalam hal ini kompresor menguapkan refrigeran yang berada pada evaporator. Sehingga, pada evaporator terjadi penyerapan kalor atau proses pendinginan udara. Refrigeran yang dihisap oleh kompresor, selanjutnya ditekan masuk ke kondensor dan pada kondensor terjadi panas sehingga kalor dari kondensor dikeluarkan, yaitu dengan cara mendinginkan kondensor, baik dengan pendinginan udara maupun dengan pendinginan air. Selanjutnya, refrigeran yang telah mengalami tekanan dan pendinginan pada kondensor yang berupa uap refrigeran kemudian berubah menjadi refrigeran cair yang telah mengalami pendinginan [8]. Refrigeran yang telah mengalami pendinginan, selanjutnya masuk ke evaporator melalui katup ekspansi yang berada pada evaporator dan pada katup ekspansi ini terjadi penguapan refrigeran sehingga pada evaporator temperatur udara mengalami pendinginan. Udara yang telah mengalami pendinginan dikembalikan atau disirkulasikan oleh kipas atau *blower* kedalam ruangan[8].



Gambar 1. 5 Data Kcepatan Angin Kondensor AC

Berdasarkan (Gambar 1.5) Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah kecepatan aliran udara kondensor AC, yang diukur menggunakan anemometer. Pengukuran dilakukan pada AC berkapasitas 2 PK merek Panasonic dengan durasi pengukuran selama 1 jam 50 menit, di mana data kecepatan diambil setiap satu menit. Dimana pengambilan data dilakukan ketika AC beroperasi untuk mendapatkan data. Cara supaya data dapat diambil dengan maksimal dengan memastikan terlebih dahulu bahwa AC dapat bekerja dengan maksimal, ini memastikan bahwa pengukuran aliran udara yang sebenarnya dapat dilakukan sampai akhir dengan keadaan baik. Didapatkan rata-rata kecepatan AC selama 1 jam 50 menit yaitu 4,2 m/s.

Secara teori, keberadaan listrik dapat diukur dengan memperhatikan daya yang digunakan pada kehidupan sehari-hari. Ketika daya listrik digunakan secara tidak langsung sudah menggunakan konsep daya listrik itu sendiri dikalikan dengan lama waktu yang digunakan. Bila daya diukur dalam watt per jam, maka dihasilkan :

$$W = P \times t \quad (1.1)$$

W merupakan hasil dari perkalian P dan t, dimana W merupakan energi listrik dalam satuan *watthour*, P merupakan daya listrik dalam satuan *watt*, dan t merupakan waktu dengan satuan jam.

Energi angin merupakan energi kinetik atau energi yang disebabkan oleh kecepatan angin untuk dimanfaatkan memutar sudu-sudu kincir angin. Untuk memanfaatkan energi angin menjadi energi listrik maka langkah pertama yang harus dilakukan adalah menghitung energi angin dengan formula :

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

(1.2)

E adalah energi kinetik dengan satuan *joule*, dimana energi kinetik dihasilkan dengan perkalian m yaitu massa udara dalam kilogram dan v yaitu kecepatan angin dalam meter per detik.

Untuk mendapatkan massa udara dimisalkan suatu blok udara mempunyai penampang dengan luas A (m^2), bergerak dengan kecepatan v (m/s), dan dengan kerapatan udara ρ (kg/m^3) maka massa udara adalah yang melewati suatu tempat adalah:

$$m = A \cdot v \cdot \rho$$

(1.3)

Berdasarkan data dan informasi yang diperoleh diatas, maka diperlukan adanya sebuah teknologi untuk dapat menciptakan sebuah produk. Nantinya produk ini mampu mengatasi masalah-masalah yang telah dijabarkan tersebut menjadi sebuah manfaat yang dapat dirasakan langsung oleh masyarakat.

