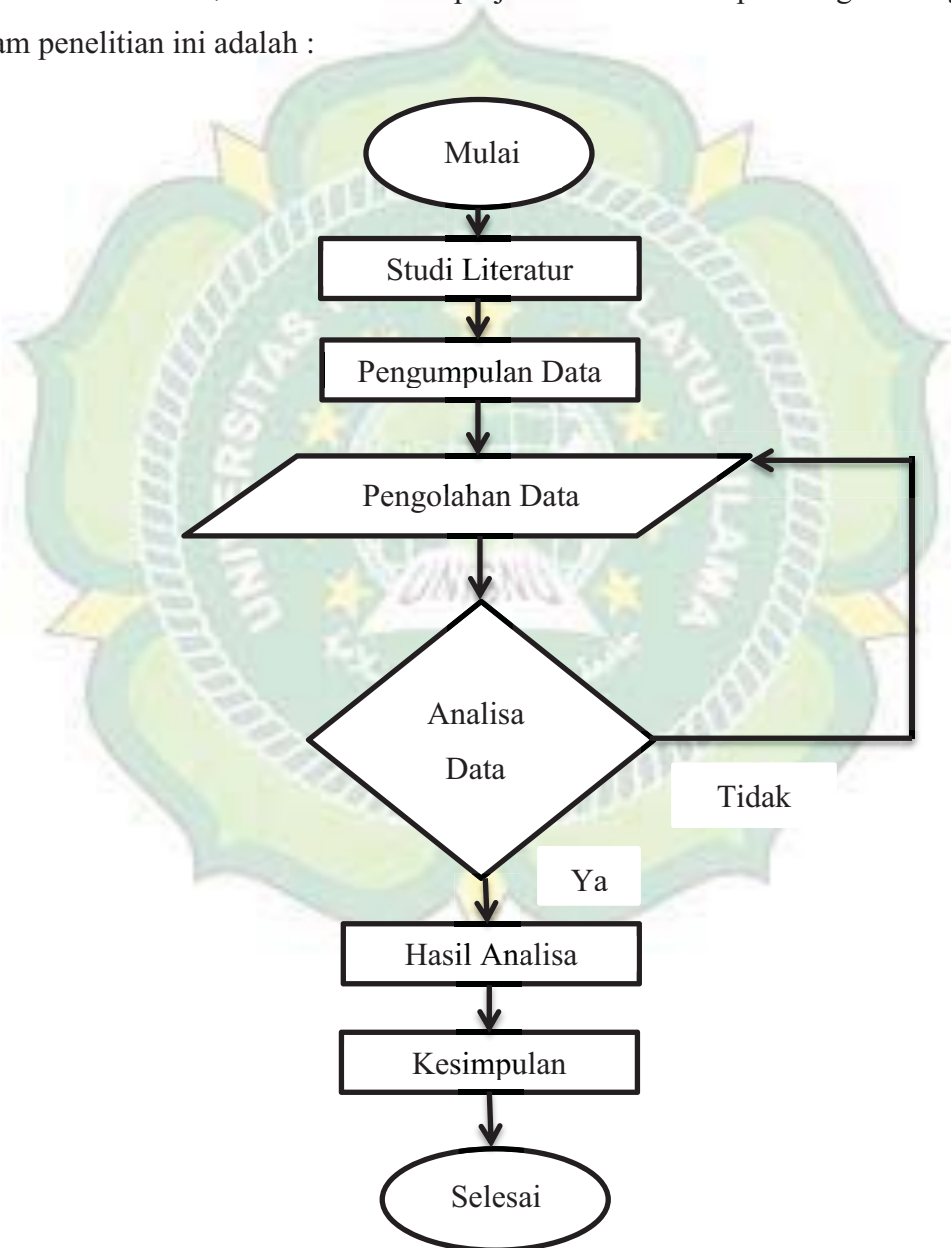


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Langkah-langkah Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan penulis adalah dengan cara pengumpulan data dari <http://indonesia.windprospecting.com/>, <https://en.wind-turbine-models.com/>, buku dan beberapa jurnal terkait. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah :



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Studi literature dilakukan untuk mengetahui sumber-sumber yang didapat dan dibuat sebelumnya. Dengan cara mengumpulkan barbagai informasi dari buku-buku pengarang yang terpercaya, jurnal-jurnal ilmiah, artikel dan yang berkaitan dengan potensi kecepatan angin dan turbin angin.

