

**REKABENTUK DAN SIMULASI TURBIN ANGIN PAKSI MENEGAK PADA  
KELAJUAN ANGIN RENDAH**

**MOHAMMAD HUZER BIN ABD ZAMHURI**

**B041310045**

**BMCT**

**Mohammadhuzer92@gmail.com**

**Laporan**

**Projek Sarjana Muda II**

**Penyelia: PROF. MADYA JUHARI BIN AB RAZAK**

**Pemeriksa Kedua: DR MOHD YUSOFF HJ SULAIMAN**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal**

**Universiti Teknikal Malaysia Melaka**

**2016**

**REKABENTUK DAN SIMULASI TURBIN ANGIN PAKSI MENEGAK PADA  
KELAJUAN ANGIN RENDAH**

**MOHAMMAD HUZER BIN ABD ZAMHURI**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

**REKABENTUK DAN SIMULASI TURBIN ANGIN PAKSI MENEGAK  
PADA KELAJUAN ANGIN RENDAH**

**MOHAMMAD HUZER BIN ABD ZAMHURI**

**Laporan ini dihantar  
memenuhi keperluan ijazah  
Ijazah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)**

**Fakulti Kejuruteraan Mekanikal**

**UNIVERSITI TEKNIKAL MALAYSIA MELAKA**

**JUN 2016**

## PENGAKUAN

Saya mengaku bahawa seluruh laporan “Reka bentuk dan simulasi turbin angin paksi menegak pada kelajuan angin rendah” merupakan hasil daripada kajian saya

Tandatangan : .....

Name : .....

Date : .....

## **PENGESAHAN PENYELIA**

Saya telah menyemak laporan ini dan pada pandangan saya laporan ini mengikut skop dan kualiti untuk dianugerah Sarjana Muda Kejuruteraan Mekanikal (Termal-Bendalir)

Tandatangan : .....

Nama Penyelia : .....

Tarikh : .....

## **DEDIKASI**

Untuk kedua ibu bapa

## ABSTRAK

Malaysia merupakan negara yang kedudukan di dalam lingkaran kelajuan angin rendah. Kelajuan angin yang rendah membuatkan turbin angin susah untuk berpusing dan menghasilkan kuasa angin. Kajian ini dijalankan bagi mengenal pasti turbin angin paksi menegak yang sesuai digunakan di Malaysia. Selain itu, kajian ini bertujuan untuk memilih jenis bilah yang sesuai digunakan sama ada jenis daya seret atau daya angkat. Kajian ini dijalankan menggunakan turbin angin paksi menegak sama ada Darrieus atau Savonius. Kajian ini juga mengkaji menggunakan kelajuan angin dibawah 5 m/s. Selain itu, reka bentuk dibuat dengan menggunakan jenis bilah yang berbeza dan bilangan bilah yang berbeza supaya dapat mencari perbezaan pada setiap model turbin angin. Kajian ini dimulakan dengan reka bentuk turbin angin paksi menegak menggunakan perisian SolidWork. enam rekabentuk turbin angin paksi menegak dibuat untuk di simulasi menggunakan perisian ANSYS CFX. empat model turbin angin paksi menegak adalah berjenis daya angkat dan dua model turbin angin paksi menegak berjenis daya seret Simulasi dijalankan menggunakan kelajuan angin 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s dan 5 m/s kerana nilai tersebut adalah kelajuan angin yang biasa di Malaysia. Turbin angin yang disimulasi akan menghasilkan nilai daya, tekanan, kelajuan turbin angin dan kilas. Nilai yang diperolehi akan dibandingkan untuk menentukan turbin angin terbaik dan dari perbandingan tersebut turbin angin yang menggunakan aerofoil NACA0015 dan menggunakan lapan bilah merupakan turbin angin yang terbaik digunakan pada kelajuan angin rendah kerana mempunyai daya menghasilkan tenaga yang tinggi serta kebolehan mula diri bagi memulakan putaran.

