

**LAPORAN TAHUNAN  
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**PENGEMBANGAN PROTOTIPE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL  
BILAH HIBRID KECEPATAN ANGIN RENDAH SKALA RUMAH  
TANGGA BERBASIS KINERJA MODEL di TEROWONGAN ANGIN**

**Tahun ke-1 dari rencana 3 tahun**

**INDRA HERLAMBA SIREGAR, S.T., M.T  
ARIS ANSORI, S.Pd., M.T**

**NIDN : 0007097103  
NIDN : 0030037800**

**UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
DESEMBER 2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul** : PENGEMBANGAN PROTOTIPE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL BILAH HIBRID KECEPATAN ANGIN RENDAH SKALA RUMAH TANGGA BERBASIS KINERJA MODEL di TEROWONGAN ANGIN

**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : INDRA HERLAMBA SIREGAR S.T., M.T.  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya  
NIDN : 0007097103  
Jabatan Fungsional : Lektor  
Program Studi : Teknik Mesin  
Nomor HP : 0813330561826  
Alamat surel (e-mail) : indra\_adsite2006@yahoo.com

**Anggota (1)**

Nama Lengkap : ARIS ANSORI S.Pd., M.T.  
NIDN : 0030037800  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya  
Institusi Mitra (jika ada) : -  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -  
Penanggung Jawab : -  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp 69.500.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp 220.660.000,00

 Mengetahui,  
Dekan  
  
(Prof. Dr. Ekohariadi, M.Pd.)  
NIP/NIK 196004041987011001

Surabaya, 4 - 12 - 2015  
Ketua,



(INDRA HERLAMBA SIREGAR S.T., M.T.)  
NIP/NIK 197109072005011002

 Menyetujui,  
Kepala LPPM  
  
(Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, M.T.)  
NIP/NIK 195312151980021002

## RINGKASAN

Pertambahan jumlah penduduk dan pendapatan perkapita Indonesia berkorelasi terhadap peningkatan konsumsi energi per kapita, dimana suplai energi nasional pada saat ini didominasi oleh energi fosil. Energi fosil merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga semakin banyak konsumsinya menyebabkan cadangan sumber energi fosil yang di miliki oleh bangsa Indonesia semakin menipis pula, selain itu pemanfaatan energi fosil sebagai sebagai sumber energi yang dominan berdampak terhadap keuangan negara dan kualitas lingkungan hidup. Untuk mengatasi itu pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah No.5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dimana di targetkan pada tahun 2025 terinstalasikan turbin angin dengan kapasitas 250 MW dari kapasitas terpasang sekarang sebesar 1,4 MW. Oleh karena itu masih terbuka ruang untuk mengembangkan teknologi yang memanfaatkan energi angin yaitu turbin angin.

Oleh karena letak geografis Indonesia sebagai negara tropis menyebabkan karakteristik angin sering berubah-ubah dimana kondisi ini menyebabkan kesinambungan produksi energi dari turbin angin sumbu horizontal terganggu karena rotor turbin harus selalu berhadapan dengan datangnya arah angin. Selain itu kecepatan angin Indonesia yang berkisar 3-5 m/s kurang efisien untuk tipe turbin angin sumbu horizontal. Untuk itu sangatlah urgen untuk mengembangkan teknologi turbin angin yang mampu bekerja sesuai dengan karakteristik dan kecepatan angin di Indonesia.

Penelitian tahun pertama ini pengusul mendesain dan membuat model turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hybrid yaitu kombinasi bilah kurva S dan Modified NACA 0018 dengan susunan dua tingkat yang di uji dalam terowongan angin. Hasil penelitian memaparkan bahwa penambahan wind deflector mampu meningkatkan kinerja model turbin angin untuk kombinasi bilah kurva S dengan panjang 80 % dari panjang pemegang bilah Modified NACA 0018 dari nilai koefisien kinerjanya ( $C_p$ ) tertinggi dengan model tanpa wind deflector sebesar 4 % menjadi 8 % untuk model dengan wind deflector. Sedangkan untuk model turbin angin dengan kombinasi bilah kurva S dengan panjang 60 % dari panjang pemegang bilah Modified NACA 0018 penambahan wind deflector tidak berdampak yang signifikan terhadap peningkatan kinerja model turbin angin.

Kata Kunci : *Bilah hybrid*, *Bilah kurva S*, *Modified NACA 0018*.

## PRAKATA

Syukur Alhamdulillah akhirnya laporan kemajuan penelitian hibah bersaing ini dapat diselesaikan, sesuai dengan rentang waktu yang diberikan oleh Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.

Pada kesempatan ini ijin kami sebagai peneliti untuk menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kepala LPPM Universitas Negeri Surabaya yang mendukung dan memberikan dana sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana.
2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya yang memberikan ijin untuk melaksanakan kegiatan penelitian ini.
3. Semua pihak yang membantu yang tidak dapat kami sebutkan disini satu per satu.

Akhirnya kami menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan kemajuan penelitian hibah bersaing ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan masukan dan kritikan yang membangun agar laporan ini semakin baik.

Surabaya, 16 Oktober 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Urgensi Penelitian.....	4
1.3 Temuan Yang Ditergetkan .....	6
1.4 Luaran Penelitian .....	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 State of the art Penelitian .....	7
2.2 Parameter Kinerja Turbin Angin .....	11
2.3. Roadmap Penelitian .....	12
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....	15
3.1 Tujuan .....	15
3.2 Manfaat .....	15
BAB IV. METODE PENELITIAN.....	16
4.1 Bagan Alir Penelitian .....	16
4.2 Metodologi Penelitian .....	18

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	21
5.1 Model Turbin Angin Bilah Hibrid Dua Tingkat	
Tanpa Wind Deflector .....	21
5.1.1 Variasi Sudut Pitch pada beban tetap 500 gr .....	21
5.1.1.1 Daya yang dihasilkan Turbin Angin Model .....	24
5.1.1.2 Koefisien Kinerja yg dihasilkan Turbin Angin .....	25
5.1.1.3 Pembahasan .....	26
5.1.2 Variasi Beban Pada Sudut Pitch yang Optimum 500 gr .....	27
5.1.2.1 Daya yang dihasilkan Turbin Angin Model .....	28
5.1.2.2 Koefisien Kinerja yg dihasilkan Turbin Angin .....	29
5.1.2.3 Pembahasan .....	30
5.2 Model Turbin Angin Bilah Hibrid Dua Tingkat dengan	
Wind Deflector .....	33
5.2.1 Variasi Sudut Pitch pada beban tetap 500 gr .....	33
5.2.1.1 Daya yang dihasilkan Turbin Angin Model .....	36
5.2.1.2 Koefisien Kinerja yg dihasilkan Turbin Angin .....	37
5.2.1.3 Pembahasan .....	38
5.2.2 Variasi Beban Pada Sudut Pitch yang Optimum 500 gr .....	38
5.2.2.1 Daya yang dihasilkan Turbin Angin Model .....	39
5.2.2.2 Koefisien Kinerja yg dihasilkan Turbin Angin .....	40
5.2.2.3 Pembahasan .....	41
BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA .....	45
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN .....	46
DAFTAR PUSTAKA.....	47
LAMPIRAN-LAMPIRAN .....	49

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Peta jalan penelitian pengembangan turbin angin sumbu vertical Skala rumah tangga 2012-2020 .....	14
Tabel 2. Rencana format pengumpulan data .....	20
Tabel 3. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 60% .....	22
Tabel 4. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 80% .....	23
Tabel 5. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 60% dengan Wind Deflector .....	34
Tabel 6. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 80% dengan Wind Deflector .....	35
Tabel 7. Persentase kenaikan Daya model turbin dengan wind Deflector dibandingkan dengan tanpa wind Deflector .....	38

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Suplai Energi Utama Indonesia tahun 2010 .....	2
Gambar 2. Peta Kecepatan angin di indonesia .....	3
Gambar 3. Kontruksi turbin angin Sumbu horizontal di Nusa Penida .....	3
Gambar 4. Prinsip kerja Turbin angin Sovanius .....	7
Gambar 5. Prinsip kerja Turbin angin Darrieus tipe-H .....	8
Gambar 6. Bagan alir penelitian tahun pertama .....	17
Gambar 7. Diagram fishbone hubungan variabel bebas dgn variabel respon ..	18
Gambar 8. Rangkaian Instrumen Penelitian .....	19
Gambar 9. Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector .....	21
Gambar 10. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr .....	24
Gambar 11. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr .....	24
Gambar 12. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr .....	25
Gambar 13. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr .....	25
Gambar 14 Tampak atas konfigurasi turbin angin bilah hybrid .....	26
Gambar 15. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $10^0$	28
Gambar 16. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat tanpa Wind deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch $15^0$	28
Gambar 17. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $10^0$	29
Gambar 18. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch $15^0$	29
Gambar 19. Skema gaya drag yang bekeja pada bilah kurva .....	30

Gambar 20. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $10^0$ Tanpa Wind Deflector .....	31
Gambar 21. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $10^0$ Tanpa Wind Deflector .....	31
Gambar 22. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch $15^0$ Tanpa Wind Deflector .....	32
Gambar 23. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah S 80% pada sudut pitch $15^0$ Tanpa Wind Deflector .....	32
Gambar 24. Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector .....	33
Gambar 25. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr .....	36
Gambar 26. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr .....	36
Gambar 27. $C_p$ Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr .....	37
Gambar 28. $C_p$ Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr .....	37
Gambar 29. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $5^0$ ...	39
Gambar 30. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch $15^0$ ...	39
Gambar 31. $C_p$ Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $5^0$ ....	40
Gambar 32. $C_p$ Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch $15^0$ ...	40
Gambar 33. Gaya aerodinamik yang bekerja pada bilah Modif NACA 0018 ....	41
Gambar 34. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch $5^0$ dengan Wind Deflector .....	42

- Gambar 35. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $5^0$  dengan Wind Deflector ..... 42
- Gambar 36. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$  dengan Wind Deflector ..... 43
- Gambar 37. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$  dengan Wind Deflector ..... 43

# **BAB I.**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

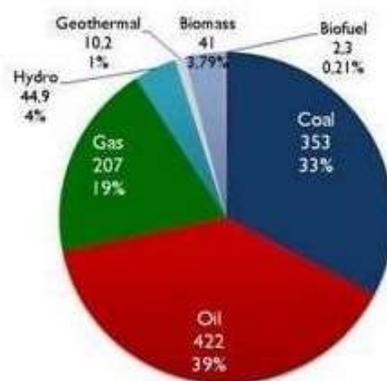
Energi merupakan kebutuhan manusia dimana akhir-akhir ini konsumsinya semakin meningkat seiring banyaknya temuan-temuan yang membuat hidup manusia lebih nyaman baik dibidang industri, transportasi, penerangan dan peralatan-peralatan rumah tangga.

Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut untuk saat ini disuplai oleh energi fosil baik berupa padatan, cair maupun gas. Namun ketika energi yang dikandung oleh energi fosil tersebut dimanfaatkan oleh manusia untuk menyokong aktifitasnya memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena dalam proses konversinya energi fosil melepas emisi ke atmosfer berupa gas CO<sub>2</sub>, hal menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang merupakan salah satu faktor dominan terjadinya pemanasan global (Armely dkk., 2004).

Selain itu energi fosil merupakan energi yang terklasifikasi sebagai energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga pemakaian energi fosil menyebabkan cadangan energi yang dimiliki juga berkurang secara permanen sehingga pada akhir-akhir ini harga dari energi fosil melonjak tajam dikarenakan jumlah cadangan diseluruh dunia menipis namun tingkat konsumsi masyarakat dunia meningkat sehingga berlaku hukum pasar.

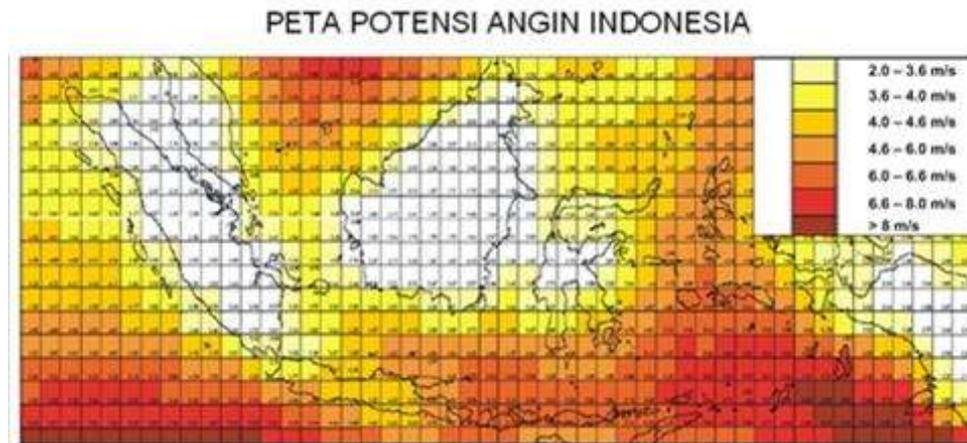
Suplai energi Indonesia pada tahun 2010 masih di dominasi oleh energi yang berasal dari energi fosil lihat gambar 1. Untuk mengatasi ketersediaan energi indonesia melalui PP No.5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional dimana di targetkan pada tahun 2025 minyak bumi menjadi kurang dari 20% , gas bumi menjadi lebih dari 30% , batubara menjadi lebih dari 33% , biofuel menjadi lebih dari 5%, panas bumi menjadi lebih dari 5% , energi baru dan terbarukan lainnya, khususnya biomasa, nuklir, tenaga air skala kecil, tenaga surya, dan tenaga angin menjadi lebih dari 5% dan bahan bakar lain yang berasal dari pencairan batubara menjadi lebih dari 2% (Pusdatin ESDM, 2011).

Angin merupakan sumber energi penting sejak waktu lama di beberapa negara. Cina telah memanfaatkan energi angin untuk pemompaan lebih dari seribu tahun lalu. Di Eropa barat, kincir angin mekanik untuk pemompaan atau penggilingan telah digunakan sejak abad ke-13 dan di Amerika untuk pemompaan pada peternakan sejak awal abad ke-18. Sementara itu, turbin angin listrik telah diaplikasikan oleh para petani di Amerika sejak tahun 1930. Diseminasi pemanfaatan teknologi energi angin klasik tersebut berlangsung hingga pertengahan abad ke-19, namun menghilang bersamaan dengan meluasnya aplikasi pembangkitan listrik berbahan bakar fosil. Aplikasi teknologi energi angin sebagai alternatif meluas kembali ketika harga bahan bakar minyak melonjak dan dampak yang ditimbulkan dari pemakaian energi fosil sebagai sumber energi.



Gambar 1. Suplai Energi Utama Indonesia tahun 2010 (Pusdatin ESDM)

Indonesia yang memiliki pantai sepanjang 80.791,42 km merupakan wilayah potensial untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan kecepatan angin rata-rata dipesisir pantai Indonesia secara umum antara 3 m/detik hingga 5 m/detik lihat gambar 2. Kemudian dari data cetak biru (*blue print*) Energi Nasional departemen ESDM, total potensi energi angin diperkirakan mencapai 9 GW. Angka ini merupakan suatu potensi besar jika dapat dimanfaatkan untuk menuai energi angin demi terciptanya ketahanan energi nasional dalam beberapa waktu ke depan (Yudha Partomo, 2012).



Gambar 2. Peta Kecepatan angin di indonesia

Pada tahun 2010, kapasitas terpasang dalam sistem konversi energi angin di seluruh Indonesia mencapai 1,4 MW (WWEA, 2011) yang tersebar di Pulau Selayar (Sulawesi Utara), Nusa Penida (Bali), Yogyakarta, dan Bangka Belitung.

Teknologi turbin angin yang digunakan saat ini dikembangkan adalah jenis turbin angin sumbu horizontal skala besar sehingga untuk menghasilkan kapasitas yang besar maka diperlukan kecepatan angin yang tinggi oleh karena kecepatan angin rata-rata di Indonesia antara 3-5 m/s maka diperlukan konstruksi yang besar seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3. Kontruksi turbin angin Sumbu horizontal di Nusa Penida

Ada beberapa permasalahan dalam pengembangan turbin angin sumbu horizontal dimana turbin jenis ini memerlukan kecepatan awal turbin angin untuk berputar adalah 3,24 m/s ( Ronit K. Singh, 2013), letak geografis Indonesia sebagai negara tropis menyebabkan karakteristik angin di Indonesia sangat berbeda dengan karakteristik angin di negara-negara maju yang telah memanfaatkan angin sebagai sumber energinya antara lain arah angin yang sering berubah-ubah, dimana kondisi ini menyebabkan kesinambungan produksi energi dari turbin angin sumbu horizontal terganggu karena rotor turbin harus selalu berhadapan dengan datangnya arah angin (anonim, 2013), hal ini tidak dijumpai pada turbin angin sumbu vertikal dimana turbin jenis ini Bergeraknya tidak tergantung dari arah angin dan dapat bekerja pada kecepatan angin lebih kecil dari 3,24 m/s.

Selain itu konstruksi tower untuk turbin angin sumbu horizontal lebih tinggi sehingga biayanya lebih mahal dibandingkan dengan turbin angin sumbu vertikal, letak generator turbin angin sumbu horizontal diatas sehingga menyulitkan perawatan sedangkan letak generator turbin angin sumbu vertikal di bawah, kemudian tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh perputaran turbin angin sumbu horizontal lebih tinggi daripada turbin angin sumbu vertikal (Muhammad M A, 2012)

Oleh karena itu pengusul tertarik mengembangkan prototipe turbin angin sumbu vertikal untuk pembangkit listrik skala rumah tangga berbasis dua jenis turbin angin sumbu vertikal yang dominan sekarang yaitu turbin angin Darrieus tipe H dan Sovania yang diawali dengan mengkaji karakteristik kinerjanya di terowongan angin.

## **1.2 Urgensi Penelitian**

Laju pertumbuhan penduduk Indonesia rata-rata sebesar 1,49 %, sehingga tercatat dari hasil sensus penduduk 2010 jumlah penduduk Indonesia sebesar 237.641.326 jiwa. Begitupula laju pertumbuhan ekonomi Indonesia tercatat pada posisi 6,5 % (BPS, 2011).

Jumlah penduduk yang besar serta pertumbuhan ekonomi yang tinggi tentunya hal ini berdampak terhadap konsumsi energi Indonesia. Konsumsi energi Indonesia sebesar 0,467 toe per kapita (Pusdatin ESDM, 2011) dengan sebaran final pasokan energi primer yang berasal dari energi fosil berupa batubara, minyak bumi dan gas alam sebesar 76,2 % dari total energi Indonesia pada tahun 2010 (Syahrial, 2011).