3.3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan setelah melakukan studi literature, data yang diperoleh akan disajikan serta dianalisa menggunakan rumus-rumus dengan aplikasi *Microsoft office excel*.

3.3.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui potensi kecepatan angin, energi total yang dihasilkan turbin angin, energi total maximal output turbin angin dan menghitung *Capacity Factor* turbin angin yang diterapkan pada kondisi saat ini di pulau Karimunjawa.

3.3.4 Analisa Data

Berdasarkan hasil perhitungan data maka diperoleh energi total turbin angin, energo total maximal trubin angin, *Capacity Factor* turbin angin dengan membandingkan setiap model turbin angin.

3.3.5 Hasil Analisa

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka nantinya akan memperoleh model turbin angin yang paling sesuai untuk diterapkan di pulau karimunjawa.

3.3.6 Kesimpulan

Hasil akhir yang diperoleh berdasarkan uraian dan analisis data dari potensi kecepatan angin dan perhitungan daya dan *Capacity Factor* dari beberapa

model turbin angin maka didapat turbin angin yang paling sesuai untuk diterapkan di pulau karimunjawa.

3.2 Jadwal Penelitian

Perancangan dan pembuatan laporan skripsi tentang analisa perbandingan penerapan model model turbin angin skala menengah di pulau Karimunjawa akan dilaksanakan pada rentang waktu selama 6 bulan. Adapun jadwal kegiatan pokok adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Tahun 2019 - 2020						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Konsultasi Pembimbing							
2	Studi Literatur							
3	Penyusunan Proposal							
4	Seminar Proposal							
5	Pembuatan Laporan							
6	Ujian Skripsi							
7	Revisi Laporan							

3.3 Data Potensi Kecepatan Angin

Pengambilan data potensi kecepatan angin dari *Indonesia Wind Prosecting* dengan ketinggian 50 meter dari permukaan tanah. Lokasi pengambilan data terletak pada koordinat *Latitude* -5.782 dan *Longtitude* 110.469. Data yang digunakan adalah data kecepatan angin per jam pada tahun 2004 – 2015.

Tabel 3. 2 Potensi Kecepatan Angin Tahun 2015

Jam	Jan (m/s)	Feb (m/s)	Mar (m/s)	Apr (m/s)	Mei (m/s)	Jun (m/s)	Jul (m/s)	Aug (m/s)	Sep (m/s)	Okt (m/s)	Nov (m/s)	Des (m/s)
0:00	8	7	2	2	2	7	10	5	9	9	4	2
1:00	8	10	8	2	2	8	9	5	9	9	4	2
2:00	9	8	7	1	1	6	9	6	8	9	4	3
3:00	9	6	5	1	1	7	8	7	8	8	3	4
4:00	9	6	4	1	1	6	7	7	8	8	3	5
5:00	10	7	2	2	2	6	7	7	7	8	3	6