## ABSTRACT

Malaysia is a country in the position of the ring of low wind speed. Low wind speed makes wind turbines difficult to rotate and generate wind power. This study was conducted to identify vertical axis wind turbines that are suitable for use in Malaysia. In addition, this study aimed to choose the appropriate type of blade used either type of force drag or lift. This study was conducted using wind turbines vertical axis Darrieus either or Savonius. The study also reviews using wind speed below 5 m/s. In addition, the design is made by using different blade types and number of different blades in order to find the differences at each model wind turbines. This study began with the design of vertical axis wind turbine using SolidWork software. six vertical axis wind turbine design made to be simulated using software ANSYS CFX. four vertical axis wind turbine model was the application lift and two vertical axis wind turbine model application force drag Simulation performed using wind speed 2 m/s, 3 m/s, 4 m/s and 5 m/s because these values are typical wind speed in Malaysia. Simulated wind turbines will produce value, force, pressure and torque speed wind turbines. The values obtained are compared to determine the best wind turbines and the comparison of wind turbines that use NACA0015 and use the eight aerofoil blade is the best wind turbines used in wind speed have low because high energy producing abilities start for starting rotation.



## PENGHARGAAN

Alhamdulillah bersyukur ke atas ilahi dengan limpahan rahmat serta nikmat masa, nyawa, tenaga yang telah dianugerahkan kepada saya dapat juga saya menyiapkan tugas ini dengan jayanya.

Pertamanya, saya ingin mendedikasikan ucapan penghargaan ini kepada pensyarah tercinta saya Prof Madya Juhari Bin Ab Razak kerana dengan tunjuk ajar serta bimbingan daripadanya membuka ruang untuk saya menyiapkan tugas ini dengan suksesnya

Saya juga ingin mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada ibu bapa saya yang memberi saya pemudah cara untuk menyiapkan kerja kursus ini. Mereka telah memberikan saya segala kemudahan dan sokongan moral yang tidak terhingga sampai saya berjaya menghabiskan kajian ini.

Ucapan penghargaan ini juga saya tujukan kepada rakan-rakan yang banyak memberi peringatan terhadap setiap apa yang telah alpa. Mereka membantu saya dengan menjawab setiap pertanyaan yang saya tujukan kepada mereka.

Akhir madah saya mengucapkan terima kasih kepada mereka yang terlibat secara langsung atau sebaliknya dalam pembikinan kerja kursus ini terima kasih.

## ISI KANDUNGAN

<b>PENGAKUAN</b>	<b>I</b>
<b>SENARAI GAMBAR RAJAH</b>	<b>IX</b>
<b>SENARAI JADUAL</b>	<b>XI</b>
<b>SENARAI SIMBOL</b>	<b>XII</b>
<b>BAB 1 PENGENALAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kenyataan Masalah	5
1.3 Hipotesis	5
1.4 Soalan Penyelidikan	6
1.5 Objektif	6
1.6 Skop Projek	6
1.7 Kelebihan dan Kekurangan Turbin Angin Paksi Menegak Pada Kelajuan Angin Rendah	7
1.8 Carta Gantt	8
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKAAN</b>	<b>9</b>
2.1 Pengenalan	9
2.2 Jenis Turbin Angin	9
2.2.1 Turbin angin paksi menegak	10
2.2.1.1 Darrieus turbin	11
2.2.1.2 Savonius Turbin	12
2.2.2 Turbin angin paksi mendatar	13
2.2.2.1 Turbin hadap angin	15
2.2.2.2 Turbin mengikut angin	15
2.3 Aerodinamik	16
2.4 Bilangan Bilah Turbin	21
2.5 Kelajuan Angin	26
2.6 Jejaring	28
<b>BAB 3 METODOLOGI</b>	<b>30</b>
3.1 Pengenalan	30
3.2 Carta Alir Kajian	31
3.3 Kajian Dan Penyelidikan	32
3.4 Pembentukan Dan Simulasi	32
3.4.1 Geometri Turbin Angin	33