Energi fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga pemakaian sumber energi ini mengakibatkan cadangannya berkurang. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada tahun 2011 melaporkan data cadangan energi fosil yang dimiliki oleh bangsa Indonesia adalah minyak mentah sebesar 4,23 Milliar barel, batubara sebesar 126,3 Milliar Ton dan gas sebesar 108,4 TSFC (Syahrial, 2011).

Pemakaian energi fosil memiliki beberapa dampak yang negatif baik ditinjau dari sisi ekonomi maupun lingkungan. Dampak secara ekonomi disebabkan kemampuan produksi energi fosil dalam negeri tidak mampu memenuhi kebutuhan nasional. Impor minyak pada tahun 2010 tercatat sebesar 26 juta kiloliter sedangkan impor LPG 1,62 juta ton (Syahrial, 2011), dimana hal ini berimplikasi terhadap cadangan devisa negara, disamping itu kebijakan untuk mensubsidi energi sungguh menguras anggaran pemerintah dimana pada tahun 2012 subsidi yang diberikan untuk energi sebesar Rp346,4 triliun dengan rincian Rp 211,9 triliun untuk BBM dan realisasi subsidi listrik sebesar Rp 94,6 triliun (anonim, 2013).

Selain itu pemanfaatan energi fosil untuk memenuhi kebutuhan energi nasional ini berdampak negatif terhadap lingkungan, baik skala regional berupa pencemaran udara sampai skala global berupa perubahan iklim yang berdampak terhadap mencairnya es kutub, pergeseran musim, peningkatan permukaan laut sampai kepada pemanasan global (Armely dkk., 2004).

Untuk mengatasi hal tersebut pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menunjukkan agar penggunaan dan pengembangan energi baru dan terbarukan meningkat yang didalamnya adalah energi angin yang ditargetkan pada tahun

2025 terinstalasi turbin angin dengan kapasitas 250 MW dari kapasitas terpasang sekarang sebesar 1,4 MW (Dewan Riset Nasional, 2006).

Rasio elektrifikasi nasional masih 75,3 % sehingga masih ada sekitar 24,7 % rumah tangga yang belum teraliri oleh listrik (DJK Kementerian ESDM, 2012) oleh karena itu dipandang sangat urgen untuk mengembangkan sumber energi listrik yang ramah terhadap lingkungan dan mampu mencukupi kebutuhan energi listrik dalam skala rumah tangga.

### **1.3 Temuan Yang Ditargetkan**

Penelitian yang diajukan oleh pengusul ditargetkan mendapatkan prototipe turbin angin sumbu vertikal yang memiliki kinerja optimum dan mampu berkerja pada kecepatan angin rendah yaitu lebih kecil dari 3 m/s yang merupakan kecepatan rata-rata di Indonesia. Aplikasinya ditargetkan mampu menghasilkan daya listrik yang cukup untuk kebutuhan rumah tangga untuk mendukung kebijakan energi nasional yang bertujuan untuk mewujudkan keamanan pasokan energi dalam negeri dengan sasaran tercapainya elastisitas energi lebih kecil dari 1 dan terwujudnya energi (primer) mix yang optimal pada tahun 2025 dengan kontribusi energi baru dan terbarukan lainnya yang didalamnya termasuk energi angin sebesar 5 % (PP No. 5 Tahun 2006).

### **1.4 Luaran Penelitian**

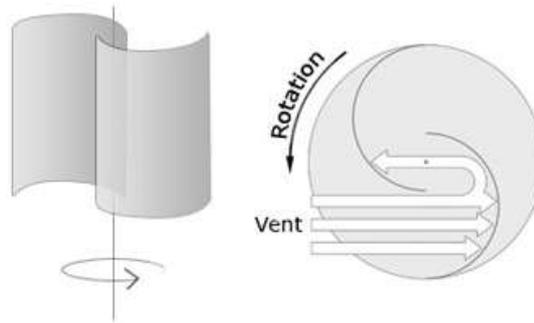
Luaran dari penelitian ini adalah:

1. Database karakteristik kinerja turbin angin sumbu vertikal yang akan penulis kembangkan.
2. Publikasi pada jurnal ilmiah.
3. Seminarsi di forum nasional.

## BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 State of the art Penelitian

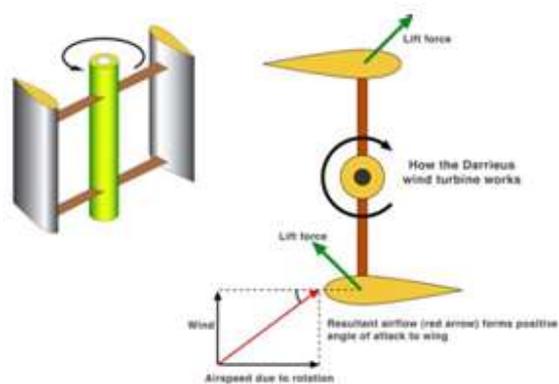
Turbin angin sumbu vertikal secara umum dibagi menjadi 2 jenis yaitu turbin angin tipe drag dan turbin angin tipe lift. Turbin angin tipe drag juga dikenal dengan tipe S yang pertama kali ditemukan oleh [Sigurd Johannes Savonius](#) pada 1922. Turbin angin ini bilahnya terdiri dari dua kurva atau lebih yang membentuk huruf S dengan prinsip kerja angin yang menerpa lengkungan bilah akan menimbulkan gaya drag, dimana gaya inilah yang akan memutar poros dari turbin angin Savonius.



Gambar 4. Prinsip kerja Turbin angin Savonius

Sedangkan turbin angin tipe lift ditemukan oleh ilmuwan Prancis [Georges Jean Marie Darrieus](#) pada tahun 1927, dimana prinsip kerja dari turbin ini adalah bentuk bilahnya yang berupa airfoil yang posisinya membentuk sudut pitch sehingga aliran angin yang menimpa bilah membentuk gaya lift yang menyebabkan turbin berputar (lihat gambar 5).

Pada akhir-akhir ini banyak penelitian yang dilakukan berkenaan karakteristik aerodinamis baik terhadap turbin angin Savonius maupun Darrieus tipe-H serta kombinasi ke-2 jenis turbin, baik dilakukan pada terowongan angin maupun simulasi dengan bantuan software CFD.



Gambar 5. Prinsip kerja Turbin angin Darrieus tipe-H

Pada akhir-akhir banyak penelitian yang dilakukan berkenaan karakteristik aerodinamis baik terhadap turbin angin Sovania maupun Darrieus tipe-H serta kombinasi ke-2 jenis turbin, baik dilakukan pada terowongan angin maupun simulasi dengan bantuan software CFD.

Adapun penelitian-penelitian terhadap turbin angin sumbu vertikal tipe S atau Sovania antara lain dilakukan oleh :

1. Kunio Irabu dkk (2007) meneliti pengaruh saluran pengarah udara berbentuk kotak terhadap karakteristik turbin angin Sovania. Hasil penelitian rasio luasan saluran pengarah 0,43 mampu meningkatkan efisiensi turbin 1,5 kali untuk turbin dengan jumlah bilah 3 dan 1,25 kali untuk turbin dengan jumlah bilah 2 daripada turbin angin Sovania tanpa saluran pengarah.
2. Burçin Deda Altan dkk (2010) melihat pengaruh pemakaian tirai di depan turbina angin Sovania terhadap kinerja baik dengan terowongan angin dan simulasi. Kinerja turbin angin meningkat lebih dari 100 % dari nilai efisiensi turbin tanpa tirai sebesar 15 % menjadi 37% ketika ditambah tirai didepan turbin pada tip speed rasion 0,4.
3. J. Kumbernuss n dkk (2012) meneliti pengaruh perbandingan overlap dan pergeseran sudut pada turbin angin Sovania 1 tingkat dan 2 tingkat dengan jumlah bilah 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa turbin angin Sovania satu tingkat dengan jumlah bilah 3 memiliki efisiensi terbaik

pada kondisi perbandingan overlap 0,16 pada tip speed ratio 0,633 atau kecepatan angin 6 m/s sebesar 18,9 %, sedangkan pada turbin angin Sovania dua tingkat efisiensi terbaik pada pegeseran sudut  $15^{\circ}$  dengan kecepatan angin yang sama dengan turbin angin satu tingkat sebesar 19,9 % sehingga jika dibandingkan dengan turbin angin satu tingkat terjadi peningkatan efisiensi turbin sebesar 5 %.

4. N.H. Mahmoud dkk (2012) meneliti pengaruh jumlah bilah pada turbin angin Sovania dan jumlah tingkat pada berbagai perbandingan overlap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bilah 2 memiliki efisiensi turbin angin yang terbaik sebesar 9 % pada kecepatan angin 10 m/s. Untuk turbin angin 2 tingkat memiliki kinerja yang lebih baik daripada 1 tingkat dimana pada turbin Sovania 2 tingkat memiliki daya spesifik sebesar  $110 \text{ W/m}^2$  dibandingkan dengan 1 tingkat yang hanya memiliki daya spesifik sebesar  $100 \text{ W/m}^2$ . Begitupula kondisi tanpa overlap lebih baik dengan overlap.

Untuk penelitian-penelitian terhadap turbin angin sumbu vertikal tipe H Darrieus antara lain dilakukan oleh :

1. Radu BOGĂȚEANU dkk (2010) melakukan prediksi kinerja aerodinamis dari turbin angin sumbu vertikal Darrieus tipe-H dengan metoda Faktor Gust dan momentum. Salah satu parameter yang dihitung adalah pengaruh jumlah bilah terhadap koefisien kinerja turbin angin ( $C_p$ ), hasil perhitungan memaparkan bahwa semakin banyak jumlah bilah maka kecepatan angin awal yang diperlukan untuk menggerakkan turbin semakin rendah dengan  $C_p$  optimum pada rentang tip speed ratio antara 2 dan 3.
2. M. El-Samanoudy dkk (2010) melakukan penelitian beberapa parameter desain terhadap kinerja turbin angin sumbu vertikal tipe H Darrieus di terowongan angin dengan 3 jenis bilah yaitu NACA 0024, NACA 4420 dan NACA 4520 dengan panjang chord 8, 12 dan 15 cm dan span 70 cm, untuk jumlah bilah yang diujikan 2,3 dan 4. Hasil penelitian memaparkan

bahwa kinerja terbaik diperoleh pada jumlah bilah 4 dengan jenis bilah NACA 0024 pada sudut pitch  $10^0$ .

3. Payam Sabaeifard dkk (2012) melakukan eksperimen dan simulasi dengan CFD untuk menentukan konfigurasi yang optimum pada turbin angin sumbu vertikal tipe H Darrieus dengan jenis bilah yang digunakan adalah NACA 0018. Salah satu aspek yang diteliti adalah jumlah bilah 2,3 dan 4, dimana hasil penelitian memaparkan efisiensi tertinggi diperoleh oleh turbin angin dengan jumlah bilah 3 sebesar 0,33 pada tip speed ratio 3,5. Namun untuk putaran rendah dari tip speed ratio 1 sampai dengan 3 jumlah bilah 4 menghasilkan efisiensi turbin yang terbaik.
4. Indra herlambas (2012) meneliti pengaruh penambahan wind deflector pada turbin angin sumbu vertikal tipe H dengan jumlah bilah 3 profile bilah NACA 0018 pada sudut pitch yang besar. Hasil penelitian memaparkan bahwa dengan penambahan wind deflector meningkatkan efisiensi turbin sebesar 102 % daripada efisiensi turbin angin tanpa wind deflector, kondisi ini terjadi pada sudut pitch yang besar.
5. Indra herlambas, dkk (2013) meneliti Pengaruh perubahan sudut pitch terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Tingkat Dua Dengan Bilah Profile Modified Naca 0018 dengan variable bebas berupa beban, kecepatan angin dan sudut pitch diperoleh hasil kinerja turbin angin sumbu vertikal Darrieus Tipe-H dua tingkat yang maksimum diperoleh pada sudut pitch  $30^0$  dengan kecepatan angin 4,4 m/s dengan daya yang dihasilkan 0,546 Watt dan koefisien kinerja 10,17 %.

Untuk meningkatkan kemampuan start sendiri banyak penelitian yang dilakukan dengan mengkombinasikan turbin angin Darrieus dengan Sovania seperti yang dilakukan beberapa peneliti berikut ini :

1. R. Gupta (2008) meneliti pengaruh kombinasi turbin angin Sovania dan Darrieus dengan jumlah bilah masing-masing tiga dengan susunan turbin angin Darrieus kemudian di atasnya turbin angin Sovania dengan variasi perbandingan overlap pada turbin angin Sovania. Hasil penelitian memaparkan bahwa kenaikan efisiensi yang terbaik terjadi pada kondisi

bilah Turbin angin sovanius tanpa perbandingan overlap sebesar 51 % daripada turbin angin Sovanius tanpa kombinasi pada kondisi yang sama.

2. Fan Feng dkk (2012) meneliti pengaruh kombinasi turbin angin tipe H Darrieus dengan turbin angin Sovanius dimana pada penelitian ini jumlah bilah yang digunakan 4. Hasil penelitian memaparkan bahwa adanya kombinasi ini dapat effisiensi maksimum 15,4 % pada tip speed rasio 2, hasil juga menunjukkan bahwa adanya kombinasi turbin dapat berputar pada kecepatan angin yang rendah.

Dari uraian diatas yang berkaitan hasil-hasil penelitian terdahulu, untuk mengembangkan prototipe turbin angin sumbu vertikal yang mampu beroperasi pada kecepatan rendah, pengusul mencoba dua model turbin angin yang akan dikembangkan dari turbin angin tipe H Darrieus yang dibuat bertingkat dengan variasi jumlah bilah dan kombinasi turbin angin tipe H Darrieus dengan turbin angin Sovanius.

## 2.2 Parameter Kinerja Turbin Angin

Parameter-parameter Kinerja turbin angin sumbu vertikal yang digunakan dalam analisa aerodinamika dan energi antara lain:

1. Daya Turbin, adalah laju energi yang dapat diserap oleh turbin dari angin yang merupakan hasil perhitungan dari variabel yang diukur seperti beban, ketinggian dan waktu. Adapun persamaannya adalah sebagai berikut :

$$P_T = T \cdot \omega \quad (1)$$

dimana:

$P_T$  = daya turbin (watt)

$T$  = Torsi (N.m)

$\omega$  = Kecepatan putar turbin (rpm)

2. Daya Angin, adalah laju potensi energi yang tersedia oleh angin yang besarnya merupakan hasil pengukuran kecepatan angin dan data spesifik dari bilah yang mengikuti persamaan berikut :

$$P_A = 0,5 \rho U_A^3 S \quad (2)$$

dimana:  $\rho$  = Massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

$U_A$  = kecepatan angin (m/det)

$S$  = Span Area ( $\text{m}^2$ )

3. Effisiensi turbin ( $C_p$ ) adalah perbandingan daya yang dapat diserap turbin dengan daya angin yang mengikuti persamaan berikut :

$$C_p = \frac{P_T}{P_A} \quad (3)$$

4. Tip speed Ratio ( $\lambda$ ) adalah perbandingan kecepatan bilah turbin dengan kecepatan angin di formulasikan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{U_A} \quad (4)$$

dimana:

$\omega$  = Kecepatan putar turbin (rpm)

$R$  = Panjang lengan pemegang bilah (m)

### 2.3. Roadmap Penelitian

Secara garis besar penelitian pengembangan turbin angin sumbu vertikal telah dilakukan peneliti sejak tahun 2012 dengan melakukan rancang bangun dalam skala model turbin angin sumbu vertikal berbasis turbin angin Darrieus tipe-H, kemudian dilanjutkan pada tahun 2013 dan 2014 penelitian ini didanai oleh Dikti dalam skim hibah bersaing dimana fokus penelitian ini adalah diperolehnya prototipe turbin angin untuk pembangkit listrik skala rumah tangga berbasis pengujian model di terowongan angin, pada tahap ini pengembangan yang dilakukan peneliti adalah membuat turbin angin Darrieus tipe-H dua tingkat dengan jumlah bilah per tingkat 3, sedangkan yang ada sekarang adalah turbin angin Darrieus tipe-H satu tingkat, kemudian jenis bilahnya juga peneliti kembangkan dengan memodifikasi bilah jenis airfoil NACA 0018. Untuk

penelitian yang akan diajukan merupakan pengembangan model turbin angin Darrieus tipe-H dua tingkat yang diperoleh dari penelitian sebelumnya dengan bilah merupakan kombinasi Modified NACA 0018 dan bilah kurva S pada tahun pertama dan kombinasi Modified NACA 0018 dan bilah C pada tahun kedua, model-model ini diujikan dalam terowongan angin. Pada tahun ke-3 model yang dihasilkan pada tahun pertama dan kedua dibandingkan kinerjanya dengan focus penelitian adalah mendapatkanku kinerja model turbin yang terbaik pada kecepatan angin rendah. Penelitian berikutnya adalah berkenaan dengan control bilah turbin secara mekanis baik aktif maupun pasif. Roadmap penelitian yang mencakup penelitian terdahulu dan rencana kedepan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 . Peta Jalan Penelitian Pengembangan Turbin Angin Sumbu Vertikal Skala Rumah Tangga 2012-2020

	PENELITIAN YANG TELAH DILAKUKAN		PENELITIAN YANG SEDANG BERJALAN	USULAN PENELITIAN			PENELITIAN LANJUTAN		
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>JUDUL</b>	Rancang Bangun dan Uji Kinerja Turbin Angin Vertikal Axis Sebagai Upaya Pemanfaatan Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif	PENGEMBANGAN PROTOTIPE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK SKALA RUMAH TANGGA BERBASIS KINERJA MODEL di TEROWONGAN ANGIN		PENGEMBANGAN PROTOTIPE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL BILAH HIBRID KECEPATAN ANGIN RENDAH SKALA RUMAH TANGGA BERBASIS KINERJA MODEL di TEROWONGAN ANGIN			PENGEMBANGAN PROTOTIPE KONTROL BILAH PADA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL SKALA RUMAH TANGGA BERBASIS KINERJA MODEL di TEROWONGAN ANGIN		
<b>BASIS PENGEMBANGAN VATW</b>	Turbin Angin Darrieus tipe H	Turbin Angin Darrieus tipe H	Turbin Angin Darrieus tipe H	Kombinasi Darrieus H dan Sovanius	Kombinasi Darrieus dan Curve Blade	Kombinasi yang terbaik	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017
<b>JENIS BILAH</b>	Airfoil NACA 0018	1. Airfoil NACA 0018 2. Airfoil Modified NACA 0018	Airfoil Modified NACA 0018	Kombinasi Modified NACA 0018 dengan S Curve	Kombinasi Modified NACA 0018 dengan C Curve	Kombinasi yang terbaik	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017
<b>JUMLAH BILAH</b>	3	4 dan 6	6	6 Modified NACA 0018 dan 1 dan 2 S Curve	6 Modified NACA 0018 dan 8,10 dan 12 C Curve	Kombinasi yang terbaik	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017
<b>JUMLAH TINGKAT</b>	1	2	2	2	2	2	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017	Hasil yang terbaik tahun 2017
<b>KENDALI BILAH</b>	-	-	-	-	-	-	Pasif	Aktif	Kombinasi Aitif dan pasif
<b>VARIABEL PENELITIAN</b>	1.Kecepatan angin 2.Sudut serang 3.Dengan dan tanpa Deflektor	1.Kecepatan angin 2.Sudut serang 3.Dengan dan tanpa Deflektor	1. Kecepatan Angin di lapangan	1.Kecepatan angin 2.Sudut serang 3.Dengan Deflektor	1.Kecepatan angin 2.Sudut serang 3.Dengan Deflektor	1. Kecepatan Angin di lapangan	1.Kec angin 2.Sudut serang 3.Dengan Deflektor	1.Kec angin 2.Sudut serang 3.Dengan Deflektor	1. Kecepatan Angin di lapangan
<b>HASIL</b>	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya Listrik 2 Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio	1. Daya turbin 2. Koef kinerja 3. Tip Speed Rasio
<b>LOKASI</b>	Terowongan Angin	Terowongan Angin	Lapangan	Terowongan Angin	Terowongan Angin	Lapangan	Terowongan Angin	Terowongan Angin	Lapangan
<b>PRODUK</b>	MODEL	MODEL	PROTOTIPE	MODEL	MODEL	PROTOTIPE	MODEL	MODEL	PROTOTIPE

## **BAB III.**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan**

Penelitian yang diusulkan memiliki beberapa tujuan antara lain :

1. Mendapatkan database karakteristik aerodinamis desain model turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hybrid NACA 0018 dan Kurva S di terowong angin.
2. Mendapatkan database kinerja desain model turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hybrid NACA 0018 dan Kurva S di terowong angin berupa Daya turbin, Koefisien of Performance dan tip speed ratio.
3. Mendapatkan model turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hybrid NACA 0018 dan Kurva S yang mampu berkerja pada kecepatan angin yang rendah.