Jam	Jan (m/s)	Feb (m/s)	Mar (m/s)	Apr (m/s)	Mei (m/s)	Jun (m/s)	Jul (m/s)	Aug (m/s)	Sep (m/s)	Okt (m/s)	Nov (m/s)	Des (m/s)
6:00	11	4	2	0	2	5	6	7	7	8	3	9
7:00	12	3	2	0	2	5	6	7	7	8	2	7
8:00	12	7	3	0	2	5	6	8	7	8	2	6
9:00	12	4	3	2	2	5	6	8	7	8	2	3
10:00	12	5	4	2	2	6	6	6	8	8	1	3
11:00	12	4	5	1	2	6	6	4	8	8	1	4
12:00	12	3	6	2	2	6	6	5	8	8	1	5
13:00	12	5	7	1	2	6	6	6	9	9	1	4
14:00	11	6	5	1	1	6	6	7	9	9	1	4
15:00	10	6	3	1	1	6	6	6	9	9	2	4
16:00	10	6	4	1	2	6	6	7	9	9	1	4
17:00	11	6	4	1	2	6	7	8	9	9	0	4
18:00	10	5	5	2	3	7	7	8	9	9	0	4
19:00	11	5	5	2	3	6	7	9	9	9	1	3
20:00	11	5	4	2	3	6	9	9	8	10	2	3
21:00	11	7	5	2	3	6	9	9	8	9	2	3
22:00	8	7	7	2	3	6	8	8	8	8	2	3
23:00	10	6	8	9	4	3	5	6	2	3	1	2

(Sumber : <http://indonesia.windprospecting.com/>)

3.4 Data Turbin Angin

Pengambilan data model Turbin Angin diambil dari alamat Web <https://en.wind-turbine-models.com/> dengan kapasitas 150kW-300kW pada skala menengah dengan model turbin sebagai berikut : 1. Nordtank NTK 150kW, 2. Nordex N27/150kW, 3. Nordex N27/250kW, 4. b ventus 250kW, 5. Enercon E30-300kW, 6. Enercon E33/ 300kW. Berikut adalah spesifikasi dan Power Curve Turbin Angin dalam penelitian ini :

Tabel 3. 3 Spesifikasi model-model Turbin Angin

Power	Nordtank NTK 150 kW	Nordex N27/150 kW	Nordex N27/250 kW	b ventus 250 kW	Enercon E33/ 300 kW	Enercon E30- 300 kW
Rated power:	150.0 kW	150.0 kW	250.0 kW	250.0 kW	300.0 kW	300.0 kW
Flexible power ratings:	-	-	-	-	-	-
Cut-in wind speed:	4.0 m/s	3.0 m/s	3.0 m/s	2.5 m/s	3.0 m/s	2.5 m/s
Rated wind speed:	13.5 m/s	15.5 m/s	15.5 m/s	9.0 m/s	11.5 m/s	13.5 m/s
Cut-out wind speed:	25.0 m/s	25.0 m/s	25.0 m/s	32.0 m/s	25.0 m/s	25.0 m/s
Survival wind speed:	60.0 m/s	60.0 m/s	-	-	-	70.0 m/s
Wind zone (DIBt):	-	-	-	-	-	-
Wind class (IEC):	-	-	-	S	-	-
Rotor						
Diameter:	24.6 m	27.0 m	27.0 m	42.5 m	33.0 m	29.6 m
Swept area:	475.0 m ²	572.0 m ²	572.0 m ²	1,421.0 m ²	855.3 m ²	707.0 m ²
Number of blades:	3	3	3	3	3	3
Rotor speed, max:	37.0 U/min	40.0 U/min	40.0 U/min	32.0 U/min	39.0 U/min	48.0 U/min
Tipspeed:	48 m/s	57 m/s	57 m/s	71 m/s	67 m/s	74 m/s
Type:	LM 12 HHT	LM 12.8	LM 12.8	-	33 WPX	AERO E-30
Material:	GFK	GFK	GFRP	EP-GFK	GFK	GFK / Epoxy
Manufacturer:	LM Glasfieber	LM Glasfieber	LM Glasfiber A/S	-	Aerpac	Enercon
Power density 1:	315.8 W/m ²	262.2 W/m ²	437.1 W/m ²	175.9 W/m ²	350.8 W/m ²	424.3 W/m ²
Power density 2:	3.2 m ² /kW	3.8 m ² /kW	2.3 m ² /kW	5.7 m ² /kW	2.9 m ² /kW	2.4 m ² /kW
Gear box						
Type:	Spur	Spur	spur	without gearbox	Planetary	with out. direct drive
Stages:	2.0	3.0	3.0	-	2.0	-
Ratio:	1:40	0,059027778	1:25	-	-	-
Manufacturer:	Flender	Flender / Thyssen	Flender	-	Lohmann & Stolterfoth	-
Generator						
Type:	Asynchronus	Asynchronus	induction	synchronous permanent	synchronous	synchronous
Number:	1.0	1.0	1.0	1	1	1.0
Speed, max:	1,520.0 U/min	1,000.0 U/min	1,000.0 U/min	32.0 U/min	-	48.0 U/min
Voltage:	400.0 V	400.0 V	400.0 V	400.0 V	-	440.0 V
Grid connection:	Thyristor	Thyristor	thyristors	4Q-IGBT	-	WR
Grid frequency:	50.0 Hz	50.0 Hz	50.0 Hz	50/60 Hz	50 Hz	50.0 Hz
Hersteller:	ABB	Brook	Brook	-	Piller	Enercon
Tower						