3.4.2	Ansys Workbench CFX	36
3.5	Perbandingan	39
3.5.1	Pengumpulan data	39
<b>BAB 4 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>		<b>40</b>
4.1	Pengenalan	40
4.2	Hasil kajian	40
	4.2.1 Hasil teori	41
	4.2.2 Hasil simulasi	41
4.3	Perbandingan	49
	4.3.1 Daya	50
	4.3.2 Tekanan	52
	4.3.3 Kilas	55
	4.3.4 Kelajuan putaran turbin angin	59
4.4	Kuasa angin	63
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>		<b>69</b>
<b>RUJUKAN</b>		<b>71</b>
<b>LAMPIRAN</b>		<b>75</b>

## SENARAI GAMBAR RAJAH

Rajah 1.1: Peta kelajuan angin	3
Rajah 2.1: Darrieus turbin	12
Rajah 2.2: Konsep turbin seret	13
Rajah 2.3: Komponen turbin angin paksi mendatar	14
Rajah 2.4: Turbin Hadap Angin	15
Rajah 2.5: Turbin Mengikut Angin	16
Rajah 2.6: Bentuk Aerofoil	18
Rajah 2.7: Perbezaan Daya Normal	18
Rajah 2.8: Perbezaan Daya Tangen	19
Rajah 2.9: Perbezaan Daya Seret	19
Rajah 2.10: Nilai Pekali Kuasa Dan Nisbah Laju hujung Pada Panjang aerofoil 85.6mm	20
Rajah 2.11: Nilai Pekali Kuasa Dan Nisbah Laju hujung Pada Panjang aerofoil 170mm	21
Rajah 2.12: Pekali Kuasa Dengan Nisbah Laju hujung Pada Bilang Bilah Yang Berbeza	22
Rajah 2.13: Nilai Nisbah Laju Hujung menggunakan Savonius turbin	23
Rajah 2.14: Perbezaan Tekanan Menggunakan 2 Bilah	24
Rajah 2.15: Perbezaan Tekanan Menggunakan 3 Bilah	24
Rajah 2.16: Perbezaan Tekanan Menggunakan 4 Bilah	25
Rajah 2.17: Kuasa Yang Terhasil Daripada Kelajuan Angin Yang Berbeza	27
Rajah 2.18: Pekali Kuasa Pada Kelajuan Angin Yang Berbeza	28
Rajah 3.1: Pandangan Ortografi Model 1	34
Rajah 3.2: Pandangan Ortografi Model 2	35
Rajah 3.3: Pandangan Ortografi Model 3	35
Rajah 3.4: Bentuk Aerofoil NACA 0015	36
Rajah 3.5: Bentuk Aerofoil S1210	36
Rajah 3.6: Domain Turbin Angin	37
Rajah 3.7: Tetapan Jejaring	37
Rajah 3.8: Jejaring Turbin Angin	38
Rajah 3.9: Tetapan Turbin Angin	39
Rajah 3.10: Carta Alir	39
Rajah 4.1: Simulasi turbin angin 4 bilah S1210 pada kelajuan angin 2 m/s	42
Rajah 4.2: Simulasi turbin angin 8 bilah S1210 pada kelajuan angin 2 m/s	44
Rajah 4.3: Simulasi turbin angin 4 bilah NACA0015 pada kelajuan angin 2 m/s	45
Rajah 4.4: Simulasi turbin angin 8 bilah NACA0015 pada kelajuan angin 2 m/s	47
Rajah 4.5: Simulasi turbin angin 4 bilah cawan pada kelajuan angin 2 m/s	48
Rajah 4.6: Simulasi turbin angin 8 bilah cawan pada kelajuan angin 2 m/s	49
Rajah 4.7: Graf perbandingan daya bagi turbin angin 4 bilah	50
Rajah 4.8: Perbandingan daya bagi turbin angin 8 bilah	52
Rajah 4.9: Graf perbandingan tekanan bagi turbin angin 4 bilah	53
Rajah 4.10: Graf perbandingan tekanan bagi turbin angin 8 bilah	55
Rajah 4.11: Graf perbandingan kilas turbin angin 4 bilah	57
Rajah 4.12: Graf perbandingan kilas turbin angin 8 bilah	59