#### **3.2 Manfaat**

Manfaat yang diharapkan pada penelitian yang diusulkan tujuan antara lain :

1. Menambah pengayaan bahan ajar mesin konversi energi yang berkenaan dengan turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hybrid NACA 0018 dan Kurva S.
2. Mendapatkan model turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hybrid NACA 0018 dan Kurva S untuk bahan visualisasi mata kuliah mesin konversi energi.
3. Mendapatkan prototipe turbin angin yang sesuai dengan karakteristik anign di Indonesia.

## **BAB IV.**

### **METODE PENELITIAN**

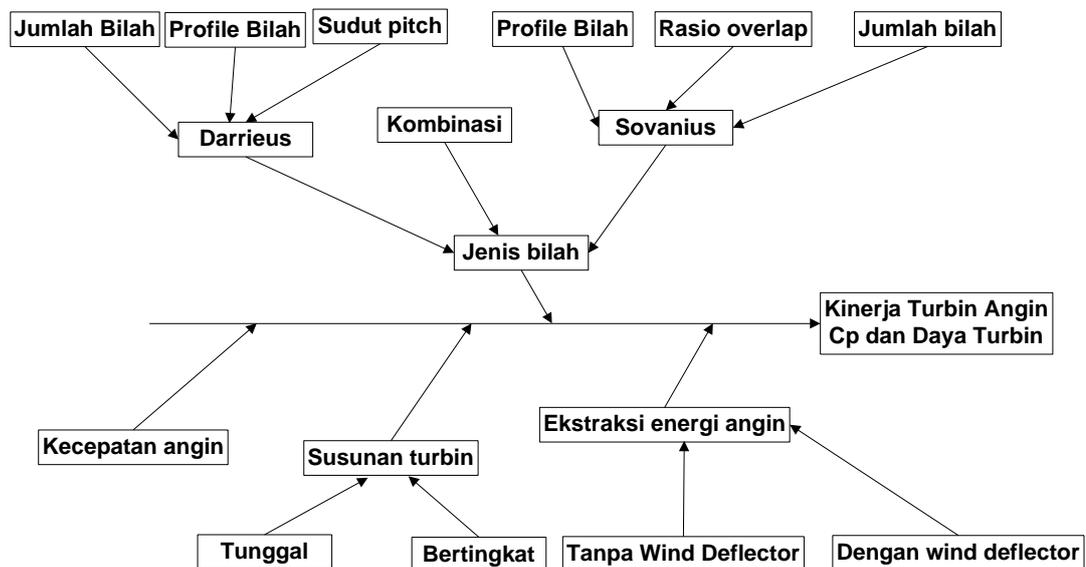
#### **4.1. Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir penelitian adalah suatu bagan yang menggambarkan langkah-langkah dalam pelaksanaan selama penelitian dilakukan. Pada tahun pertama penelitian dilakukan dengan menguji dari rancangan model turbin angin sumbu vertikal dua tingkat dengan bilah merupakan kombinasi Modified NACA 0018 dengan bilah kurva S di terowongan angin dengan berbagai perlakuan untuk mendapatkan data kinerja turbin yang optimum dan sesuai dengan yang ditargetkan. Secara garis besar bagan alir penelitian tahun pertama dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6. Bagan alir penelitian tahun pertama

## 4.2. Metodologi Penelitian

Penelitian yang diajukan pengusul adalah penelitian eksperimental yang bertujuan menganalisis hubungan antara variabel bebas yang diujikan dan variabel respon yang kemudian dianalisa setelah itu hasil analisa disajikan dalam bentuk gambar ataupun paparan dimana hubungan antara variabel bebas yang diujikan dan variabel respon dalam bentuk fish diagram berikut ini.



Gambar 7. Diagram fishbone hubungan variabel bebas dengan variabel respon

Agar tujuan dari penelitian ini tercapai maka perlu diuraikan beberapa hal antara lain:

1. Alokasi waktu direncanakan mulai Maret 2015 sampai dengan Nopember 2015.
2. Lokasi Penelitian dilakukan di Laboratorium mekanika fluida UNESA
3. Variabel respon dari penelitian berupa efisiensi turbin ( $C_p$ ), Daya turbin ( $P_T$ ), Tip speed Ration ( $\lambda$ ).
4. Parameter yang diukur antara lain
  - a. Torsi Poros Turbin angin (N.m)
  - b. Putaran turbin (rpm)
  - c. Kecepatan angin (m/s)

## 5. Peralatan dan Instrumen Penelitian

Peralatan dan instrumen merupakan peralatan uji yang digunakan untuk memperoleh data penelitian. Rangkaian peralatan dan instrumen dapat dilihat pada gambar 8 yang terdiri dari :

- a. Satu set prototype turbin angin sumbu vertikal.
- b. Anemometer.
- c. Tachometer.
- d. Potensiometer.
- e. Temperatur dan humidty meter



Gambar 8. Rangkaian instrumen penelitian

### **Prosedur Penelitian**

1. Hidupkan kipas, set potensiometer sesuai dengan kecepatan angin yang akan diujikan.
2. Ukur Kecepatan Angin.
3. Beri beban pada poros turbin
4. Ukur putaran turbin.

5. Ukur temperature udara.
6. Lakukan langkah 1 sampai 4 tiap 5 menit.
7. Ulangin langkah sampai dengan melakukan perubahan pada kecepatan angin dan beban pada poros.

Tabel 1. Rencana format pengumpulan data

Tanggal : Jumlah bilah:  
 Pukul : Luasan sapuan:  
 Model Turbin : Wind deflector : ( Y / N )  
 Sudut Pitch :

Percobaan Ke.	Kec Angin (m/s)	Beban Poros (N.m)	Putaran turbin (rpm)	Udara	
				Temp( <sup>0</sup> C)	RH (5)
1					
2					
3					

### Teknik Analisis Data

Analisis data dilaksanakan dengan menelaah data hasil rata-rata yang telah dimasukkan ke dalam tabel. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut dengan menggunakan persamaan 1 sampai 4 seperti yang dipaparkan pada bab tinjauan pustaka lalu menyajikannya dalam bentuk tabel dan gambar. Langkah berikutnya adalah menginterpretasikan data tersebut dalam bentuk pembahasan dengan mengacu dari studi pustaka dari poenelitian-penelitian terdahulu. Kemudian menarik kesimpulan dari hasil pembahasan tersebut.

## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector**

##### **5.1.1 Variasi Sudut Pitch pada beban tetap 500 gr**

Hasil pengujian model turbin angin yang merupakan kombinasi bilah (hybrid) profile Modified NACA 0018 dengan bilah kurva S dengan variasi panjang bilah 80% dan 60% dari panjang pemegang bilah Darrieus (gambar 9) tanpa wind deflector dengan variasi sudut pitch dari bilah profile Modified NACA 0018 ditabulasikan pada tabel 2 dan tabel 3.



Gambar 9. Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector

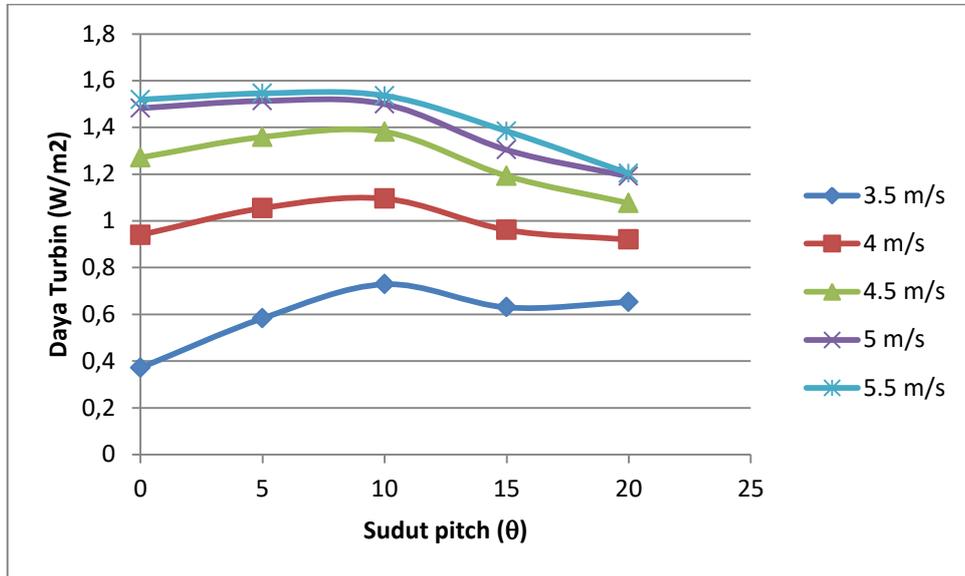
Tabel 2. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 60%  
Tanpa Wind Deflector

No	Kecepatan (m/s)	Beban (gr)					Putaran (rpm)				
		0 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>
1	3,5	250	225	226	227	225	30	52.3	65.1	56	58.8
2		250	225	226	227	225	30	52.6	65.4	56	58.4
3		250	225	226	227	225	30	52	64.7	56	58.4
1	4	225	225	227	227	225	84.3	94.7	97.4	85.5	82.7
2		225	225	227	227	225	84.5	94.6	97	85	82.6
3		225	225	227	227	225	84.1	94.5	97.7	85.9	82.3
1	4,5	225	225	230	227	225	113.9	121.4	121.7	106	96.8
2		225	225	230	227	225	113.9	121.4	120.9	106.5	96.7
3		225	225	230	227	225	114.2	122.9	120.9	105.5	96
1	5	230	227	230	228	228	130.2	134.6	131.6	115.4	105.1
2		230	227	230	228	228	130.3	134.5	131.3	115.4	105.2
3		230	227	230	228	228	129.7	134.5	131.8	115.4	105.7
1	5,5	230	230	230	230	230	133	135.5	134.6	121.9	105.7
2		230	230	230	230	230	133.3	135.9	134.9	121.9	105.6
3		230	230	230	230	230	133.5	135.5	134.7	120.5	105.3

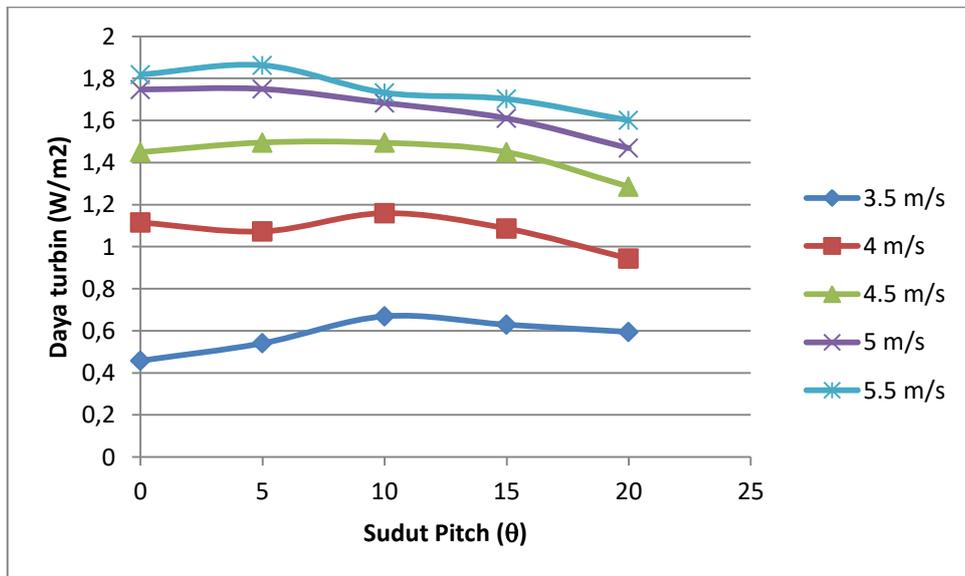
Tabel 3. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 80%  
Tanpa Wind Deflector

No	Kecepatan (m/s)	Beban (gr)					Putaran (rpm)				
		0 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	0 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>
1	3,5	298	295	300	298	300	31	37	45	44	40
2		298	295	300	298	300	31	37	45	40.5	40
3		298	295	300	298	300	31	37	45	43.3	40
1	4	309	307	315	309	305	72.7	70.6	74.2	71.7	62.1
2		309	307	315	309	305	72.7	70.2	74.3	71.4	63.3
3		309	307	315	309	305	73	70.7	74.3	69.7	61.9
1	4,5	315	310	317	315	310	92.9	97.4	95.2	92.9	83.5
2		315	310	317	315	310	92.7	97.4	94.8	92.7	83.7
3		315	310	317	315	310	92.9	97.2	95.3	92.9	83.8
1	5	317	318	320	317	315	111	110.8	106.1	102	94
2		317	318	320	317	315	111.2	110.7	106.3	102.9	94.1
3		317	318	320	317	315	111.5	111.6	106.1	102.6	94.1
1	5,5	320	325	320	320	318	114.7	115.8	109.3	107.1	101.8
2		320	325	320	320	318	114.4	115.9	109.2	107.7	101.9
3		320	325	320	320	318	114.9	115.2	109.2	107.2	101

### 5.1.1.1 Daya yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin

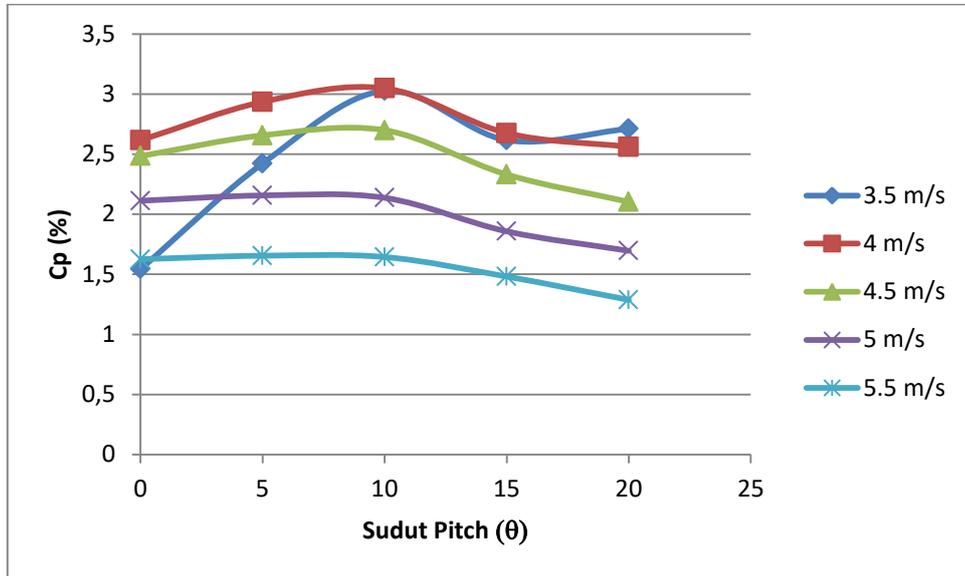


Gambar 10. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr

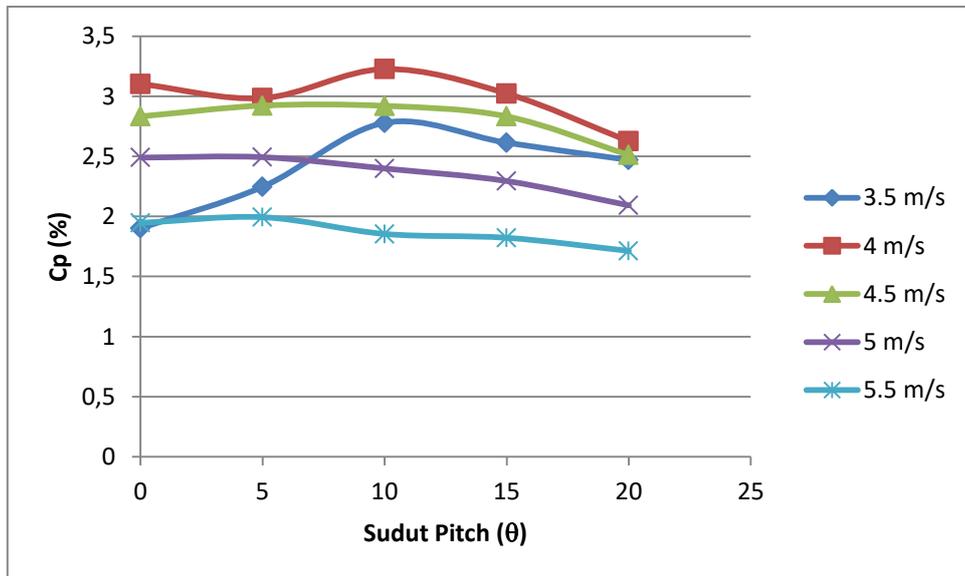


Gambar 11. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr

### 5.1.1.2 Koefisien Kinerja yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin



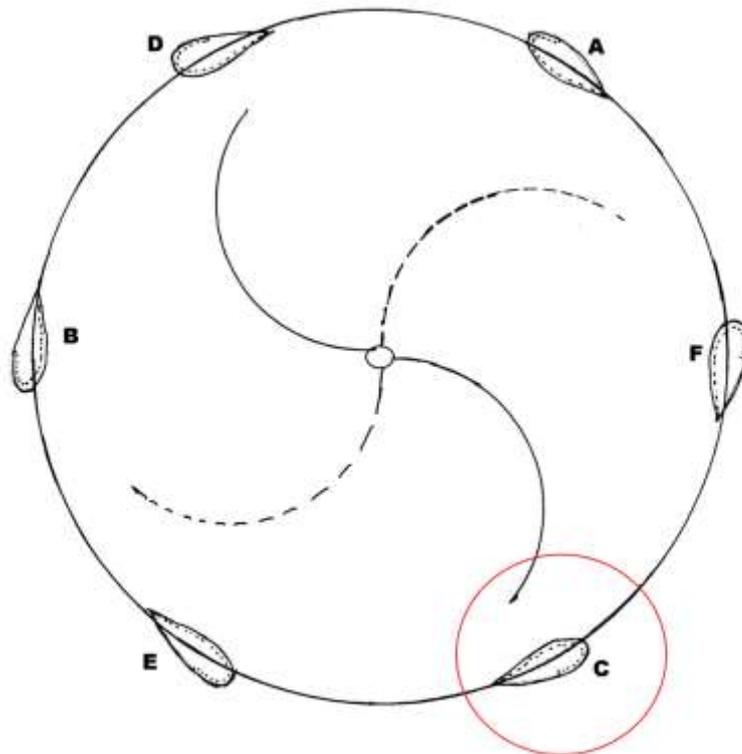
Gambar 12. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr



Gambar 13. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr

### 5.1.1.3 Pembahasan

Dari gambar 10 dan 11 terlihat bahwa daya perluasan sapuan rotor model turbin angin meningkat seiring penambahan sudut pitch hingga  $10^0$ , kemudian turun untuk kecepatan angin rendah. Sedangkan untuk kecepatan angin tinggi penambahan sudut pitch hingga  $10^0$  daya perluasan sapuan rotor model turbin angin yang dihasilkan cenderung konstan setelah itu turun.