Hub height:	32.5 m	30/36/40/50 m	30/36/41.5/50 m	28 m	35/41/47 m	50.0 m
Type:	Steel tube	Steel tube/Lattice	steel tube / lattice	steel tube	concrete	Steel tube
Shape:	conical	-	-	conical	-	conical
Corrosion protection:	epoxy painted or galvanized	-	-	painted	-	painted
Manufacturer:	Nordtank	Nordex	-	-	Pfleiderer	CAL/SAM
Weight						
Single blade:	0.8 t	1.4 t	1.4 t	-	-	0.3 t
Hub:	-	-	-	-	-	-
Rotor:	-	5.4 t	-	-	-	3.8 t
Nacelle:	6.0 t	13.0 t	14.7 t	-	-	12.6 t
Tower, max:	11.0 t	32.0 t	20.7 t	-	-	27.3 t
Total weight:	23.0 t	51.0 t	43.0 t	-	-	44.0 t
Miscellaneous						
Installation:	-	-	-	-	-	-
Offshore:	No	No	No	No	No	No
Onshore:	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Dari data tabel 3.3 diatas kita dapat mengetahui spesifikasi beberapa model-model Turbin Angin yang akan dijadikan bahan penelitian. Sehingga nantinya dapat mendapatkan data yang sesuai dengan kondisi di Karimunjawa.

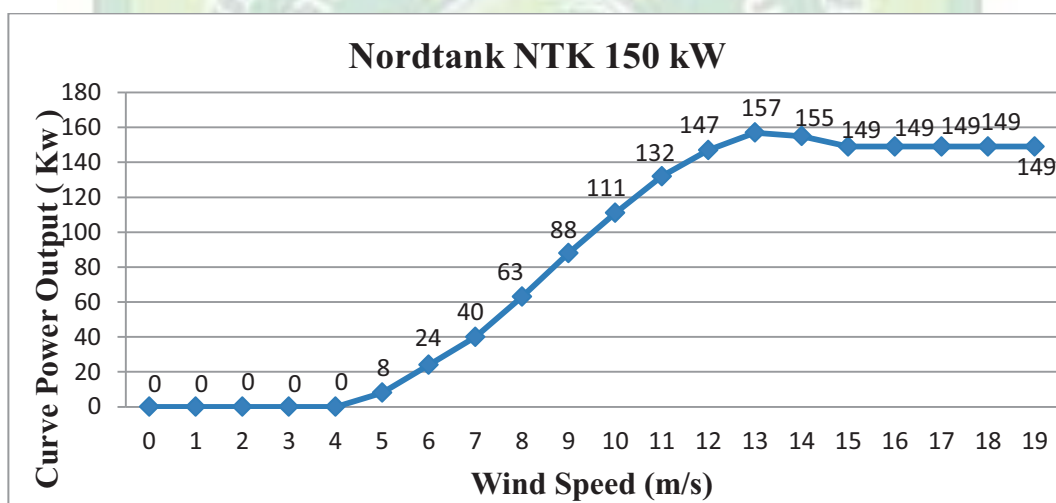
Tabel 3. 4 Data *Power Curve* Tubin Angin