Rajah 4. 13:Perbandingan kelajuan turbin angin 4 bilah	60
Rajah 4. 14: Graf perbandingan kelajuan turbin angin 8 bilah	62
Rajah 4. 15: Graf kuasa angin bagi 4 bilah NACA0015	63
Rajah 4.16: Graf kuasa angin bagi 4 bilah S1210	64
Rajah 4.17: Graf kuasa angin bagi 4 bilah cawan	65
Rajah 4.18: Graf kuasa angin bagi 8 bilah NACA0015	66
Rajah 4.19: Graf kuasa angin bagi 8 bilah S1210	67
Rajah 4.20: Graf kuasa angin bagi 8 bilah cawan	68

## SENARAI JADUAL

Jadual 1.1: Fasa kelajuan angin	4
Jadual 1.2: Carta Gantt	8
Jadual 2.1: Jenis Turbin Mempengaruhi Pekali Kuasa	17
Jadual 2.2: Geometri Turbin angin	20
Jadual 2.3: Nilai Maksimum Bagi Nisbah Laju Hujung Dan Pekali Kuasa Pada Bilangan Bilah Yang Berbeza	22
Jadual 2.4: Nilai Kilas Bagi Bilangan Bilah Yang Berbeza	23
Jadual 2.5: Nilai Perbezaan Tekanan	25
Jadual 2.6: Hubungkait Nombor Reynold Dengan Pekali Angkat	26
Jadual 2.7: Jumlah Bilangan Jejaring Mengikut Model	29
Jadual 3.1: Carta alir kajian	31
Jadual 3.2: Pembolehubah yang malar bagi geometri turbin angin	33
Jadual 3.3: Pembolehubah Yang Dimanipulasi Bagi Geometri Turbin Angin	33
Jadual 3.4: Pengumpulan Data	39
Jadual 4.1: hasil kajian teori	41
Jadual 4.2: Perbandingan daya bagi turbin angin 4 bilah	50
Jadual 4.3: Perbandingan daya bagi turbin angin 8 bilah	51
Jadual 4.4: Perbandingan tekanan bagi turbin angin 4 bilah	53
Jadual 4.5: Perbandingan tekanan bagi turbin angin 8 bilah	54
Jadual 4.6: Perbandingan kilas turbin angin 4 bilah	56
Jadual 4.7: Perbandingan kilas turbin angin 8 bilah	58
Jadual 4.8: Perbandingan kelajuan turbin angin 4 bilah	60
Jadual 4.9: Perbandingan kelajuan turbin angin 8 bilah	61
Jadual 4.10: Nilai kuasa angin bagi 4 bilah NACA0015	63
Jadual 4.11: Kuasa angin bagi 4 bilah S1210	64
Jadual 4.12: Kuasa angin bagi 4 bilah cawan	65
Jadual 4.13: Kuasa angin bagi 8 bilah NACA0015	66
Jadual 4.14: Kuasa angin bagi 8 bilah S1210	66
Jadual 4.15: Kuasa angin bagi 8 bilah cawan	67

## SENARAI SIMBOL

S	luas sapu
D	Diameter pemutar
$P_{\text{Angin}}$	kuasa angin
$\rho$	ketumpatan
v	kelajuan angin
$P_M$	kuasa mekanikal
N	kelajuan putaran
r	jejari pemutar
F	daya tangen
$C_p$	pekali kuasa
c	panjang aerofoil
$F_l$	daya angkat
$F_d$	daya seret
$\lambda$	nisbah kelajuan hujung
$V_{\text{turbin}}$	kelajuan turbin
$V_{\text{angin}}$	kelajuan angin
$u_m$	kelajuan model
$u_p$	kelajuan prototaip
$d_m$	diameter model
$d_p$	diameter prototaip
m/s	meter per saat