Gambar 14 Tampak atas konfigurasi turbin angin bilah hibrid

Hal ini diduga pada kecepatan angin yang kecil angin menyebabkan aliran yang melintasi daerah tip bilah kurva S dan bilah Modified NACA 0018 (lihat gambar 14) mengalami percepatan sehingga terjadi peningkatan kecepatan pada ujung bilah Modified NACA 0018 yang menyebabkan putaran turbin meningkat. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan daya yang dihasilkan turbin. Namun seiring bertambahnya sudut pitch ke arah toe in (Tullis, 2009) maka daya yang dihasilkan model turbin menurun, hal ini

diduga semakin besar sudut pitch arah toe-in menyebabkan jarak antara ujung dari bilah kurva s dan bilah Modified NACA 0018 (lihat gambar 14) semakin sempit sehingga aliran akan mengalami hambatan sehingga banyak massa udara mengalir disisi luar bilah Modified NACA 0018, hal ini juga menyebabkan kecepatan pada ujung bilah Modified NACA 0018 mengalami penurunan.

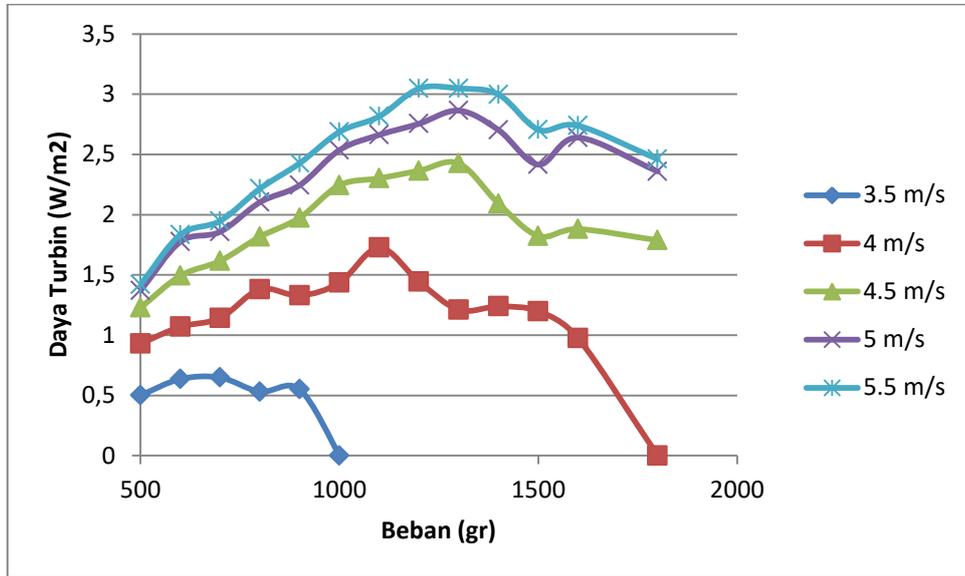
Pengaruh panjang kurva S menambah kemampuan model turbin angin untuk untuk mengekstraksi energi angin dikarenakan luasan dari model bertambah menyebabkan gaya drag yang tercipta juga bertambah, hal inilah diduga sebagai factor yang menyebabkan daya perluasan sapuan rotor dari model dengan panjang kurva S yang lebih panjang lebih baik.

Koefisien kinerja dari model turbin (lihat gambar 12 dan 13 ) juga mengalami fenomena yang sama dengan daya dengan hasil terbaik pada sudut  $10^0$  pada kecepatan angin 4 m/s. Hal ini dikarenakan seiring kenaikan kecepatan angin maka massa udara yang mengalir semakin besar sehingga hal ini menyebabkan terjadi hambatan karena terjadinya antrian udara untuk menyapu permukaan bilah kurva S dan Modified NACA 0018. Fenomena ini menyebabkan banyak aliran massa melintasi sisi luar dari turbin, hal inilah yang menyebabkan turunnya kemampuan model turbin untuk mengekstraksi potensi energy angin yang ada. Hal inilah diduga sebagai factor penyebab nilai koefisien performance terjadi penurunan pada kecepatan angin yang tinggi.

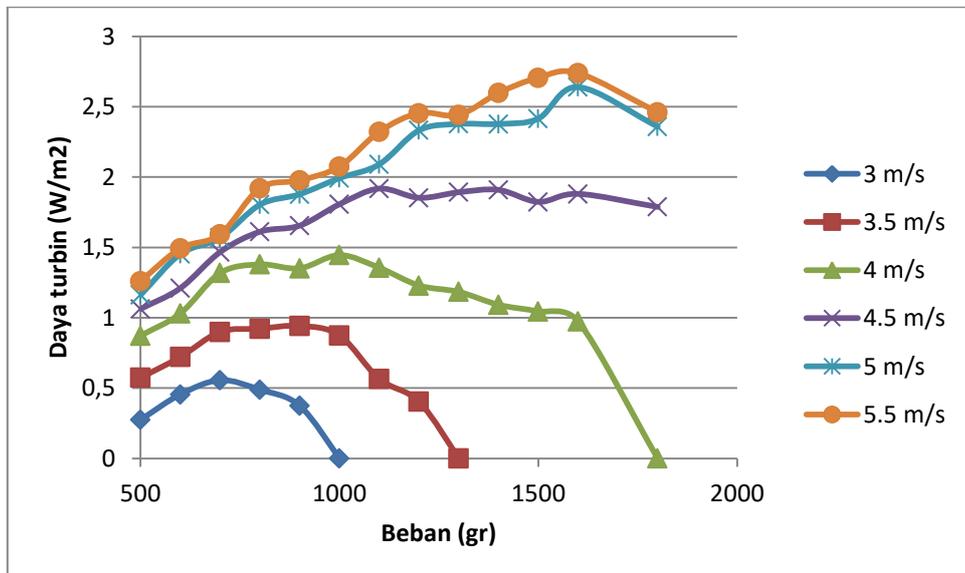
### **5.1.2 Variasi Beban Pada Sudut Pitch yang Optimum**

Setelah diperoleh sudut pitch yang menghasilkan kinerja model turbin angin yang baik, maka penelitian dilanjutkan dengan memvariasikan beban agar diperoleh data kemampuan yang optimum dari model turbin yang didesain. Data hasil pengujian model turbin angin dengan memvariasikan beban dapat dilihat dilampiran, yang kemudian di olah dan disajikan pada gambar 15 sampai gambar 18.

### 5.1.2.1 Daya yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin

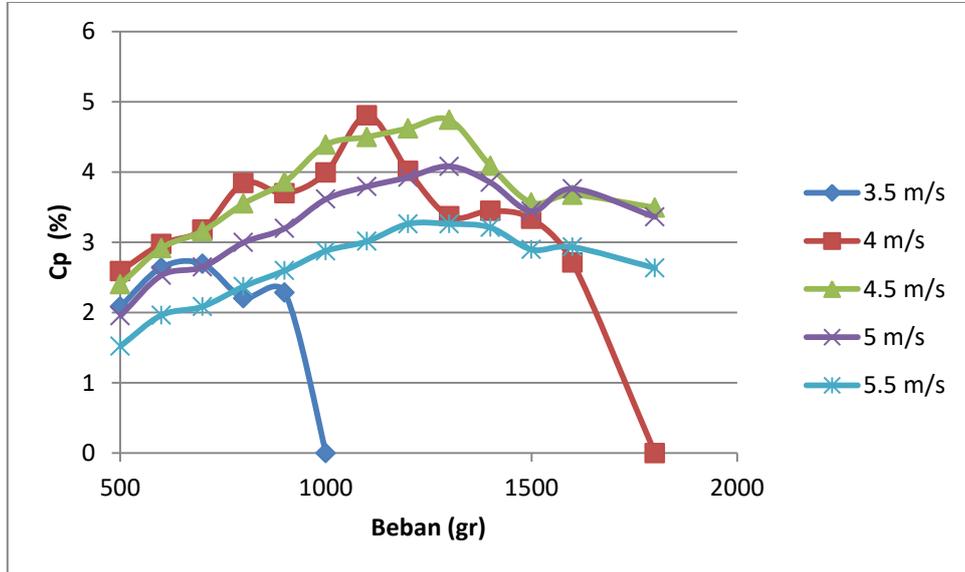


Gambar 15. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $10^0$

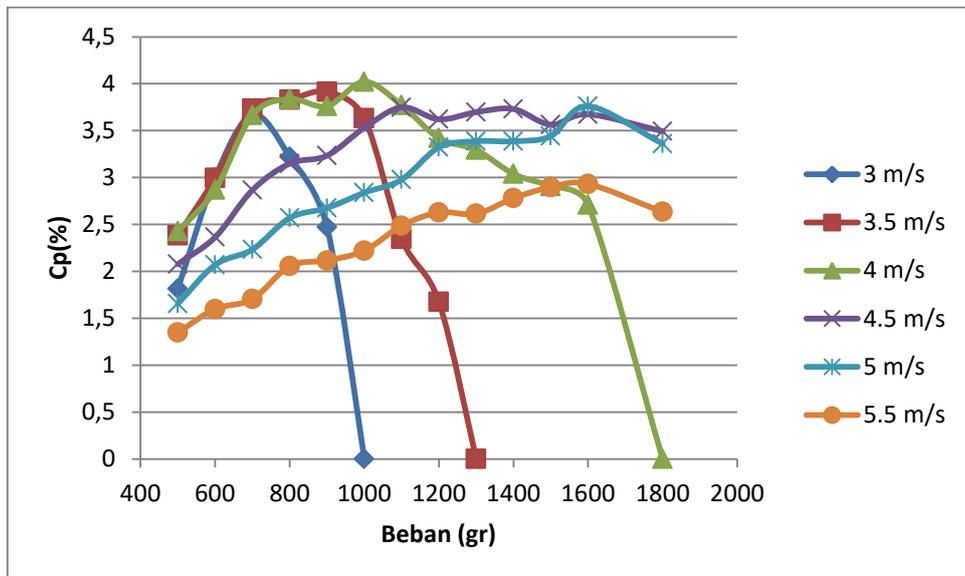


Gambar 16. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$

### 5.1.2.2 Koefisien Kinerja yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin



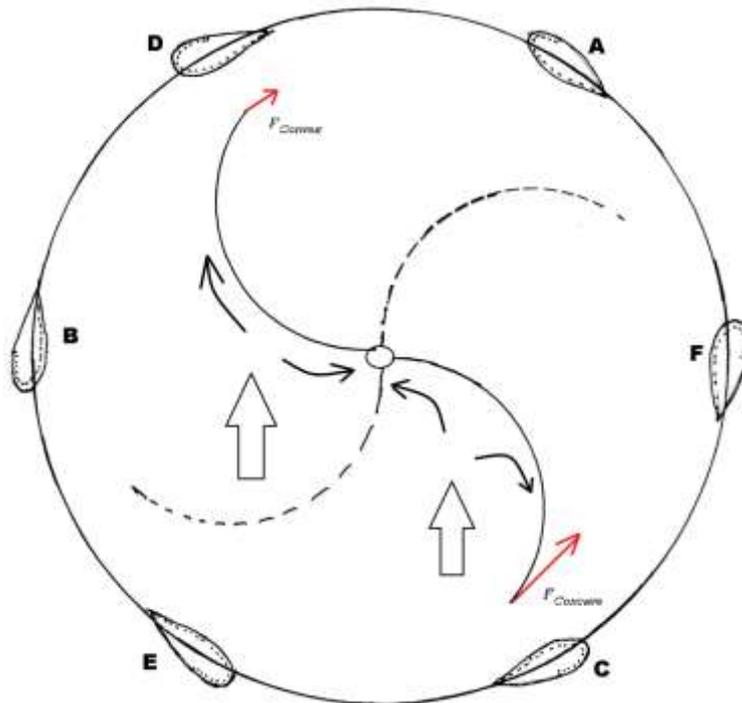
Gambar 17. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $10^0$



Gambar 18. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$

### 5.1.2.3 Pembahasan

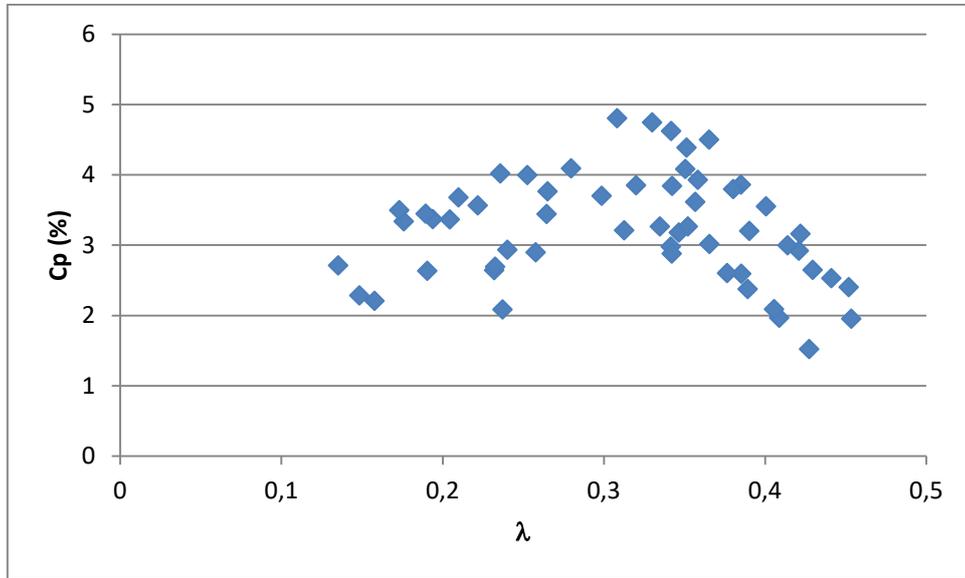
Dari gambar 15 dan 16 terlihat bahwa kemampuan dari model turbin dengan panjang bilah kurva S yang semakin panjang untuk mengekstrak energy angin menurun daripada panjang bilah kurva S yang lebih pendek. Hal ini di sebabkan dengan semakin panjang bilah kurva S luasan permukaan bilah kurva S yang menerima aliran semakin besar sehingga selain menghasilkan gaya drag yang lebih besar bagian cekungnya (concave) yang menghasilkan torsi positif, juga menghasilkan gaya drag yang lebih besar bagian cembungnya (convex) yang menghasilkan torsi negatif lihat gambar 19.



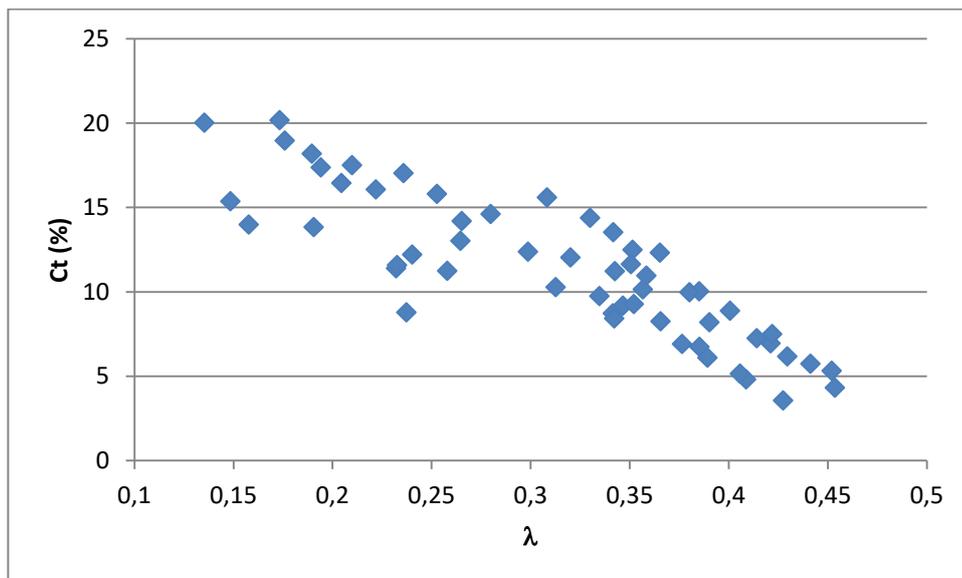
Gambar 19. Skema gaya drag yang bekerja pada bilah kurva

Dari gambar 17 dan 18 terlihat bahwa model turbin dengan panjang bilah kurva S yang lebih pendek untuk kondisi model tanpa Wind deflector lebih baik dalam mengkonversi daya angin menjadi daya turbin yang ditandai oleh nilai koefisien kinerja yang lebih tinggi.