No	Wind Speed (m/s)	Nordtank ntk 150 kW	Nordex N27/150 kW	Nordex N27/250 kW	b. Ventus 250 kW	Enercon E33/300 kW	Enercon E30/300 kW
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	2	0	5
4	3	0	0	0	5	3,7	11
5	4	0	8	6	23	10	22
6	5	8	19	17	49	21,6	40
7	6	24	31	30	79	38,3	71
8	7	40	55	51	128	62,4	120
9	8	63	83	75	193	93,1	168
10	9	88	110	101	230	132,6	228
11	10	111	136	130	249	181,6	278
12	11	132	160	158	250	230,5	300

No	Wind Speed (m/s)	Nordtank ntk 150 kW	Nordex N27/150 kW	Nordex N27/250 kW	b. Ventus 250 kW	Enercon E33/300 kW	Enercon E30/300 kW
13	12	147	170	186	250	269,3	300
14	13	157	176	206	250	290,5	300
15	14	155	180	233	250	300	300
16	15	149	175	246	250	300	300
17	16	149	164	250	250	300	300
18	17	149	155	248	250	300	300
19	18	149	150	245	249	300	300
20	19	149	145	238	237	300	300

(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

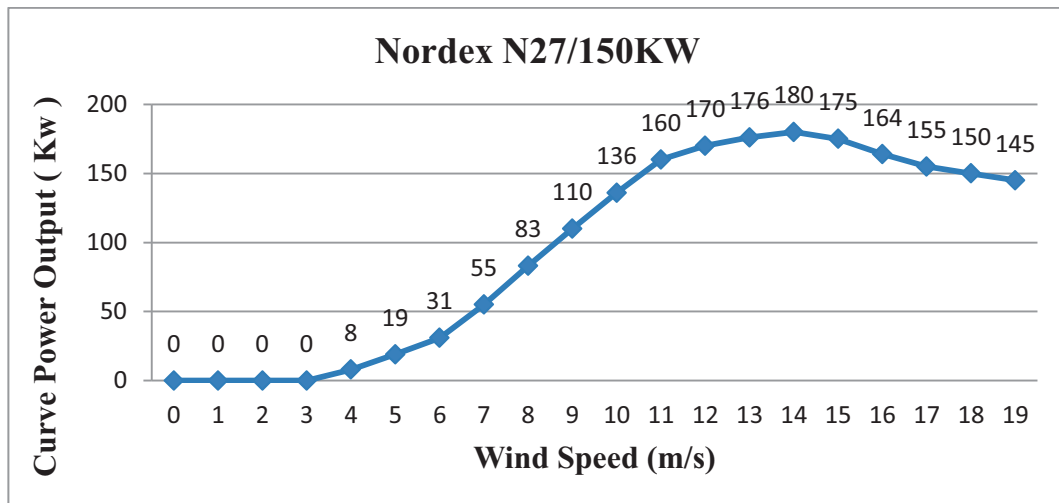
Dari data tabel 3.4 menunjukkan kurva daya dari beberapa model Turbin Angin yang akan dianalisa guna rencana pembangunan pembangkit listrik tenaga angin di Karimunjawa.



(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Gambar 3. 2 Grafik *Power Curve* Turbin Angin Nordtank NTK 150 kW