Pa	paskal
N.m	Newton meter
N	Newton



# BAB 1

## PENGENALAN

### 1.1 Latar Belakang

Kuasa angin merupakan kuasa yang dihasilkan daripada angin yang berada di persekitaran yang menukar kepada kuasa mekanikal lalu menukar menjadi kuasa elektrik (EIS 2015). Pada mulanya, manusia menggunakan kuasa angin dengan menggunakan kincir angin bagi tujuan pertanian, pam air dan sebagainya (energy world.com 2015). Turbin angin terdahulu banyak digunakan di Denmark, Belanda, dan negara-negara Eropah dan lebih dikenali dengan panggilan Windmill. Turbin angin merupakan satu inovasi daripada kincir angin yang digunakan oleh orang terdahulu. Turbin angin merupakan sejenis alat yang menukarkan tenaga kinetik daripada tenaga angin dan akhir sekali menjadi tenaga elektrik (Canadiangeographic, 2015).

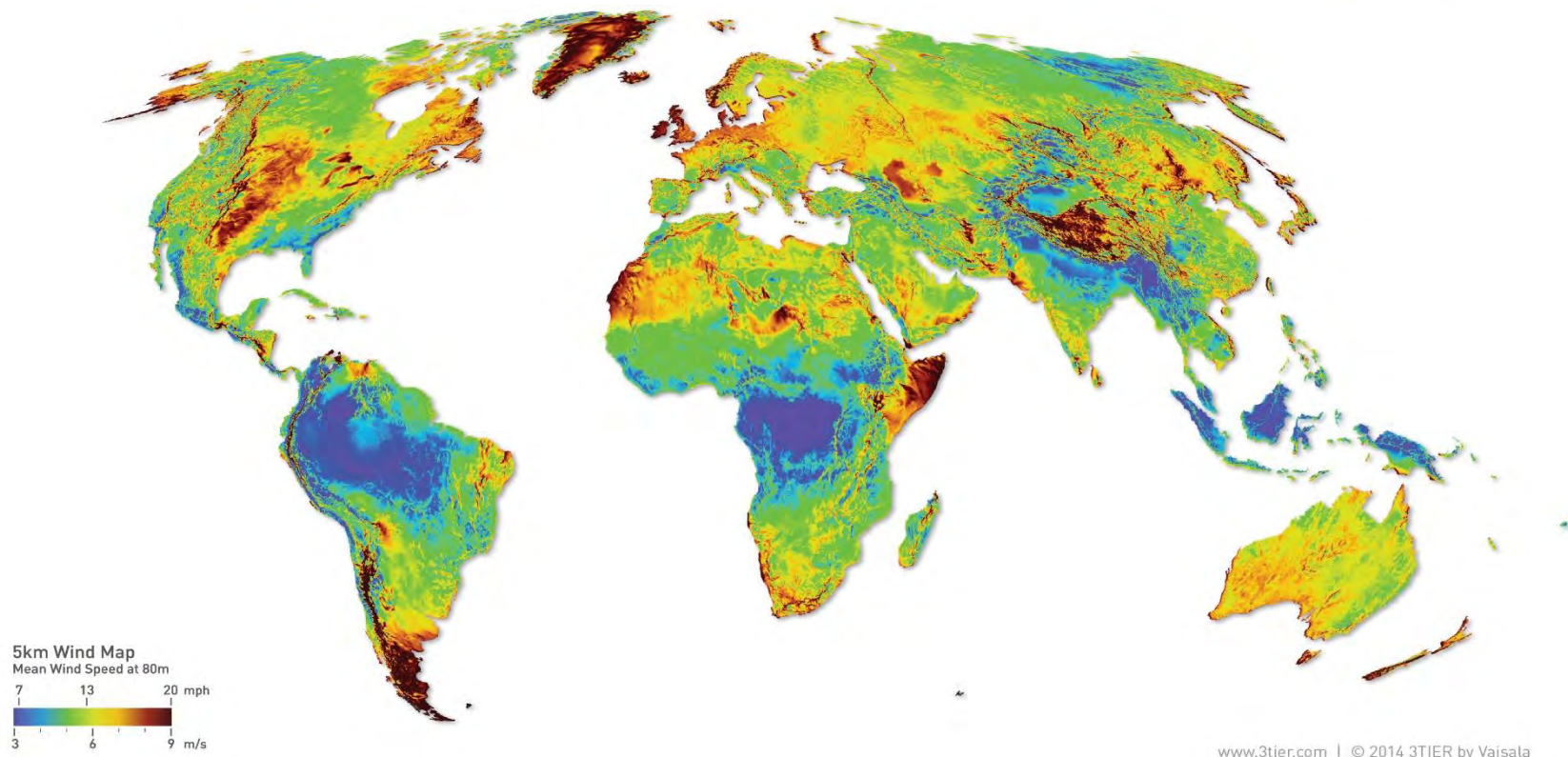
Angin bergerak dari satu kawasan ke satu kawasan berdasarkan aras tekanan dan mengikut prinsip alam tekanan tinggi akan bergerak ke tekanan rendah (National Geographic, 2015). Kelajuan angin dipengaruhi oleh tekanan angin. Kawasan yang mempunyai tekanan angin rendah mempunyai kelajuan angin yang rendah dan kawasan yang mempunyai tekanan angin tinggi mempunyai kelajuan angin tinggi (Belhamadia, 2014). Angin wujud disebabkan kehadiran matahari yang memanaskan permukaan bumi secara tidak langsung meningkatkan tekanan pada muka bumi (National Geographic, 2015).