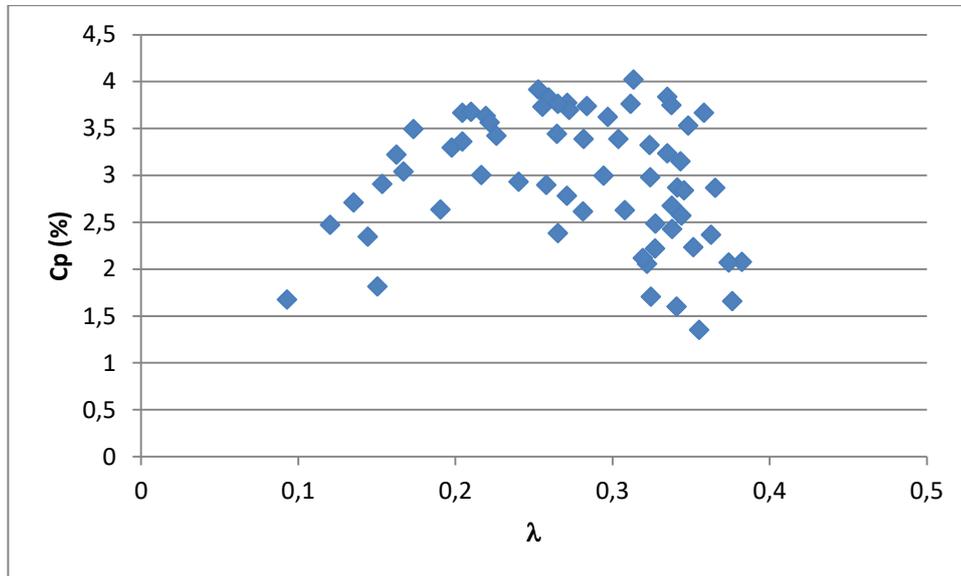
Model turbin angin yang diujikan adalah tipe drag yang ditandai nilai dari tip speed ratio ( $\lambda$ ) < 1 (Dumitrescu, 2014) lihat gambar 20 sampai 23.



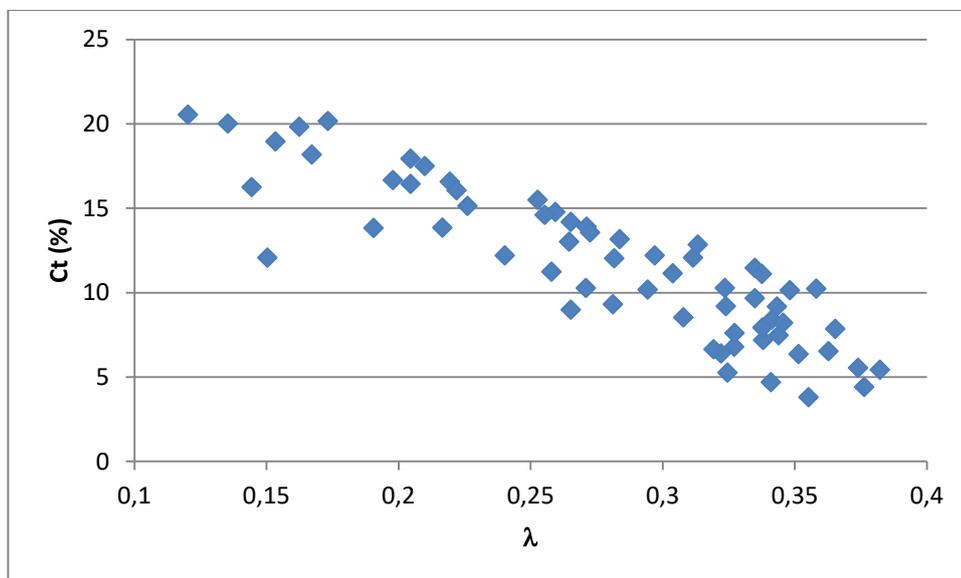
Gambar 20. Variasi Koefisien kinerja (Cp) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $10^0$  Tanpa Wind Deflector



Gambar 21. Variasi Koefisien Torsi (Ct) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $10^0$  Tanpa Wind Deflector



Gambar 22. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^\circ$  Tanpa Wind Deflector

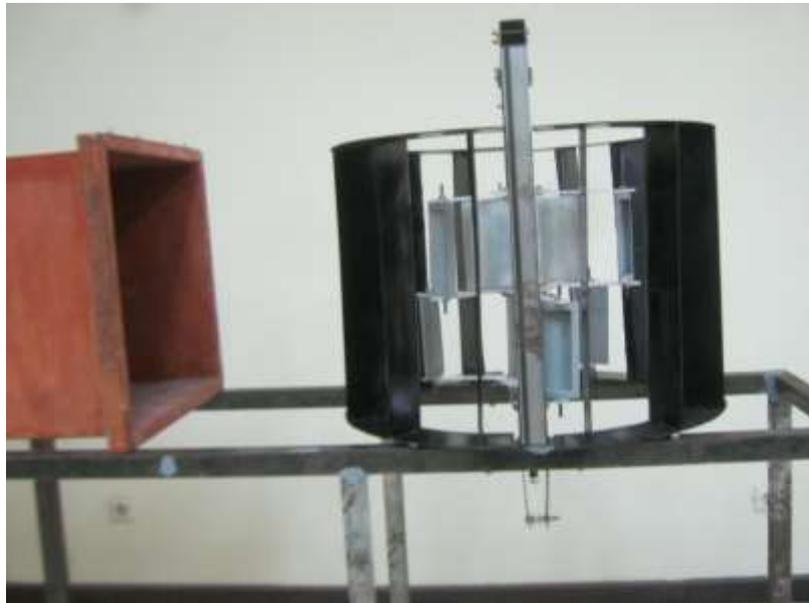


Gambar 23. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^\circ$  Tanpa Wind Deflector

## 5.2 Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector

### 5.2.1 Variasi Sudut Pitch pada beban tetap 500 gr

Hasil pengujian model turbin angin yang merupakan kombinasi bilah (hybrid) profile Modified NACA 0018 dengan bilah kurva S dengan variasi panjang bilah 80% dan 60% dari panjang pemegang bilah Darrieus (gambar 14) wind deflector dengan variasi sudut pitch dari bilah profile Modified NACA 0018 ditabulasikan pada tabel 4 dan tabel 5.



Gambar 24. Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector

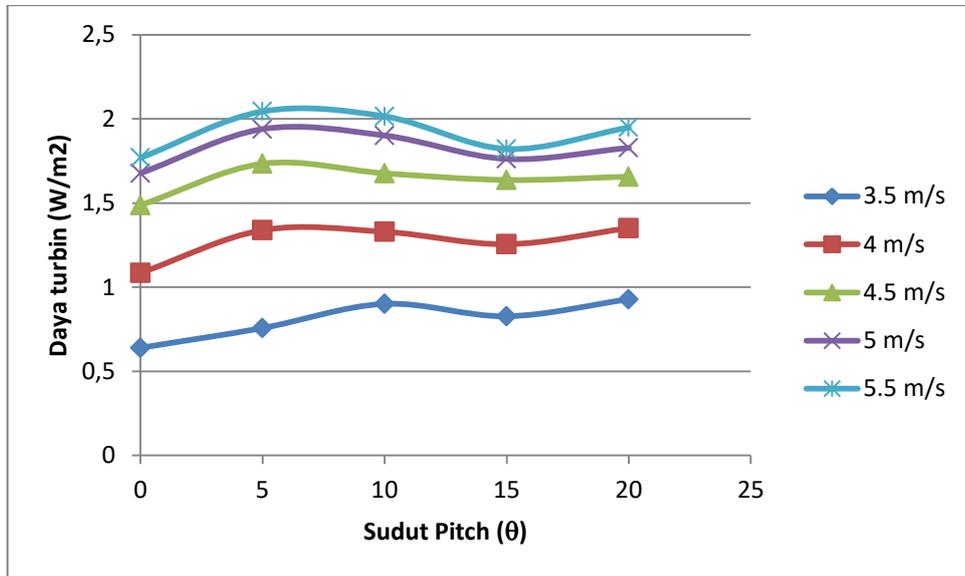
Tabel 4. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 60% dengan Wind Deflector

No	Kecepatan (m/s)	Beban (gr)					Putaran (rpm)				
		0 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>	0 <sup>0</sup>	5 <sup>0</sup>	10 <sup>0</sup>	15 <sup>0</sup>	20 <sup>0</sup>
1	3,5	250	265	265	260	260	51.6	57	68.5	64.2	71.4
2		250	265	265	260	260	51.6	57.7	68.5	64.4	72.7
3		250	265	265	260	260	51.6	58.2	68.7	63.9	71.9
1	4	255	280	265	260	260	84.9	96.8	101.2	97.4	104.9
2		255	280	265	260	260	84.8	96.5	101.1	97.4	104.7
3		255	280	265	260	260	87.7	96.1	101.3	97.4	104.9
1	4,5	260	280	265	260	260	115.6	125	127.6	127.3	128.6
2		260	280	265	260	260	115.4	125.2	127.8	127	128.3
3		260	280	265	260	260	115.3	124.6	127.6	126.8	128.8
1	5	270	280	265	260	260	125.1	139.7	144.9	136.6	142.1
2		270	280	265	260	260	125	139.6	144.8	136.9	141.8
3		270	280	265	260	260	126	140	144.6	136.7	141.7
1	5,5	275	280	265	260	260	129.5	147.8	153.6	141.1	151.3
2		275	280	265	260	260	129.1	146.3	153.2	141.4	151.3
3		275	280	265	260	260	130.8	147.9	153.5	141.6	151.2

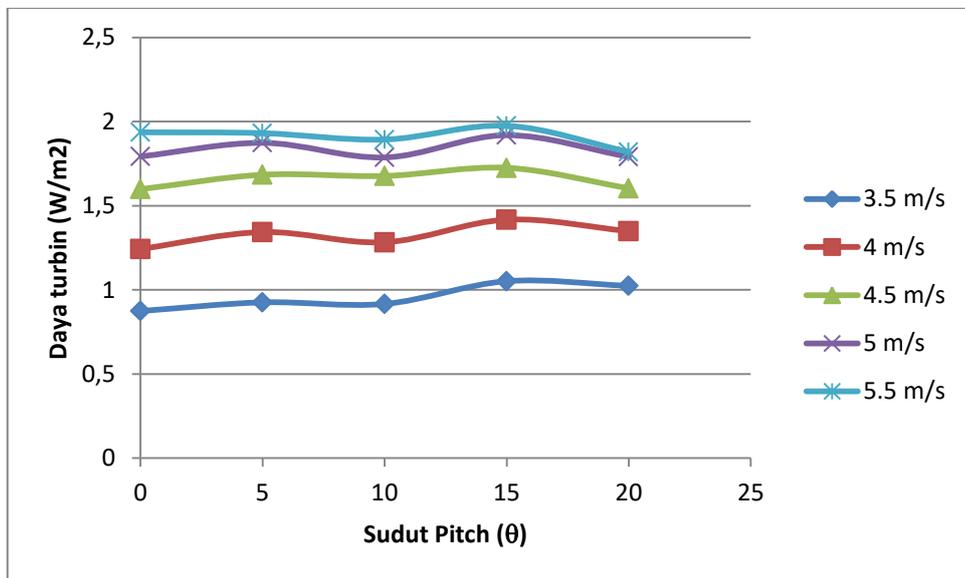
Tabel 5. Data pengukuran di terowongan angin untuk panjang bilah kurva S 80% dengan Wind Deflector

No	Kecepatan (m/s)	Beban (gr)					Putaran (rpm)				
		0 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	0 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>
1	3,5	275	285	280	285	270	63.8	65.9	66	74.6	76.5
2		275	285	280	285	270	63.8	65.2	66.2	74.2	76.1
3		275	285	280	285	270	64.8	65.5	65.9	74.5	76.9
1	4	275	290	280	290	273	91	93.7	92.9	98.5	99.8
2		275	290	280	290	273	91	93.2	92.3	98.8	99.7
3		275	290	280	290	273	91.6	93.5	92.1	98.5	99.6
1	4,5	275	290	280	290	275	117	117.1	120.8	120.2	117.6
2		275	290	280	290	275	117.1	117.1	121	119.5	117.6
3		275	290	280	290	275	117.7	117.3	120.7	120.4	117.8
1	5	275	290	280	290	275	131.5	130	128.7	133.3	131.8
2		275	290	280	290	275	131.5	130.5	128.6	133.6	131.1
3		275	290	280	290	275	131.6	130.6	129	133.7	131.2
1	5,5	280	290	280	290	275	139.7	134.2	136.3	137.5	133.5
2		280	290	280	290	275	139.5	134.5	136.3	137.6	133.3
3		280	290	280	290	275	139.4	134.4	136.7	137.2	133.8

### 5.2.1.1 Daya yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin dengan wind deflector

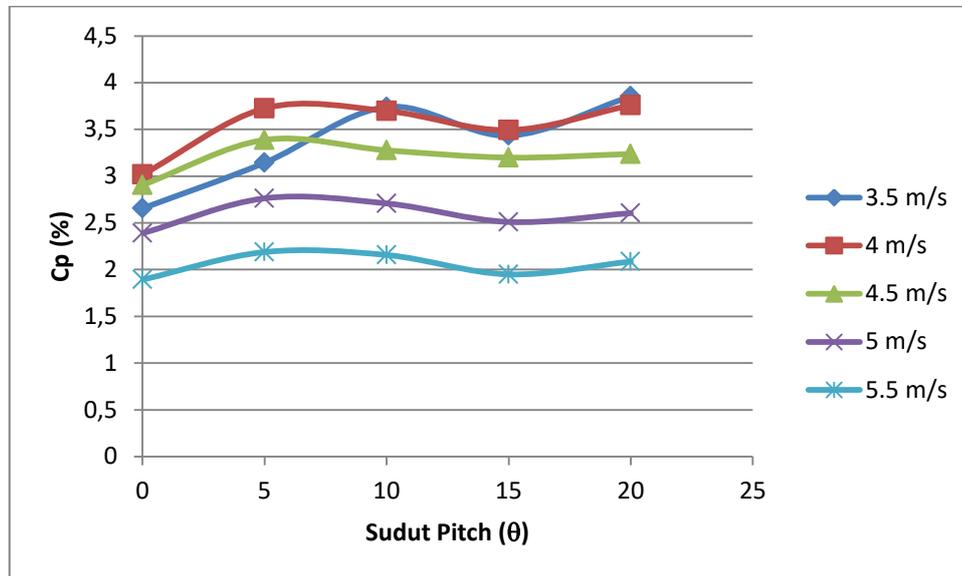


Gambar 25. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr

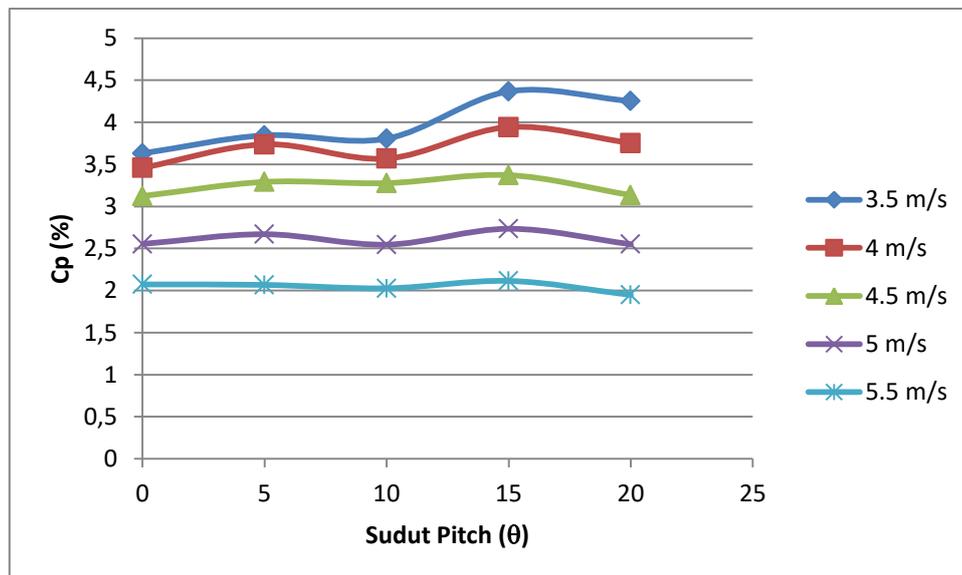


Gambar 26. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr

**5.2.1.2 Koefisien Kinerja yang dihasilkan oleh Turbin Angin dengan wind deflector**



Gambar 27. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% beban 500 gr



Gambar 28. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat Tanpa Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% beban 500 gr

### 5.2.1.3 Pembahasan

Pada gambar 25 dan 26 terlihat bahwa dengan penambahan wind deflector pada model turbin mampu meningkatkan daya yang dihasilkan turbin jika dibandingkan dengan kondisi turbin tanpa wind deflector untuk semua sudut pitch dan semua kecepatan angin yang diujikan sbesar rerata 33,08 % lihat tabel 6.

Tabel 6. Persentase kenaikan Daya model turbin dengan wind Deflector dibandingkan dengan tanpa wind Deflector

	0	5	10	15	20	Rerata
3.5 m/s	72	29.79	23.56	31.24	42.14	39.75
4 m/s	15.35	26.90	21.37	30.53	46.78	28.18
4.5 m/s	17.01	27.54	21.40	37.26	53.95	31.43
5 m/s	13.15	28.15	26.78	35.11	53.59	31.35
5.5 m/s	16.45	32.24	31.21	31.60	62.03	34.7
Rerata	26.79	29.92	26.86	36.15	55.70	33.08

Hal ini disebabkan keberadaan wind deflector mampu mempercepat aliran dan mengarahkan aliran udara ke bilah kurva Sehingga massa udara yang mendorong bilah lebih besar sehingga daya yang dihasilkan oleh turbinpun meningkat.