1.3 *Constraint*

Tabel 1. 1 *Constraint*

No	Aspek	Penjelasan terkait aspek
1	Ekonomi	Produk ini akan dibatasi dengan rentan biaya produksi yang tidak melebihi 7 Juta Rupiah dengan begitu produk ini akan dapat bernilai ekonomis.
2	Manufakturabilitas	Produk ini akan membutuhkan waktu, tenaga dan juga ketelitian yang tinggi untuk setiap produksi dikarenakan komponen, desain, dan alat disiapkan dan disusun nantinya memerlukan tingkat kesabaran serta keahlian untuk menyusun atau merangkai dari bahan menjadi produk.
3	Keberlanjutan	Ada beberapa hal yang dapat menghambat dalam melakukan peneliatan atau pembuatan produk ini adalah ketahan dari turbin untuk menangkap angin terlebih dahulu. Hal ini dikarenakan angin dari kondensor AC yang sangat pelan untuk menggerakkan turbin tersebut.

4	Lingkungan	Produk ini dapat bertahan di musim panas dan hujan yang berada di iklim tropis.
5	Pengguna	Produk ini digunakan untuk seluruh sektor yang menggunakan outdoor kondensor AC berdimensi 49 x 65 x 23 cm hingga 60 x 85 x 30 cm.
6	Keselamatan	Produk ini memiliki <i>mounting</i> atau penahan yang kokoh, maka dari itu keselamatan dari penggunaan produk ini terjamin.

1.4 Kebutuhan yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka kebutuhan yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut:

1. Produk ini mampu memanfaatkan aliran angin dan mengubah energi kinetiknya menjadi energi listrik.
2. Produk ini dirancang agar kompatibel dengan semua jenis kondensor AC yang tersedia.
3. Produk dapat dengan mudah dipindahkan, sehingga mendukung fleksibilitas penggunaan.
4. Produk ini dapat menjalankan semua sistemnya tanpa ada energi tambahan lainnya.

1.5 Tujuan

Pada Penelitian *Capstone Design* ini bertujuan untuk membuat konsep pemanfaatan energi angin buang yang dihasilkan oleh kipas kondensor AC yang menjadi energi listrik, pada sistematisnya energi angin yang ditangkap oleh turbin akan dikonversi menjadi energi listrik lalu disimpan pada baterai yang akan dimanfaatkan atau digunakan kembali nantinya. Penelitian tentang produk yang akan dirancang ini memiliki daya tahan yang kokoh, ringan dan memiliki harga ekonomis yang bisa dibeli oleh semua kalangan. Produk yang akan dibuat nantinya dibuat secara *portable* yang dapat dipindahkan dari tempat satu ke tempat lainnya.

BAB 2

SPESIFIKASI DAN VERIFIKASI

Tabel 2. 1 Pemetaan kebutuhan dan kaitannya terhadap spesifikasi

No	Kebutuhan	Spesifikasi
1	Produk dapat menangkap dan mengonversi energi angin menjadi energi listrik.	Spesifikasi 1 : Turbin dapat mengubah angin buang kondensor AC menjadi energi listrik.
2	Energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan pada baterai dan digunakan kembali.	Spesifikasi 2 : Energi listrik dapat disimpan pada baterai dan digunakan pada alat elektronik bertegangan 5 V.
3	Produk ini dapat disesuaikan dengan semua kondensor AC yang ada.	Spesifikasi 3 : Produk dapat disesuaikan dengan minimal ukuran diameter kondensor AC 40 cm hingga 56 cm.
4	Produk ini dapat dipindahkan dengan mudah.	Spesifikasi 4 : Produk memiliki berat yang ringan dengan maksimal berat 5 kg dan dimensi tampak depan 50 cm × 50 cm dan dimensi tampak samping 40 cm.
5	Produk ini dapat menjalankan semua sistemnya tanpa ada energi tambahan lainnya.	Spesifikasi 5 : Selama produk bekerja tidak memerlukan adanya sumber daya listrik tambahan.

2.1 Spesifikasi Produk

Berdasarkan kebutuhan di atas, maka uraian spesifikasinya adalah sebagai berikut:

2.1.1 Spesifikasi 1:

Turbin dapat mengubah angin buang kondensor AC menjadi energi listrik.

Dalam menangkap angin, produk yang kembangkan ini memanfaatkan energi angin buang yang dihasilkan dari kipas kondensor AC. Penangkapan energi angin ini berupa turbin, nantinya turbin ini yang akan mengubah angin menjadi energi kinetik rotasi.