Malaysia terletak di linkaran tekanan angin rendah. Oleh itu, kelajuan angin di Malaysia secara umumnya adalah rendah (Belhamadia, 2014). Rajah 1.1 menunjukkan peta kelajuan angin. Purata kelajuan angin tahunan di Malaysia adalah tidak melebihi 2 m/s bersamaan 7.2 km/j dan kelajuan angin maksimum di Malaysia adalah 29 km/j. Angin di

Malaysia tidak bertuip dalam keadaan yang seragam dan kelajuan angin bergantung pada kawasan dan bulan.

Di Malaysia terdapat dua musim utama iaitu monsun barat daya dan monsun timur laut. Monsun barat daya biasanya berlaku di antara bulan Mei hingga bulan Jun dan kelajuan angin pada masa tersebut adalah bawah 7 m/s. Monsun timur laut biasanya berlaku di antara bulan November hingga bulan Mac dan kelajuan angin adalah 15 m/s (Christopher Teh, 2013). Dua monsun tersebut berlaku pada Semenanjung Malaysia. Bagi Sabah dan Sarawak pulak kelajuan angin pada bulan April hingga bulan September adalah 10 m/s.

# Global Mean Wind Speed at 80m



Rajah 1.1: Peta kelajuan angin

Berdasarkan kelajuan angin di Malaysia, Malaysia dikategorikan dalam keadaan angin yang berkelajuan rendah dan dapat dirujuk pada Radual 1.2.

Jadual 1.1: Fasa kelajuan angin

<b>Daya</b>	<b>kelajuan km/J</b>	<b>Nama</b>
0	< 2	Tenang
1	1 hingga 5	Udara ringan
2	6 hingga 11	Bayu lembut
3	12 hingga 19	Angin sepoi
4	20 hingga 29	Angin sederhana
5	30 hingga 39	Bayu segar
6	40 hingga 50	Bayu kencang
7	51 hingga 61	Angin kencang lemah
8	62 hingga 74	Angin kencang
9	76 hingga 87	Angin kencang kuat
10	88 hingga 102	Rebut
11	103 hingga 118	Ribut liar
12	119+	taufan

Berdasarkan pada Rajah 1.2, kelajuan angin di Malaysia pada fasa 2 dan keadaan angin hanya merasa angin pada muka. Ini menunjukkan kelajuan angin di Malaysia adalah sangat lemah.