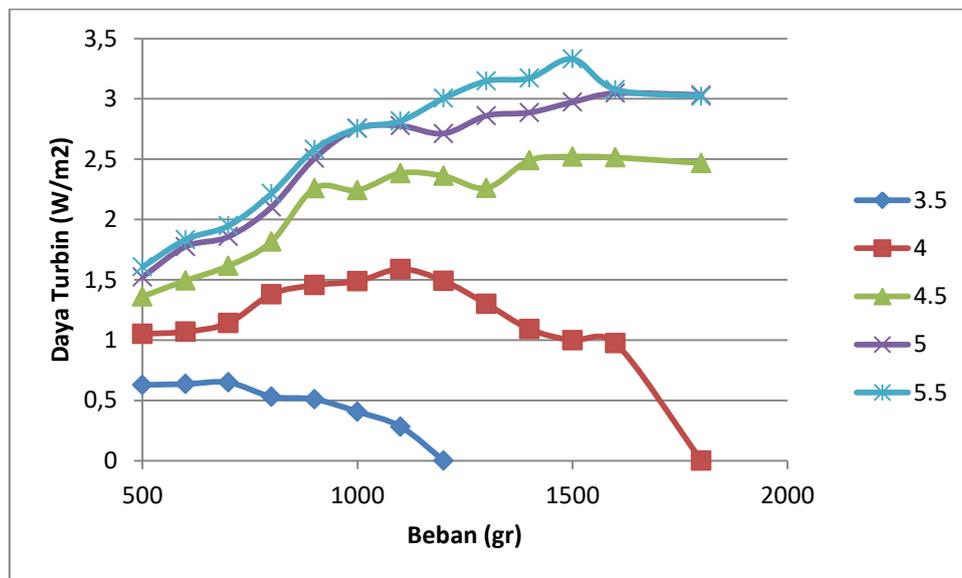
Gambar 27 dan 28 menunjukkan bahwa dengan penambahan deflector untuk bilah kurva S dengan panjang 60% dari panjang pemegang bilah, sudut pitch dari bilah profile modified NACA 0018 yang optimum hampir sama dengan model tanpa wind deflector antara  $5^{\circ}$  dan  $10^{\circ}$ . Namun untuk bilah kurva S dengan panjang 80% dari panjang pemegang bilah kurva Sudut pitch dari bilah profile modified NACA 0018 yang optimum terjadi pada sudut pitch  $15^{\circ}$ .

### 5.2.2 Variasi Beban Pada Sudut Pitch yang Optimum pada model turbin angin dengan Wind deflector

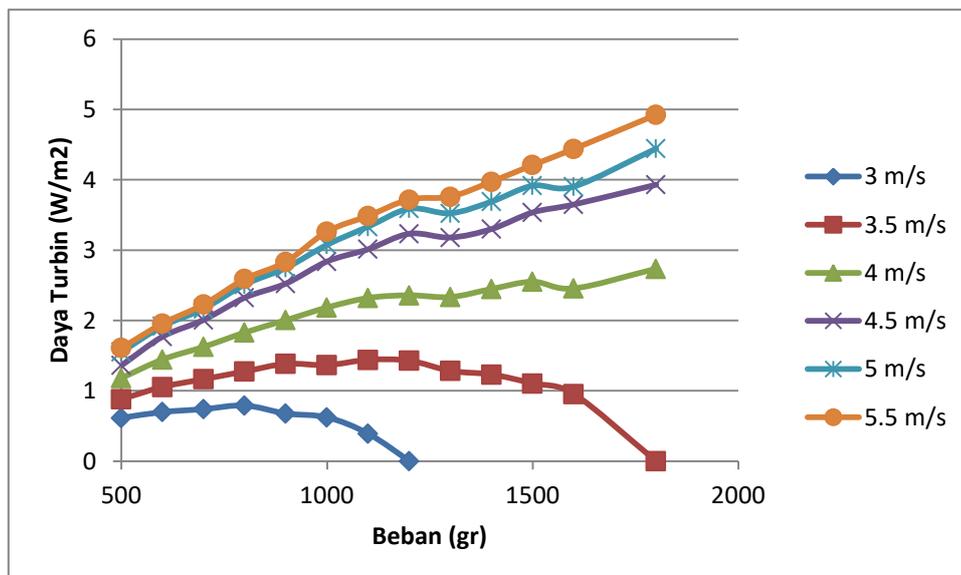
Setelah diperoleh sudut pitch yang menghasilkan kinerja model turbin angin dengan wind deflectr yang baik, maka penelitian dilanjutkan dengan memvariasikan beban agar diperoleh data kemampuan yang optimum dari model turbin yang didesain. Data hasil pengujian model turbin angin dengan

memvariasikan beban dapat dilihat dilampiran, yang kemudian di olah dan disajikan pada gambar 29 sampai gambar 32.

### 5.2.2.1 Daya yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin

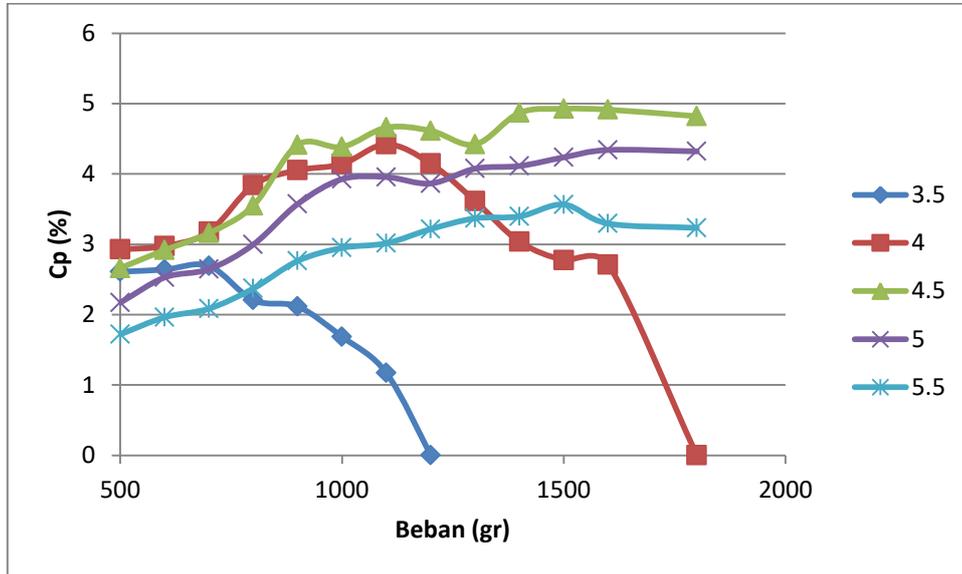


Gambar 29. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch 5°

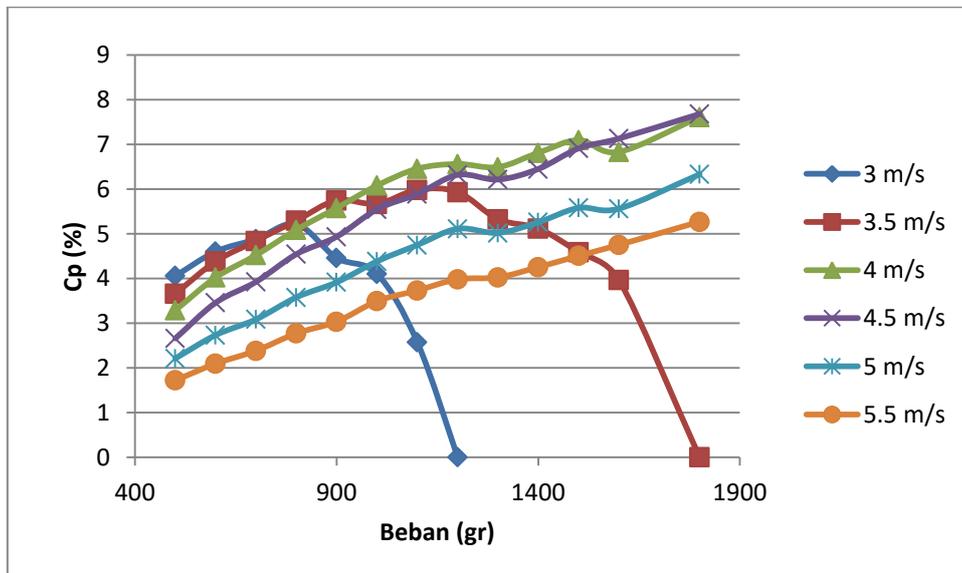


Gambar 30. Daya Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch 15°

### 5.2.2.2 Koefisien Kinerja yang dihasilkan oleh Model Turbin Angin



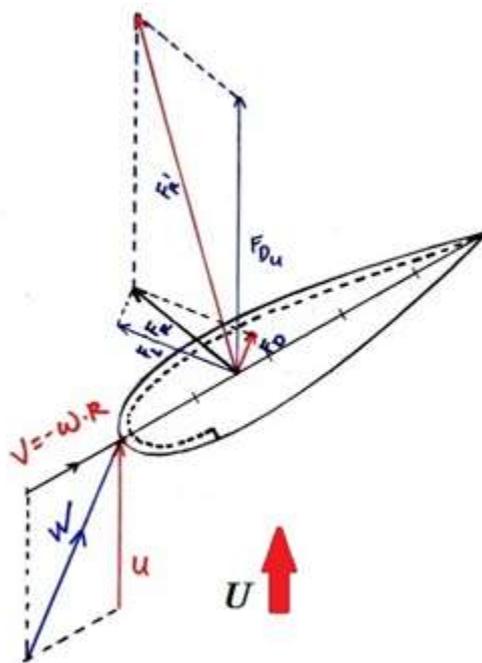
Gambar 31. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $5^0$



Gambar 32. Cp Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat dengan Wind Deflector untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$

### 5.2.2.3 Pembahasan

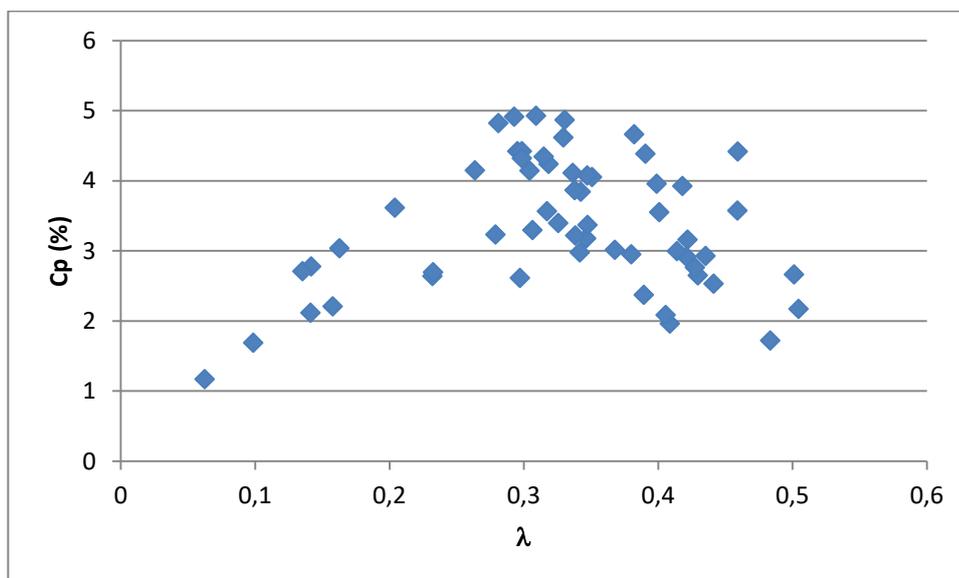
Dari gambar 29 dan 30 terlihat bahwa daya per luas sapuan rotor dari model turbin meningkat seiring bertambah panjang bilah kurva S. Fenomena ini berbanding terbalik dengan kondisi model tanpa wind deflector, hal ini diduga bahwa dengan adanya wind deflector massa udara yang mengalir dapat dikumpulkan dan diarahkan sehingga jumlah massa udara yang mengalir menerpa bilah kurva S besar bagian cekungnya (concave) yang menghasilkan torsi positif dan bagian cembungnya (convex) yang menghasilkan torsi negatif dimana selisih torsi positif dan negatif semakin besar. Selain itu dengan profile NACA 0018 yang telah dimodifikasi lihat gambar 33.



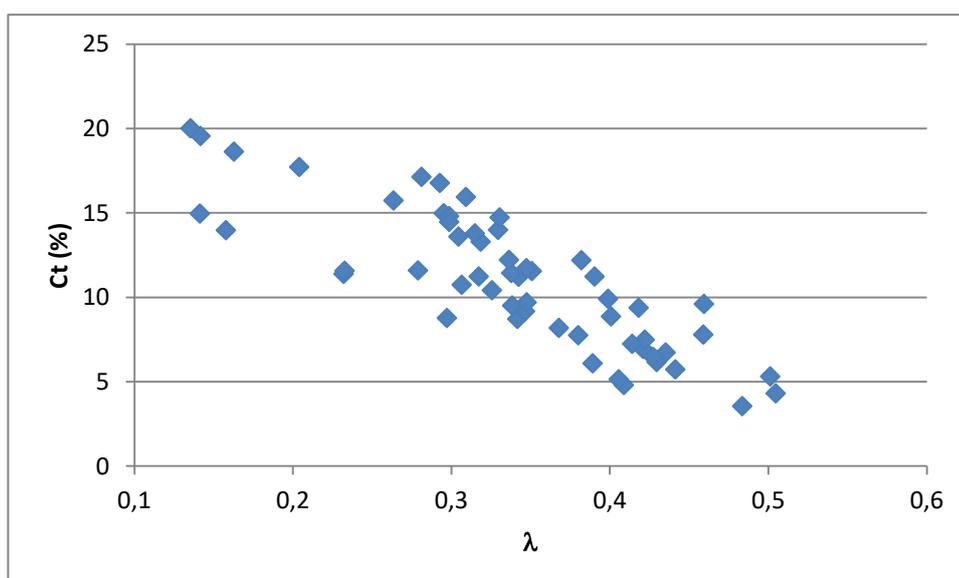
Gambar 33. Gaya aerodinamik yang bekerja pada bilah Modified NACA 0018

Semakin besar massa udara yang menerpa permukaan sisi luar bilah maka gaya drag yang dihasilkan semakin besar pula selain itu pada sisi bagian dalam bilah mengalami percepatan sehingga tekanan di permukaan bagian ini lebih rendah daripada sisi luar bilah yang mengakibatkan resultan

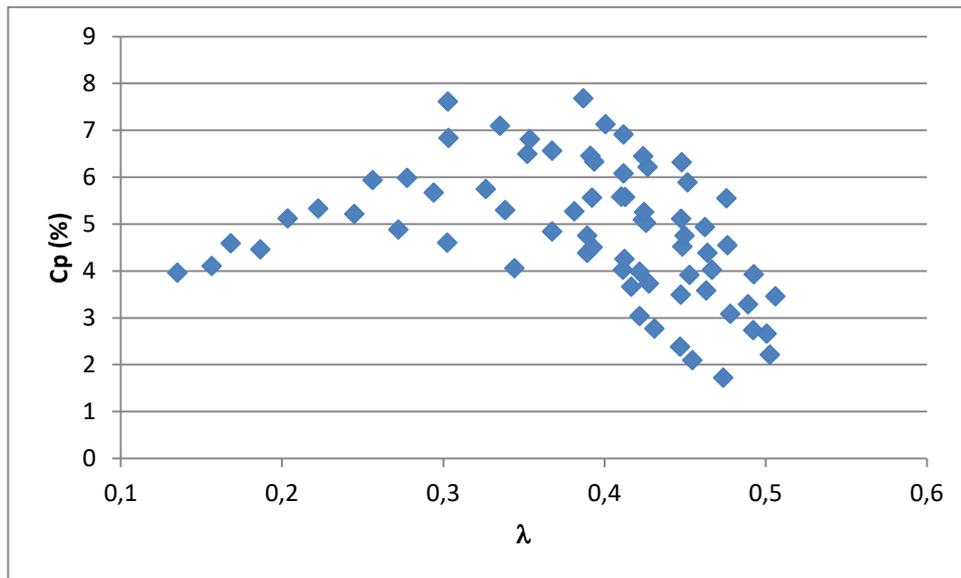
gaya lift dan gaya drag yang dihasilkan oleh bilah Modified NACA 0018 semakin besar pula dimana resultan gaya ini dan selisih torsi yang dihasilkan bilah kurva s mampu meningkatkan daya yang dihasilkan oleh model turbin.



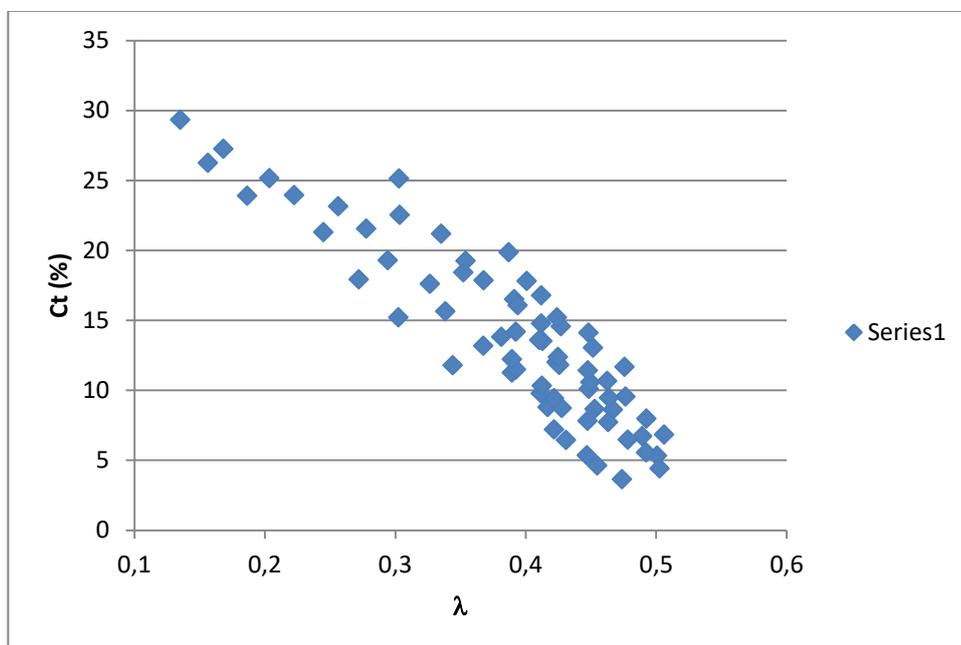
Gambar 34. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $5^\circ$  dengan Wind Deflector



Gambar 35. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 60% pada sudut pitch  $5^\circ$  dengan Wind Deflector



Gambar 36. Variasi Koefisien kinerja ( $C_p$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$  dengan Wind Deflector



Gambar 37. Variasi Koefisien Torsi ( $C_t$ ) terhadap Tip Speed Ratio ( $\lambda$ ) dari Model Turbin Angin bilah Hibrid Dua Tingkat untuk panjang bilah kurva S 80% pada sudut pitch  $15^0$  dengan Wind Deflector

Dari gambar 34 sampai gambar 37 bahwa dengan adanya penambahan wind deflector mampu meningkatkan koefisien unjuk kerja ( $C_p$ ) dan torsi ( $C_t$ ) model turbin angin yang ditandai meningkatnya nilai koefisien unjuk kerja dan torsi dari model turbin dengan wind deflector daripada model turbin tanpa wind deflector terutama pada bilah kurva S dengan panjang 80% dari panjang pemegang bilah. Untuk nilai koefisien unjuk kerja ( $C_p$ ) model turbin angin tanpa wind deflector nilai maksimumnya mendekati nilai 4 % pada tip speed ratio 0,3 (lihat gambar 22) menjadi mendekati nilai 8 % pada tip speed ratio 0,3 dan 0,4 (lihat gambar 36). Sedangkan untuk model turbin angin dengan bilah kurva S dengan panjang 60% dari panjang pemegang bilah, penambahan wind deflector tidak memiliki pengaruh yang signifikan yang ditandai nilai  $C_p$  yang dihasilkan relatif sama yaitu sebesar 5 %.