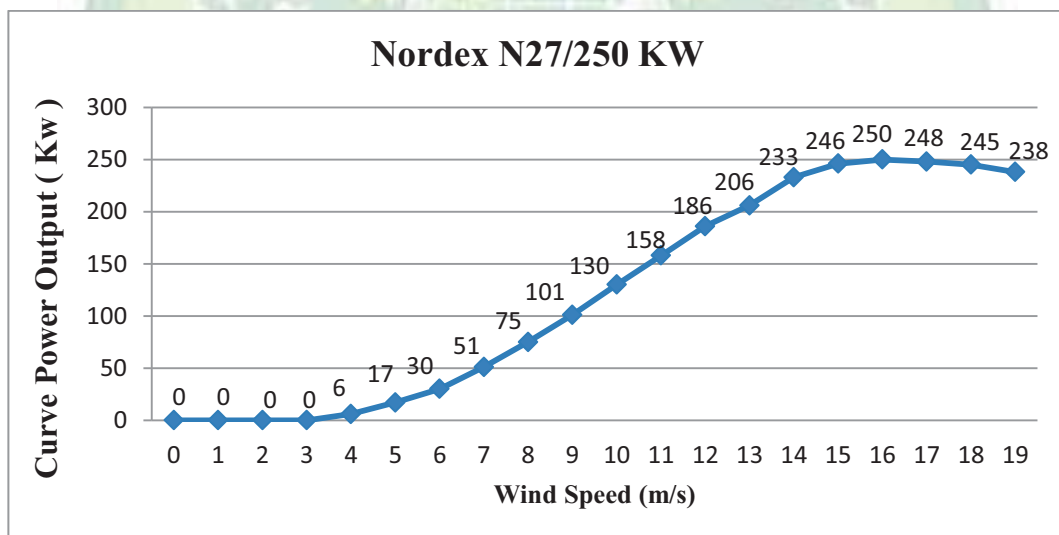
Dari gambar 3.2 menunjukkan kurva daya dari Turbin Angin model Nordtank NTK 150 kW.



(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Gambar 3. 3 Grafik Power Curve Turbin Angin Nordex N27/150 kW

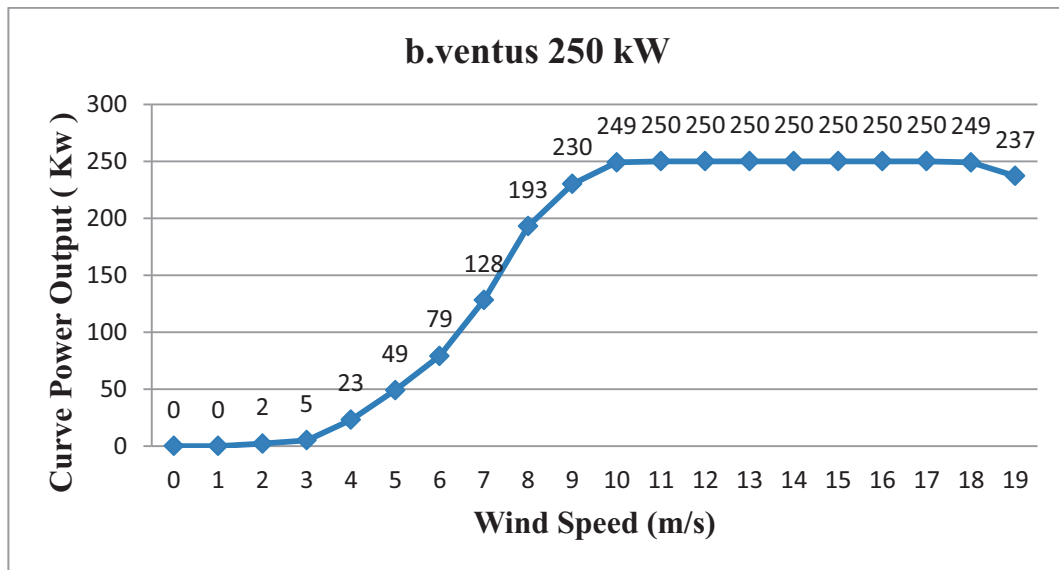
Dari gambar 3.3 menunjukkan kurva daya dari Turbin Angin model Nordex N27/150 kW.