## **1.2 Kenyataan Masalah**

Pemanasan global merupakan isu utama dalam kehidupan harian. Pemanasan global terjadi daripada terkumpulnya gas karbon dioksida di ruangan udara dan menipiskan lapisan ozon dan gas karbon dioksida dilepaskan daripada bahan bakar fosil. Bagi menghasilkan tenaga bahan bakar fosil ini boleh digantikan dengan tenaga yang boleh diperbaharui seperti hidro, solar dan juga angin.

Angin merupakan salah satu tenaga yang boleh diperbaharui dan tenaga angin juga tidak mencemarkan alam sekitar malah tidak mengeluarkan gas karbon dioksida ke ruangan udara (National Geographic, 2015). Tenaga angin ini juga dapat menjamin kesihatan kepada penduduk bumi dengan kurangnya gas karbon dioksida di ruangan udara dan penyakit yang dapat dicegas seperti serangan jantung, kanser, kerosakan saraf dan masalah pernafasan (renewable energy, 2015).

## **1.3 Hipotesis**

Hipotesis bagi projek ini adalah:

1. Semakin banyak bilah yang digunakan semakin meningkat prestasi turbin angin paksi menegak.
2. Aerofoil yang sesuai dengan keadaan angin di Malaysia akan meningkatkan prestasi turbin angin paksi menegak.

#### **1.4 Soalan Penyelidikan**

1. Apakah jenis turbin angin yang sesuai digunakan di Malaysia?
2. Apakah jenis bilah yang sesuai digunakan pada kelajuan angin rendah yang mana julat kelajuan angin bawah daripada 5 m/s?
3. Berapakah jumlah bilah yang sesuai digunakan bagi memperolehi kecekapan turbin angin yang maksimum?

#### **1.5 Objektif**

Tujuan utama ini dijalankan adalah:

1. Mengkaji hubungkait bilangan bilah dengan prestasi turbin angin paksi menegak.
2. Untuk mengkaji jenis aerofoil yang sesuai digunakan.

#### **1.6 Skop Projek**

Skop bagi projek ini adalah:

1. Kajian dibuat hanya pada turbin angin paksi menegak samaada Darrieus atau Savonius.
2. Kajian dibuat pada kelajuan angin yang rendah bawah daripada 5m/s.
3. Menggunakan jenis bilah yang berbeza.
4. Menggunakan bilangan bilah yang berbeza.

## **1.7 Kelebihan dan Kekurangan Turbin Angin Paksi Menegak Pada Kelajuan Angin Rendah**

Kelemahan turbin angin paksi menegak adalah mempunyai kecekapan yang kurang berbanding turbin angin paksi mendatar disebabkan daya seret terhadap bilah apabila turbin mula berpusing. Ini dapat menurunkan prestasi turbin angin dan bilah turbin angin ini akan cepat haus jadi sudut padang perlu diambil kira bagi mengurangkan masalah ini. Nisbah daya angkat untuk perlu diambil kira dengan ini daya seret dapat dikurangkan dan masalah bilah haus akan dapat diselesaikan. Turbin angin paksi menegak ini juga mempunyai masalah untuk memulakan pusingan kerana turbin ini memerlukan tenaga angin yang kuat untuk menolak turbin ini supaya berpusing. Pemilihan bahan juga memainkan peranan supaya daya yang kecil cukup untuk menggerakkan turbin angin paksi menegak.

Selain daripada itu, konfigurasi turbin angin juga faktor peningkatan atau penurunan kuasa yang dihasilkan. Berdasarkan konfigurasi turbin angin dapat menentukan banyakk mana tenaga angin yang dapat ditukarkan kepada tenaga elektrik. Konfigurasi adalah proses merekabentuk yang merangkumi susunan, dan bilangan bilah.

### 1.8 Carta Gantt

No	Aktiviti	2015				2016				
		September	Oktober	November	Disember	Januari	Febuari	Mac	April	Mei
1	Kajian dan penyelidikan									
2	Pembentukan turbin angin									
3	Simulasi turbin angin									
5	Membuat laporan									

Jadual 1.2: Carta Gantt