## **BAB VI.**

### **RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA**

Pada penelitian tahun pertama ini masih terlihat beberapa kelemahan dari model yang dibuat karena hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja turbin masih cukup rendah hanya mampu mengkonversi sekitar 8 % dari energi angin yang menerpa model dan kecepatan start up tanpa bebannya masih cukup tinggi yaitu 3 m/s. Oleh karena itu pada tahun kedua ini peneliti memiliki rencana untuk menguji 2 model turbin angin bilah hibrid lagi diterowongan angin berupa kombinasi bilah modified NACA 0018 dengan bilah kurva C dengan penambahan end plates di kedua sisi turbin angin serta penelitian terhadap bentuk *wind deflector* yang sesuai untuk model turbin angin ini, hal ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja yang dihasilkan model turbin angin dan menurunkan kecepatan start up tanpa beban atau dengan kata lain meningkatkan kemampuan model turbin angin untuk melakukan *self starter*.

## **BAB VII.**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Dari hasil penelitian model turbin angin dengan bilah hibrid profile Modified NACA 0018 dan kurva S dengan susunan dua tingkat diterowongan angin dapat ditarik beberapa kesimpulan.

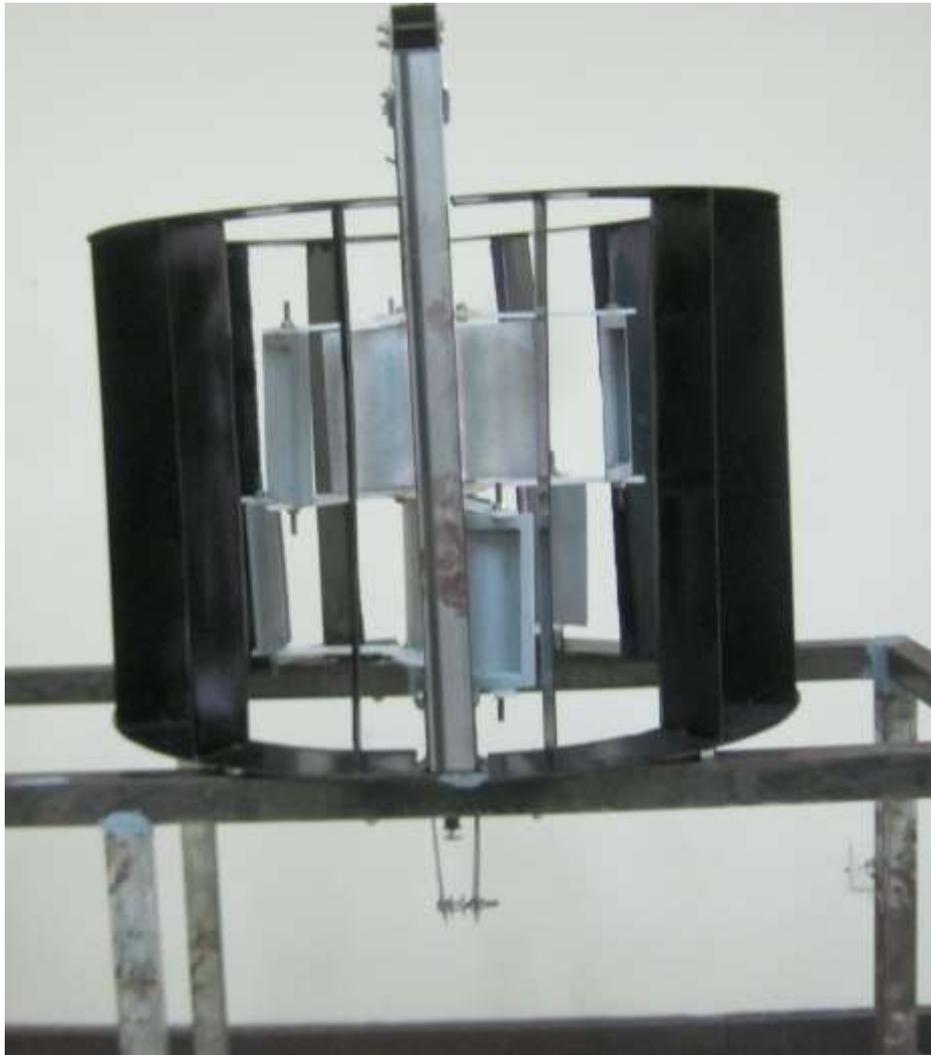
1. Perubahan sudut pitch memiliki pengaruh terhadap kinerja model turbin angin baik model turbin angin dengan kombinasi bilah kurva S dengan panjang 60 % dari panjang pemegang bilah Modified NACA 0018 (model I) ataupun model turbin angin dengan kombinasi bilah kurva S dengan panjang 80 % dari panjang pemegang bilah Modified NACA 0018 (model II). Sudut pitch optimum pada model I terjadi pada  $10^0$  untuk model I tanpa wind deflector dan  $5^0$  untuk model I dengan wind deflector. Sedangkan pada Model II terjadi pada sudut pitch  $15^0$  baik model II dengan ataupun tanpa wind deflector.
2. Penambahan wind deflector tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja model I baik densitas daya yang dihasilkan maupun koefisien kinerja dari model I, namun penambahan wind deflector pada model II mampu meningkatkan kinerja turbin hampir 100 % daripada model tanpa wind deflector baik dari sisi ensitas daya yang dihasilkan maupun koefisien kinerja dari model II .

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, Kompatibilitas dengan karakteristik angin di Indonesia, <http://www.alpensteel.com/article/53-101-energi-terbarukan--renewable-energi/3588--kompatibilitas-dengan-arah-angin-yang-sering-berubah-ubah.html>.
2. Burçin Deda Altan, Mehmet Atılğan, 2010, The use of a curtain design to increase the performance level of a Savonius wind rotors, *Renewable Energi* 35 (2010) 821–829.
3. Fang Feng, Shengmao Li, Yan Li, Dan Xu, 2012, a Torque Characteristics Simulation on Small Scale Combined Type Vertical Axis Wind Turbine, *Physics Procedia* 24 (2012) 781 – 786.
4. Indra Herlamba Siregar, 2012, Pengaruh perubahan sudut pitch yang besar terhadap kinerja low solidity turbin angin sumbu vertikal Darrieus tipe H dengan bilah profile NACA 0018, *Jurnal OTOPRO Vol. 7 No.2*.
5. Indra Herlamba Siregar, 2012, Pengaruh penambahan wind deflector terhadap kinerja turbin angin sumbu vertikal tipe H Darrieus 3 bilah dengan profile bilah NACA 0018, Laporan Penelitian tidak dipublikasikan.
6. G. Colley, R. Mishra, H.V.Rao, R.Woolhead, 2010, Effect of rotor blade position on Vertical Axis Wind Turbine performance, *Proceeding on International Conference on Renewable Energies and Power Quality Granada Spain*.
7. H. Dumitrescu<sup>1</sup> , A. Dumitrache<sup>1</sup> , C. L. Popescu<sup>2</sup> , M. O. Popescu<sup>2</sup> , F. Frunzulică<sup>2</sup> and A. Crăciunescu, 2014, Wind Tunnel Experiments on Vertical-Axis Wind Turbines with Straight Blades, *Proceeding International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'14) Cordoba (Spain), 8 th to 10th April, 2014*.
8. Kunio Irabu, Jitendro Nath Roy, 2007, Characteristics of wind power on Savonius rotor using a guide-box tunnel *Experimental Thermal and Fluid Science* 32 (2007) 580–586.
9. Marco Raciti Castelli, Stefano De Betta and Ernesto Benini, 2012, Effect of Blade Number on a Straight-Bladed Vertical-Axis Darrieus Wind Turbine, *World Academy of Science, Engineering and Technology* 61.
10. M. El-Samanoudy, A.A.E. Ghorab, Sh.Z. Youssef, 2010, Effect of some design parameters on the performance of a Giromill vertical axis wind turbine, *Ain Shams Engineering Journal* (2010)1, 85–95.
11. Muhammad Mahmood Aslam Bhutta, Nasir Hayat, Ahmed Uzair Farooq, Zain Ali, Sh. Rehan Jamil, Zahid Hussain, 2012, Vertical axis wind turbine –A review of various configurations and design techniques, *Renewable and Sustainable Energi Reviews* 16 (2012) 1926–1939.
12. N.H. Mahmoud, A.A. El-Haroun, E. Wahba, M.H. Nasef, 2012, An experimental study on improvement of Savonius rotor performance, *Alexandria Engineering Journal* 51 (2012), 19–25.
13. Payam Sabaeifard, Haniyeh Razzaghi, Ayat Forouzandeh, 2012, Determination of Vertical Axis Wind Turbines Optimal Configuration through CFD Simulations, *International Conference on Future Environment and Energi IPCBEE vol.28*.

14. Pusdatin ESDM, 2011, *Indonesia Energi Outlook 2010 ey Indicator of Indonesia Energi and Mineral Resources.*(Online) ([www.esdm.go.id/publikasi/statistik/doc\\_download/487-key-indicator-of-indonesia-energi-and-mineral-resources.html](http://www.esdm.go.id/publikasi/statistik/doc_download/487-key-indicator-of-indonesia-energi-and-mineral-resources.html)), diakses pada tanggal 30 Januari 2013).
15. Radu BOGĂȚEANU, Bogdan DOBRESCU, Ion NILĂ, 2010, Aerodynamic performance prediction of Darrieus-type wind turbines, INCAS BULLETIN, Volume 2, Number 2/ 2010, pp. 26 – 32.
16. R. Gupta, A. Biswas, K.K. Sharma, 2010, Comparative study of a three-bucket Savonius rotor with a combined three-bucket Savonius–three-bladed Darrieus rotor, *Renewable Energi* 33 (2008) 1974–1981.
17. Ronit K. Singh, M. Rafiuddin Ahmed, 2013, [Blade design and performance testing of a small wind turbine rotor for low wind speed applications](#) Original Research Article *Renewable Energi*, Volume 50, February 2013, Pages 812-819.
18. WWEA, 2011, The World Wind Energi Report 2011. (Online) (<http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergiReport2011.pdf>), diakses pada tanggal 5 Februari 2013).
19. **Yudha Pratomo, 2012**, Indonesia Pun Bisa Memanen Energi Angin. (Online) (<http://www.hijauku.com/2012/04/10/indonesia-pun-bisa-memanen-angin/>) dikases 2 Feruari 2013).

LAMPIRAN



Gambar A.1. Model Turbin Angin



Gambar A.3. Anemometer



Gambar A.3. Tachometer



Gambar A.4. Termohygrometer

**Tabel Lampiran 1. Susunan Organisasi Tim Peneliti Dan Pembagian Tugas**

<b>No</b>	<b>Nama / NIDN</b>	<b>Instansi Asal</b>	<b>Bidang Ilmu</b>	<b>Alokasi Waktu Jam/ mg</b>	<b>Uraian Tugas</b>
1.	Indra Herlamba Siregar, S.T.,M.T./ 0007097103	Teknik Mesin Unesa	Rekayasa Energi	10	Memimpin tim dalam setiap kegiatan dari perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi, termasuk seminar dan penyusunan laporan penelitian dan artikel ilmiah.
2.	Nurkholis S.T.,M.T./ 0021057204	Teknik Elektro Unesa	Elektro	10	Membantu tugas ketua tim dalam bidang pembangkitan listrik dan sistem rangkaiannya, Penelusuran pustaka, penggunaan dana, analisis data, serta mengurus penerbitan artikel ilmiah.
3.	Aris Anshori, S.Pd,M.T./ 0030037800	Teknik Mesin Unesa	Mekanika Fluida	10	Membantu tugas ketua tim dalam bidang penelusuran pustaka, pengambilan data, penyusunan naskah laporan , penggunaan dana, analisis data, serta mengurus penerbitan artikel ilmiah.

## Lampiran Biodata ketua dan anggota

### Biodata Ketua Peneliti

#### A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap (dengan gelar)	Indra Herlamba Siregar, ST., MT	L/P
2.	Jabatan Fungsional	Lektor	
3.	Jabatan Struktural	-	
4.	NIP/NIK/Identitas lainnya	197109072005011002	
5.	NIDN		
6.	Tempat dan Tanggal lahir	Medan, 7 September 1971	
7.	Alamat Rumah	Jl. Semolowaru Utara I/116B, 60119	
8.	Nomor Telepon/Faks/HP	081330561826	
9.	Alamat Kantor	UNESA Kampus Ketintang, 60231	
10.	Nomor Telepon/Faks	0318299487/0318292957	
11.	Alamat e-mail	indra_adsite2006@yahoo.com	
12.	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1 = 12 orang; S-2= 0 orang; S-3= 0 orang	
13.	Mata Kuliah yg Diampu	1. Mesin Konversi Energi 2. Konversi Energi 3. Pompa dan Kompresor 4. Matematika Rekayasa	

#### B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	ITS	ITS	-
Bidang Ilmu	Konversi Energi	Teknologi Energi	
Tahun Masuk-Lulus	1991-1997	2001-2004	
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Perencanaan Pengkondisian Udara Gedung Perpustakaan Jawa Timur	Studi Eksperimental Karakteristik Aliran Melintasi Empat Silinder Teriris type D yang Tersusun Secara In-Lined	
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Abdul Azis Badjabir, B.E	Prof. Dr. Ir. Triyogi Yuwono., DEA.	

#### C. Pengalaman Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2012	Rancang Bangun dan Uji Kinerja Turbin Angin Vertikal	DIPA-UNESA	5.000.000

		Axis Sebagai Upaya Pemanfaatan Angin Sebagai Sumber Energi Alternatif		
2	2010	Rancang Bangun Teknologi “ Digester” Gas Bio Skala rumah Tangga Untuk Mengatasi Keterbatasan Energi Pedesaan di Desa Carang Wulung Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang Jawa Timur.	STRANAS DIPA-UNESA	50.000.000
3	2009	Kajian Komparasi Pemakaian Bahan Bakar Premium dan E10 pada Variasi Perbandingan Kompresi Terhadap Kinerja dan Emisi Mesin Otto Satu Silinder	DIPA-UNESA	5.000.000
4	2008	Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan Flame Spreader Terhadap Unjuk Kerja Kompor Minyak Bertekanan	PDM	9.850.000

#### D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp)
1	2009	Modifikasi Tungku Bakar dan Alat Pengukusan dalam Upaya Peningkatan Produksi Home Industri Bakpao	Vucer	15.000.000
2	2008	Pelatihan Pembuatan Biodiesel dari minyak jelantah	Litbang Pemprov Jatim	50.000.000

#### E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/No/Tahun
1	2014	Komparasi Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrius Tipe-H dengan Bilah Profile NACA 0018 dengan dan Tanpa Wind Deflector	Jurnal ilmiah Teknik Mesin	Vol. I, No. I, April 2014 ISSN : 2252-925x
2	2012	Pengaruh Perubahan Sudut Pitch yang Besar Terhadap Kinerja Low Solidity Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrius Tipe-H dengan Bilah Profile NACA 0018	Jurnal OTOPRO	Vol. 7 No.2 Mei 2012 ISSN: 1858- 411x
2	2012	Karakteristik Aerodinamis Silinder terpotong Teriris Tipe-D dalam susunan Side by Side	Jurnal OTOPRO	Vol. 1 No.1 Nopember 2005 ISSN: 1858-411x

3	2007	Karakteristik Aerodinamis Dua Silinder teriris tipe I yang tersusun side by side pada bilangan Reynolds subkritis	Jurnal Teknik Mesin ITB	Vol. 22 No.1, Edisi April 2007 ISSN 0852-6095 terakreditasi No.236/Dikti/Kep/2007
---	------	---	-------------------------	---

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XII		
2	Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian	Rancang Bangun dan Uji Kinerja Biogas Digester Tipe Kubah Tetap Skala Rumah Tangga Untuk Mengatasi Keterbatasan Energi Pedesaan di Desa Carang Wulung Kecamatan Wonosalam Kabupaten Jombang Jawa Timur	Nopember 2010 Hotel Simpang

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Pompa Sentrifugal	2013	101	UNIPRES
2	Mesin Konversi Energi	2007	135	UNIPRES

H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	Nomor P/ID

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa sosial lainnya yang telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Hibah Bersaing.