Energi angin yang ditangkap menggunakan turbin dihubungkan dengan pembangkit listrik arus searah berupa generator DC. Pembangkit listrik arus searah ini akan berputar bersamaan dengan turbin angin yang berputar, karena turbin yang telah dipasangkan pembangkit berputar

maka akan menghasilkan tegangan listrik. Jumlah kecepatan angin yang diperlukan untuk memutar diameter turbin 15 cm pada produk yang dibuat yaitu minimal sebesar 2,0 m/s putaran turbin.

2.1.2 Spesifikasi 2:

Energi listrik dapat disimpan pada baterai dan digunakan pada alat elektronik bertegangan 5V.

Dengan memanfaatkan energi kinetik yang dikonversi menjadi energi listrik ini akan disimpan kedalam penyimpanan seperti baterai. Energi listrik yang dihasilkan dari pembangkit arus searah diberi batas tegangan untuk di teruskan ke baterai yaitu 3,7V – 4,2V agar tidak merusak baterai dengan menggunakan *DC to DC converter*. Selanjutnya, energi listrik yang tersimpan pada baterai dihubungkan dengan pembatas daya sehingga dapat digunakan kembali dengan tegangan sebesar 5V.

2.1.3 Spesifikasi 3:

Produk dapat disesuaikan dengan minimal ukuran diameter kondensor AC 40 cm hingga 56 cm.

Untuk memastikan alat dapat digunakan pada semua kondensor AC dilakukan pengumpulan data dengan cara observasi langsung, karena dari hasil observasi yang dilakukan pada lingkungan kampus Telkom University ukuran dimensi kondensor AC memiliki panjang dan lebar yang berbeda-beda. Oleh karena itu, setiap kondensor AC harus diukur untuk menentukan ukuran dan fleksibilitas alat yang akan digunakan. Dengan demikian, produk dapat disesuaikan untuk kondensor AC dengan ukuran diameter 40 cm (skala kecil) dan 56 cm (skala besar).

2.1.4 Spesifikasi 4:

Produk memiliki berat yang ringan dengan maksimal berat 5 kg serta dimensi tampak depan 50 cm × 50 cm dan tampak samping 40 cm.

Produk ini memiliki berat yang ringan sehingga dapat dibawa oleh orang dewasa dengan berat maksimum 5 kg. Berdasarkan hasil studi penelitian, diketahui bahwa baik wanita maupun pria mampu mengangkat beban mulai 9 kg hingga 11 kg secara terus-menerus. Dengan berat yang ringan ini, produk akan mudah diangkat oleh manusia dan tidak memberikan beban tambahan yang signifikan pada kondensor AC. Penentuan berat maksimum yang dapat

diangkat oleh manusia biasanya mempertimbangkan beberapa faktor, seperti ukuran dan bentuk beban, jarak, tinggi pengangkatan beban, dan lain-lain.

2.1.5 Spesifikasi 5:

Selama Produk bekerja tidak memerlukan adanya sumber daya listrik tambahan.

Produk ini tidak memerlukan arus tambahan untuk memutarnya karena turbin sepenuhnya bergantung pada arah angin yang menghasilkan tenaga, tenaga ini menjadi melampaui batas ketika turbin terkena angin yang lebih kencang. Turbin angin bekerja dengan cara menghadapkan bilah – bilahnya ke arah angin. Ketika angin bertiup, tekanan angin akan mengenai permukaan bilah turbin yang menciptakan perbedaan tekanan. dengan kata lain produk dirancang untuk mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dan tidak memerlukan arus listrik kembali untuk memutarnya.

2.2 Verifikasi

2.2.1 Verifikasi Spesifikasi 1:

Tabel 2. 2 Tabel Verifikasi 1

Spesifikasi	Turbin dapat mengubah angin buangan kondensor AC menjadi energi listrik.
Metode Pengukuran	Kecepatan angin diukur menggunakan anemometer, sedangkan tegangan diukur menggunakan multimeter
Prosedur Pengujian	Kecepatan angin yang mengenai turbin diukur dengan mendekatkan turbin ke aliran angin yang keluar dari kondensor AC. Anemometer ditempatkan sejajar dengan turbin untuk mengukur kecepatan angin, dan tegangan yang dihasilkan oleh generator turbin diukur menggunakan voltmeter.