(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Gambar 3. 4 Grafik Power Curve Turbin Angin Nordex N27/250 kW

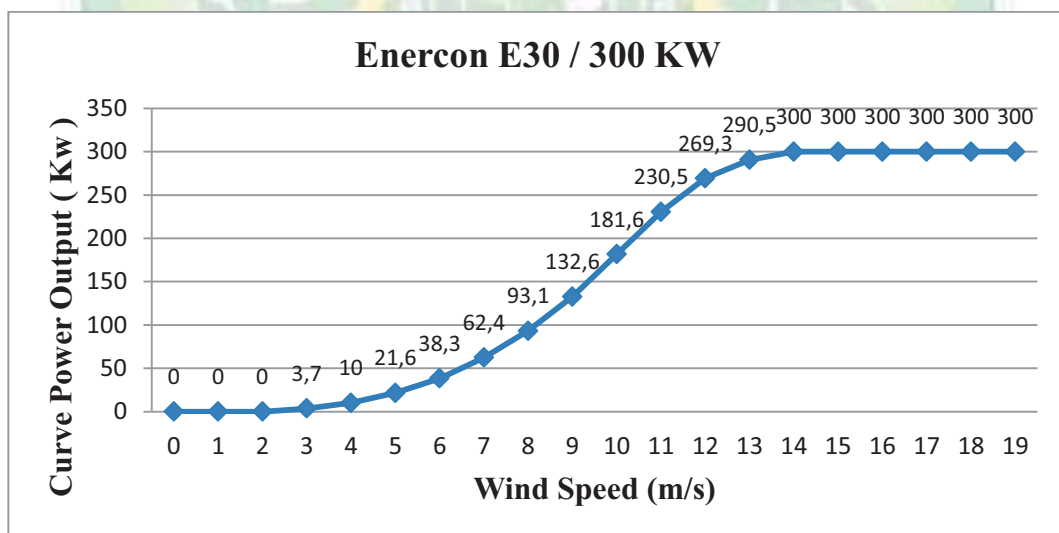
Dari gambar 3.4 menunjukkan kurva daya dari Turbin Angin model Nordex N27/250 kW.



(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Gambar 3. 5 Grafik *Power Curve* Turbin Angin *b. Ventuz 250 kW*

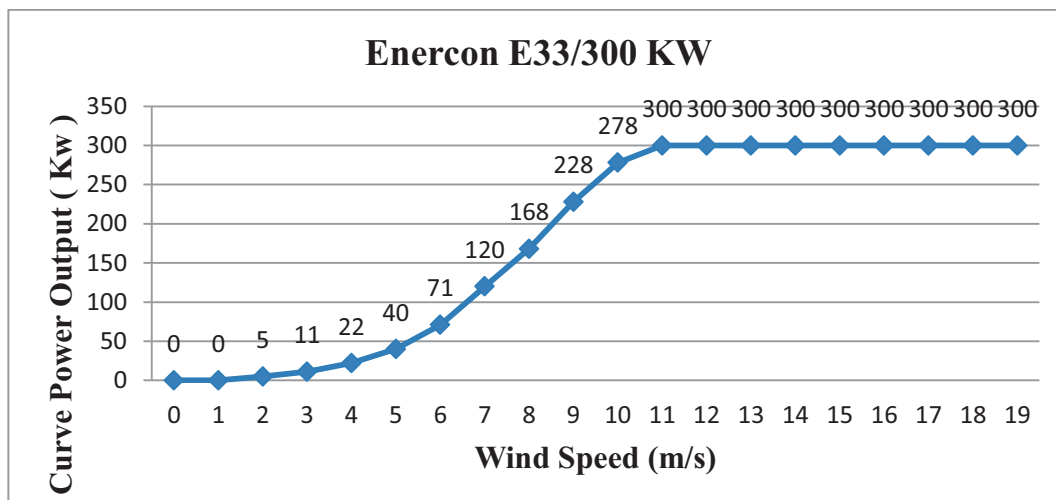
Dari gambar 3.5 menunjukkan kurva daya dari Turbin Angin model *b.Ventuz 250 kW*.



(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Gambar 3. 6 Grafik *Power Curve* Turbin Angin *Enercon E30/300 kW*

Dari gambar 3.6 menunjukkan kurva daya dari Turbin Angin model *Enercon E30/300 kW*.