**Surabaya, 4 Desember 2014**  
**Pengusul,**



**Indra Herlamba Siregar, ST., MT**  
**NIP. 197109072005011002**

## Biodata Anggota Peneliti

### A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Aris Ansori, S.Pd., M.T.	(L/P)
2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	19780330.200812.1.002	
5	NIDN	003003780	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Ponorogo, 30 Maret 1978	
7	Alamat Rumah	Perum. Puri Kartika Asri KK-7 Arjowinangun Kedungkandang Kota Malang	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	031-70045578/081334102045	
9	Alamat Kantor	Universitas Negeri Surabaya Kampus Ketintang	
10	Nomor Telepon/Faks	031-8299487, 031-8292957	
11	Alamat e-mail	<a href="mailto:aris_ansori30@yahoo.com">aris_ansori30@yahoo.com</a>	
12	Lulusan yang Telah Dihasilkan	S-1= 25 orang ; S-2= orang; S-3= orang	
13	Mata Kuliah yg diampu	1. Kelistrikan otomotif 2. Praktek kelistrikan Oto 3. AC mobil 4. Praktek AC mobil 5. Teknologi chasis 6. Praktek chasis oto 7. Perawatan mesin otomotif	

### B. Riwayat Pendidikan

	S-	S-2	S-3
Nama PT	Univ Negeri Malang	Univ. Brawijaya	
Bidang Ilmu	Teknik Mesin	Mesin Konversi Energi	
Tahun Masuk-Lulus	1998-2003	2006-208	
Judul Tugas Akhir	Pengaruh rapat arus listrik dan waktu pelapisan terdapat deposit logam krom pada proses elektroplating krom	Performance <i>fuel cells</i> akibat beban <i>transien</i>	
Nama Pembimbing/ Promotor	Ir. Putut Wijarnako, M.T. Ir. Mustaman, M.Pd.	Prof. Sudjito, P.hd. Dr. Wahyudi, ST. MT	

C. Pengalaman Penelitian (Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1.	2009	Efisiensi penggunaan gas hidrogen pada PEMFC dengan beban <i>transien</i>	Mandiri	6.000.000,-
2.	2010	Rancang Bangun Pendingin Evaporatif Sebagai Aplikasi Teori <i>Air Conditioner</i>	Mandiri	5.000.000,-
3	2011	Rancang Bangun Alat Penghasil Gas Hidrogen dengan Metode Fotokatalis Logam TiO <sub>2</sub>	Mandiri	5.000.000,-
4.	2012	Implimentasi Pembelajaran NHT untuk Meningkatkan Partisipasi dan Hasil Belajar Mata Kuliah AC Mobil Mahasiswa D3 Teknik Mesin Unesa	Mandiri	5.000.000,-
5.	2012	Penggunaan Media Trainer untuk Peningkatan Kualitas Proses Pembelajaran dan Hasil Belajar Praktikum Kelistrikan Otomotif	Dipa Unesa	4.500.000,-

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jml (Juta Rp)
1.	2011	Peningkatan produktivitas jamu tradisional di Kelurahan Blimbing Kota Malang	Mandiri	5.000.000,-
2.	2012	Pelatihan <i>Life Skill</i> Siswa kelas 3 SMA Se-Kota Surabaya	Dinas Pendidikan Surabaya	150.000.000,-

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume/ Nomor	Nama Jurnal
1.	2010	Integrasi Pendidikan <i>Soft Skill</i> pada Kurikulum S1 Pendidikan Teknik Mesin Otomotif Unesa dan Legalisasi Kegiatan Kemahasiswaan Untuk Mempersiapkan Guru Teknik Profesional di SMK	ISBN: 978 – 979 –028 – 359 – 9	Proseding

2.	2011	Pengaruh Perubahan Beban di Sirkuit Terhadap Daya PEMFC	ISSN : 1858-411x, Vol 1, Nomor 1, edisi April 2011	Jurnal otopro Teknik Mesin Unesa
3.	2011	Beban Transien Pada Sirkuit Luar PEMFC Terhadap Efisiensi PEMFC	ISSN : 1411-4356, Vol 9, Nomor 1, edisi Agustus 2011	Jurnal Teknika Fakultas Teknik Unesa
4.	2012	Penggunaan Metanol sebagai Bahan Bakar <i>Direct Methanol Fuel Cell</i>	ISSN : 1858-411x, Vol 1, Nomor 5, edisi April 2012	Jurnal otopro Teknik Mesin Unesa

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan/ Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Seminar Nasional Pendidikan Teknologi dan Kejuruan dengan tema Isu-Isu Terkini Pendidikan Vokasi di Indonesi	Integrasi Pendidikan <i>Soft Skill</i> pada Kurikulum S1 Pendidikan Teknik Mesin Otomotif Unesa dan Legalisasi Kegiatan Kemahasiswaan Untuk Mempersiapkan Guru Teknik Profesional di SMK.	Surabaya, 11 Desember 2010, Unesa Surabaya

G. Pengalaman Penulisan Buku

No.	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1.	Teknologi Chasis Otomotif Jilid 1	2012	180 halaman	Unesa Pres

H. Pengalaman Perolehan HKI

No.	Tahun	Judul/Tema HKI	Jenis	Nomor P/ID

I. Pengalaman Merumuskan Kebijakan Publik/Rekayasa Sosial Lainnya Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema/Jenis Rekayasa sosial lainnya yang telah Diterapkan	Tahun	Tempat Penerapan	Respons Masyarakat

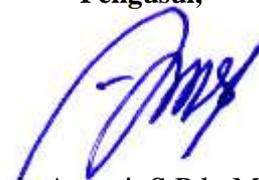
J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak- sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian.

**Surabaya, 4 Desember 2015**  
**Pengusul,**



Ans Ansori, S.Pd., M.T.  
NIP. 1978033020081002



KEPUTUSAN  
REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA  
Nomor 137/UN38/HK/LT/2015

Tentang  
PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN DESENTRALISASI LANJUTAN DAN BARU BATCH I DANA BOPTN  
TAHUN ANGGARAN 2015

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

- Memorandum :
- bahwa sesuai dengan surat Direktur Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat nomor 063/SP2H/PPM/DIT.LITABMAS/II/2015, tanggal 5 Februari 2015, tentang Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Tahun 2015 Batch 1 maka perlu adanya penetapan penelitiannya.
  - Bahwa untuk keperluan tersebut pada butir a diatas, memandang perlu menerbitkan Keputusan ini.

- Referensi :
- Undang-Undang RI Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
  - Undang-Undang RI Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
  - Peraturan Pemerintah Nomor 4 tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
  - Keputusan Presiden RI Nomor 269 tahun 1965 tentang Pendirian IKIP Surabaya;
  - Keputusan Presiden RI Nomor 93 tahun 1999 tentang Perubahan IKIP Surabaya menjadi Universitas Negeri Surabaya;
  - Keputusan Mendikbud RI Nomor 164/MPK.A4/KP/2014 tentang Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Surabaya;
  - Keputusan Mendikbud RI Nomor 279/O/1999 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Surabaya;
  - Keputusan Mendiknas RI Nomor 92/O/2001 tentang Statuta Universitas Negeri Surabaya;
  - Keputusan Menkeu RI Nomor 50/KMK.05/2009 tentang Penetapan Universitas Negeri Surabaya Pada Departemen Pendidikan Nasional sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
  - Peraturan Menteri Keuangan RI Nomor 92/PMK.05/2011 tentang Rencana Bisnis dan Anggaran Serta Pelaksanaan Anggaran Badan Layanan Umum;
  - Surat Pengesahan Menteri Keuangan Nomor SP DIPA- 023.04.2.414970/2015, tentang DIPA BLU tahun 2015;

**MEMUTUSKAN**

- Menetapkan :
- nama : Peneliti pada Penelitian Desentralisasi Lanjutan dan Baru Batch I Dana BOPTN Tahun Anggaran 2015, yang nama penelitiannya seperti tersebut dalam lampiran keputusan ini.
- dua : Dalam menjalankan tugasnya sebagai peneliti supaya tetap berpedoman pada ketentuan yang berlaku.
- tiga : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan selesainya kegiatan tersebut dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan ditinjau dan akan diubah sebagaimana mestinya apabila ternyata di kemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Surabaya  
Pada tanggal : 18 Februari 2015  
Rektor,

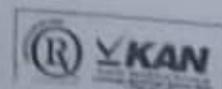
ttd

**WARSONO**  
NIP 196005191985031002

Salinan sesuai dengan bunyi  
Keputusan yang asli.  
Kepala BAU dan Keuangan,

Drs. BUDIARSO, S.H., M.M.  
NIP 196005131980101002 ft

dan disampaikan kepada Yth:  
Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI  
Sekretaris Jenderal Kemdikbud  
Inspektur Jenderal Kemdikbud  
Rektor Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud  
Para Pembantu Rektor Unesa  
Para Dekan, Direktur Pascasarjana, Kepala LPPM  
Kepala Biro di lingkungan UNESA



DAFTAR PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN DESENTRALISASI LANJUTAN DAN BARU BATCH I DIANA BOPTN  
 TAHUN ANGGARAN 2015

No.	Fak./ Unit Kerja	Jur.	Judul Penelitian	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana (Rp.)	Kategori	Waktu (Bn)	Jenis Penelitian
1	FTP	Pendidikan Guru Sekolah Dasar	Pengembangan Perangkat Perubahan Pelaksanaan Keterampilan Berbahasa Berorientasi Strategi Metakognisi Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa PGSD FIP Unesa	PGSD	Dr. Sri Hartati, M.Pd. Dr. Sri Setyowati, M.Pd.	0027125504 0027078506	W/6 W/6	S2 S3	P P	90.000.000	II	8	Disiplin Program Tinggi Lanjutan
2	FKK	Pendidikan Kesehatan Olahraga	Pengembangan Model Prinsip-prinsip Kompetensi Psikologi Untuk Meningkatkan Prestasi Atlet Renang Berdasarkan Model Diakneminan	Ilmu Olah Raga	Prof. Drs. H. Toho Oedih Mulyo, M.A., Ph.D. Dr. Mubandah Jansah, S.Ps., M.S.	0031124096 0017017202	W/6 B/6	S3 S3	L P	90.000.000	II	8	Disiplin Program Tinggi Lanjutan
3	FIP	PG-PAUD	Pengembangan Model Pembelajaran Berbasis Konstruktivisme dan Demokrasi untuk Meningkatkan Kecerdasan Majemuk Anak Usia Dini	PGTK (dan) PAUD	Dr. Sri Setyowati, M.Pd. Prof. Dr. Murni, M.Pd.	0027078506 0005106404	W/6 W/6	S3 S3	P L	111.500.000	II	8	Tan Pasca Sarjana Lanjutan
4	FIP	Pendidikan Guru Sekolah Dasar	Pengembangan Perangkat Pembelajaran Tematik Integratif Berorientasi Balance Kompetensi untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Karakter Penidil Siswa Sekolah Dasar	PGSD	Dr. Wicandjo Tjoto Soedarto, M.Pd. Drs. Rosetian, M.Hum., M.Ed., Ph.D.	0038115803 0002086604	W/6 W/6	S3 S3	L L	121.500.000	I	8	Tan Pasca Sarjana Lanjutan
5	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Implementasi Teknologi Informasi dan Komunikasi Berbasis Metakognisi pada Bidang Pendidikan Vokasi	Penul. Teknologi dan Kejuruan	Prof. Dr. H. Luthiyah Nuraida, M.Pd. Prof. Dr. Hidarwati, M.Pd.	0018106603 0004048012	W/6 W/6	S3 S3	P L	101.000.000	I	8	Tan Pasca Sarjana Lanjutan
6	FBS	Pendidikan Bahasa Daerah	Makanan Tradisional Jawa Timur: Tinjauan Tipe, Makna Dan Fungsi	Humaniora	Dr. Sri Soedarto, M.Pd. Drs. Sukarnas, M.S. Drs. H. Sri Wahyu Widayanti, M.S.	0018106603 0011126423 0010102607	W/6 W/6 W/6	S2 S2 S2	P L P	70.000.000	I	8	Fundamental Lanjutan
7	FMPA	Kinesia	Uji Aktivitas Bekasam Sebagai Antihiperrensi (in vivo)	Kinesia	Dr. Prima Retno Wardani, M.S. Prof. Dr. Lery Yudianto, M.Kes. Prof. Dr. Tebaran, M.S.	0011116402 0012095107 0028126604	W/6 W/6 W/6	S3 S3 S3	P P L	74.000.000	I	8	Fundamental Lanjutan
8	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Etnografi Pangan Pokok Masyarakat Jawa Timur sebagai Upaya Diversifikasi Pangan Pokok Nasional	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Tetaboga, Bonasa, Bais DS)	Dr. Niam Perendani, M.Pd. Choirul Anas Nur Alim, S.Pd., M.S.	0021096405 0016647702	W/6 B/6	S2 S2	P P	60.000.000	I	8	Fundamental Lanjutan

No.	Pak. / Unit Kerja	Jur.	Judul Penelitian	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIDN	Gol.	Pent.	L/P	Dana (Rp.)	Kategori	Waktu (Bln)	Jenis Penelitian
61	FTS	PMP-KN	Pengembangan Model Penghasilan Dan Pemberdayaan Anak Jalanan Perempuan Di Surabaya	Humorbia	Dr. Hj. Rueden Aro Hanik Setyowati, M.Si. Ali Imron, S.Sos., M.A.	0025066704 0005068304	IV/c III/b	S3 S2	P L	70.000.000	III	8	Hubuh Bersaing
62	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Pemanfaatan Daun Binahong ( <i>Anredera cordifolia</i> ) sebagai Market Tradisional untuk Perawatan Kulit Wajah	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Taraboga, Busana, Rizas DII)	Dra. Hj. Suhartiwijah, M.Pd. Dra. Maggyah, M.Kes. Dra. Dewi Lutfati, M.Kes.	0022115702 0001046411 0018116102	IV/b IV/b III/d	S2 S2 S2	P P P	67.500.000	I	8	Hubuh Bersaing
63	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Eksplorasi Ganyong ( <i>Canna edulis</i> ) Sebagai Sumber Mutiara Dalam Pembinaan Ragam Nasi Beras-Ganyong Untuk Diversifikasi Pangan Prebiotik Yang Sehat	Teknologi Pangan dan GIs	Lilis Sulandari, S.Pt., M.P. Dra. Lucia Tri Pangesthi, M.Pd.	0020027407 0028095702	III/d IV/a	S2 S2	P P	67.500.000	I	8	Hubuh Bersaing
64	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Analisis Kelayakan Produk Nasi Uduk Instan (Studi) Penerimaan Konsumen Orngina Dan Tingkat Kepuasan	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga (Taraboga, Busana, Rizas DII)	Dra. Dwi Kristiastuti Sewardiah, M.Pd. Ir. Azzal Bahar, M.Pd.	0025125704 0007066006	IV/a IV/a	S2 S2	P L	55.000.000	I	8	Hubuh Bersaing
65	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Modifikasi Rizas Pengantin Berpes Jera Timur untuk Merespon Kebutuhan Konsumen di Era IndustriWedding	Pengrahan Seni	Sri Dwiyanti, S.Pd., M.PSiDM, Nisa Kusianti, S.Pd., M.Pd. Sri Usodwiningsyan, S.Pd.	0006027901 0017127706 0021227203	III/c III/c III/c	S2 S2 S1	P P P	70.000.000	I	8	Hubuh Bersaing
66	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Rekayasa Desain Busana Pengantin Muslim Bagi Pelaku Bisnis Bidang Industri Fashion di Jawa Timur	Pengrahan Seni	Deny Arifiana, S.Pd., M.A. Dra. Marniati, S.E., M.M.	0005077803 0031025702	III/c IV/c	S2 S2	P P	67.500.000	I	8	Hubuh Bersaing
67	FT	Pendidikan Kesejahteraan Keluarga	Fesyen Jilbab Khasi Borneo: Praktis dan Modis	Karya Tekstil	Isdarti, S.Pd., M.Sn. Yuchi Inang Pribadina, S.Pd., M.Sn. Jony Nuhani, S.Pd., M.Ds.	0011077706 0027027406 0014177905	III/c III/c III/d	S2 S2 S2	P P P	65.000.000	I	8	Hubuh Bersaing
68	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Perangkat untuk Model Pembelajaran Berbasis Masalah Dilengkapi Dengan Media Pembelajaran Berbasis Komputer Pada Mata Kuliah Mesin Arus Searah	Pendidikan Teknik Elektro	Drs. Joko, M.Pd., M.T. Drs. Gusti Widodo, M.T.	0011028504 0015665304	IV/c IV/c	S2 S2	L L	62.500.000	I	8	Hubuh Bersaing

No.	Psak./ Unit Karya	Aur.	Judul Penelitian	Bidang Ilmu	Tipe Peneliti	NIDN	GS	Pnd.	LP	Dana (Rp.)	Kategori	Waktu (hr)	Jenis Penelitian
69	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Ruko Satu Elektrik Sebagai Media Pembelajaran Teknologi Seluler di Perguruan Tinggi	Teknik Elektro	Leola Rahmawati, S.T., M.T. Wiyah Yustiani, S.Sc., M.Kom.	0012108004 0003027708	III/b III/b	S2 S2	P P	50.000.000	I	8	Hibah Bersaing *
70	FT	Teknik Informatika	Penerapan Green Laboratory sebagai Penunjang Praktikum di Laboratorium Jaringan Komputer.	Teknik Informatika	Agus Prihanto, S.T., M.Kom. Kadek Dwi Nurjaya, S.T., M.Kom.	0006087903 0014048107	III/b III/b	S2 S2	L L	54.000.000	I	8	Hibah Bersaing
71	FT	Teknik Informatika	Pengembangan Perangkat Lunak Tes Berbasis Web untuk Meningkatkan Keakuratan Penilaian dengan Penggunaan Ukuran-Ukuran Online	Teknologi Informasi	Yuni Yamasari, S.Kom., M.Kom. Dwi Fatmanto Suyatno, S.Kom., M.Kom.	0002967504 0020127904	III/c III/b	S2 S2	P L	50.000.000	I	8	Hibah Bersaing
72	FT	Teknik Informatika	Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem Based Learning-PBL) Terhadap Peningkatan Kompetensi Yang Diintegrasikan Pada Pengembangan Modul Ajar Struktur Data	Pendidikan Teknik Informatika	Drs. Bambang Sujatmilo, M.T. Rina Harimurti, S.Pd., M.T. Anita Qoridah, S.Kom., M.Kom.	0019056503 0017126805 0025016903	III/c III/d III/d	S2 S2 S2	L P P	50.000.000	I	8	Hibah Bersaing
73	FT	Teknik Mesin	Pengembangan Modul Ajar Teknik Pengaturan Menggunakan Perangkat Lunak Delphi Dengan Inquiry Based Learning Berorientasi Industri	Teknik Elektro	Giah Wilandari, S.T., M.T. Muhammad Syarifuddin Zuhrie, S.Pd., M.T.	0005037804 0025067709	III/c III/c	S2 S2	P L	70.000.000	I	8	Hibah Bersaing
74	FT	Teknik Mesin	Rancang Bangun Mesin Pengering Semi Otomatis Untuk Mengatasi Permasalahan UMMI Birem	Teknik Mesin (dan Ilmu Permesinan Lain)	Agung Pijjo Budigano, S.T., M.T. Saiful Anwar, S.Pd., M.T.	0020096903 0025126605	III/d III/d	S2 S2	L L	70.000.000	I	8	Hibah Bersaing
75	FT	Teknik Mesin	Pengembangan Prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal Bialih Hibrid Kerapatan Angin Rendah Skala Rumah Tangga Berbasis Kinesia Model Di Terowongan Angin	Teknik Energi	Indra Heriamba Siregar, S.T., M.T. Aeb Ansori, S.Pd., M.T.	0007097103 0030037800	III/c III/b	S2 S2	L L	69.500.000	I	8	Hibah Bersaing
76	FT	Teknik Mesin	Pengembangan Model Pembelajaran Teknik Permesinan Yang Efektif Di SMK	Pendidikan Teknik Mesin	Drs. Yunus, M.Pd. Iskandar, S.T., M.T.	0023046502 0002117005	IV/b III/c	S2 S2	L L	70.000.000	III	8	Hibah Bersaing