(Sumber : <https://en.wind-turbine-models.com/>)

Gambar 3. 7 Grafik Power Curve Turbin Angin Enercon E30/300 kW

Dari gambar 3.7 menunjukkan kurva daya dari Turbin Angin model Enercon E33/300 kW.

3.5 Data Beban Pulau Karimunjawa

Adapun data beban pulau Karimunjawa tahun 2018 adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Data Beban Pulau Karimunjawa 2018

Tgl	Jan (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mei (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Aug (kWh)	Sep (kWh)	Okt (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)
1	13886	11862	11248	14784	13048	14258	15011	14664	17669	15618	17667	17463
2	12419	11875	11725	13227	14750	15101	14981	13905	16633	15836	18600	17359
3	11992	11735	12487	13553	14134	14515	15069	14016	14397	16410	18379	17387
4	11722	11285	12241	13554	15237	13936	14727	14833	15469	16201	18311	15932
5	11752	11007	12056	12928	15879	13402	13739	14403	16287	17754	17796	16854
6	11637	11285	12002	13532	11418	8007	14282	12485	16128	18263	16189	17514
7	11211	8566	12017	14064	15266	14107	16294	14740	17019	17725	17073	18594
8	10958	11224	11392	12990	15883	13772	15676	14845	18206	16896	16995	6583
9	11212	11651	12103	10293	15528	14381	15032	14738	17774	16819	17719	17754
10	11152	12438	12838	13531	9696	14418	15224	15777	16651	16556	19103	17248
11	10045	12143	12474	13560	15782	14769	15196	16360	16721	15868	18863	17219
12	11459	12032	12215	12940	17556	14474	13446	12309	15499	17148	17890	17226
13	11407	11977	11928	14036	16305	15220	14619	15961	15648	17666	18278	16427
14	11159	11944	11898	17196	14659	14629	15107	15713	16658	17198	18080	17915
15	10535	11319	11747	15582	14169	14217	14545	15734	17739	16776	17205	17099
16	10209	12005	13276	13322	14293	15667	13924	14737	17276	16677	18942	18433
17	10261	12813	13820	13830	13566	15569	14234	16203	16626	16705	19866	17988

Tgl	Jan (kWh)	Feb (kWh)	Mar (kWh)	Apr (kWh)	Mei (kWh)	Jun (kWh)	Jul (kWh)	Aug (kWh)	Sep (kWh)	Okt (kWh)	Nov (kWh)	Des (kWh)
18	10509	12425	13070	13925	13679	14105	14106	16891	12835	16946	20266	18351
19	10923	12166	12718	13827	14070	16419	13925	15157	16955	17694	18490	18178
20	11406	11943	12899	14592	14293	18199	15032	15082	16211	18907	15546	17867
21	11233	11979	12739	14451	14212	16781	16834	15421	17193	18496	17795	19040
22	10521	11693	12670	13499	13655	16818	16482	15340	17998	17768	17582	20458
23	10208	11638	13061	13195	13233	15954	15817	15115	17729	18155	18084	20486
24	10592	11151	13253	14358	12995	15708	16377	16756	17306	17835	19386	18538
25	10572	10787	13509	13403	13633	14517	14790	17641	17704	17647	18333	15589
26	10482	10859	12543	12733	14123	13867	14414	16661	17769	13550	15658	17844
27	10591	11014	12933	13826	14495	14111	15378	16052	17032	20114	17142	17631
28	10452	11375	12226	15473	14280	13886	16044	16248	18126	20021	16716	18133
29	10375		12305	11539	14180	14756	14605	16279	19797	18786	12416	19435
30	10484		14685	14924	14219	15869	14379	15776	18683	17568	17205	18382
31	10616		16700		13697		14794	16814		17771		15704

(Sumber : Laporan Kerja)

Dari data tabel 3.11 merupakan laporan data beban dari pulau Karimunjawa pada tahun 2018 yang menjadi acuan untuk perhitungan turbin angin.

