

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DASAR UNGGULAN PERGURUAN TINGGI



PENGEMBANGAN PROTOTIPE TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL BERBASIS
***DRAG FORCES BLADES* SKALA MODEL di TEROWONGAN ANGIN**

TIM PENGUSUL

INDRA HERLAMBA SIREGAR, S.T., M.T	NIDN : 0007097103
Dr. MOHAMMAD EFFENDY, S.T., M.T.	NIDN : 0011037706
AKHMAD HAFIZH AINUR RASYID, S.T., M.T.	NIDN : 0020038801

UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
DESEMBER 2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : PENGEMBANGAN PROTOTIPE TURBIN ANGIN
SUMBU VERTIKAL BERBASIS DRAG FORCES
BLADES SKALA 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 : 082141187720
Alamat surel (e-mail) : indrasiregar@unesa.ac.id

Anggota (1)

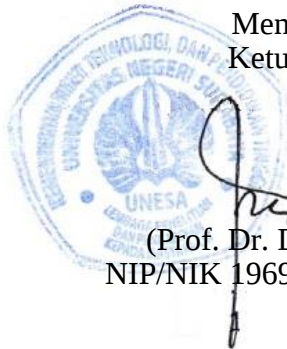
Nama Lengkap : Dr MOHAMMAD EFFENDY S.T, M.T
NIDN : 0011037706
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Anggota (2)

Nama Lengkap : AKHMAD HAFIZH AINUR RASYID
NIDN : 0020038801
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 3 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 108,635,000
Biaya Keseluruhan : Rp ,272,093,500

 Mengetahui,
Ketua LPPM
(Prof. Dr. Darni, M.Hum)
NIP/NIK 196912051994032001

Surabaya, 10 - 12 - 2020
Ketua,


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

RINGKASAN

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 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, sehingga masih terbuka ruang untuk mengembangkan teknologi untuk memanfaatkan energi angin yaitu turbin angin. Oleh karena letak geografis Indonesia sebagai negara tropis menyebabkan karekteristik 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 rata-rata angin di Indonesia yang rendah berkisar 3-6 m/s. Untuk itu sangatlah urgen untuk mengembangkan teknologi turbin angin yang mampu bekerja sesuai dengan karekteristik angin di Indonesia.

Pada tahun kedua ini model turbin angin di desain dengan memberikan bilah pengganggu ganda di depan bilah utama yang berbasis rancangan yang dikembangkan oleh Savonius dengan jarak celah antar bilah pengganggu tetap 1cm sedangkan jarak celah bilah pengganggu dengan bilah utama bervariasi dari 2, 4 dan 6 cm dengan variasi kecepatan angin di sesuaikan dengan kecepatan angin rata-rata di Indonesia berkisar 3 s.d 6 m/s diperoleh hasil maksimum pada jarak celah pengganggu 6 cm menghasilkan kinerja turbin sebesar 20,38 % pada kecepatan 6 m/s.

Pada tahun ketiga model tahun pertama diberikan pengarah angin tipe pluit box dan omnidirectional guide vane dimana hasil terbaik pada kedua jenis pengarah angin pada kecepatan angin 6 m/s sebesar 28,52 % untuk pengarah angin tipe pluit box dan 25 % untuk omnidirectional guide vane.

Kata Kunci : *Turbin Angin Sumbu Vertikal, drag forces blades, pluit box, Omnidirectional Guide vane*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	14
BAB 4. HASIL YANG DICAPAI	19
4.1 Efek penambahan pengarah angin tipe pluit box terhadap kinerja bilah dengan plat berayun bebas	19
4.2 Efek penambahan pengarah angin jenis omnidirectional guide vanes terhadap kinerja bilah dengan plat berayun bebas	21
4.3 Efek penambahan pengarah angin jenis omnidirectional guide vanes terhadap distribusi tekanan pada permukaan bilah dengan plat berayun bebas	30
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Peta jalan pengembangan desain bilah pada turbin angin savonius	7
Tabel 2. Peta Jalan penelitian turbin angin savonius <i>multistage</i>	8
Tabel 3. Peta Jalan penambahan Pengarah Angin Untuk Meningkatkan kinerja turbin angin savonius	9
Tabel 4. Peta jalan pengembangan turbin angin sumbu vertikal berbasis <i>lift</i> <i>forces blades</i> dan <i>drag forces blades</i> yang telah dilakukan pengusul	11
Tabel 5. Rencana format pengumpulan data	17
Tabel 6. Spesifikasi model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan overlapping	22

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Prinsip kerja Turbin angin Sovanius	6
Gambar 2. Bagan Alir PDUPT tahun kedua	15
Gambar 3. Diagram fishbone hubungan variabel bebas dengan variabel respon...	16
Gambar 4. Ilustrasi rangkaian instrumen penelitian	17
Gambar 5. Model Tahun pertama PDUPT.....	18
Gambar 6. Instalasi model turbin angin dengan pengarah angin tipe pluit box dengan dua bilah pengarah di ujung masuk	19
Gambar 7. Perbandingan C_p max model turbin angin dengan celah berayun bebas tanpa dan dengan pengarah angin	20
Gambar 8. Densitas daya dari model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa dan dengan pengarah angin	20
 Gambar 9. Torsi statik dari model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa dan dengan pengarah angin	 21
Gambar 10. Dimensi dan parameter dari model turbin angin dengan plat berayun bebas	22
Gambar 11. Desain omni directional guide vanes (ODGV).....	23
Gambar 12. Instalasi model turbin angin dengan pengarah angin tipe Omni directional guide vaness (ODGV)	23
Gambar 13. Densitas daya dari model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan variasi jumlah bilah pengarah pada ODGV	24
Gambar 14. Koefisien kinerja maksimum dari model turbin angin dengan plat berayun bebas pada tiap kecepatan angin dengan variasi jumlah bilah pengarah pada ODGV	25
Gambar 15. Perbandingan distribusi torsi dari model turbin angin dengan plat berayun bebas antara model tanpa ODGV (B0) dengan ODGV 18 (B18)	25
Gambar 16. Perbandingan distribusi putaran dari model turbin angin dengan plat berayun bebas antara model tanpa ODGV (B0) dengan ODGV 18 (B18)	26
Gambar 17. Pengaruh jumlah bilah pada ODGV terhadap distribusi koefisien kinerja dari model turbin angin dengan plat berayun bebas	27
Gambar 18. Pengaruh jumlah bilah pada ODGV terhadap putaran dari model turbin angin dengan plat berayun bebas	28
Gambar 19. Sketsa aliran udara melintasi ODGV	29
Gambar 20. Pengaruh jumlah bilah pada ODGV terhadap torsi dari model turbin angin dengan plat berayun bebas.....	30

Gambar 21. Pembacaan tekanan statik pada permukaan bilah dengan manometer ..	31
Gambar 22. Posisi pressure tap no 1-9 untuk sisi cekung dan 19-27 untuk sisi cembung	31
Gambar 23. Posisi pressure tap no 28-36 untuk sisi cekung dan 10-18 untuk sisi cembung	32
Gambar 24. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut datang arah angin 0^0	32
Gambar 25. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut 0^0	33
Gambar 26. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut datang arah angin 20^0	34
Gambar 27. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut 20^0	34
Gambar 28. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut datang arah angin 80^0	35
Gambar 29. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV 12 dengan sudut datang arah angin 0^0	36
Gambar 30. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut 0^0	36
Gambar 31. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut arah angin 20^0	37
Gambar 32. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut arah angin 20^0	37
Gambar 33. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut datang arah angin 80^0	38
Gambar 34. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut arah angin 20^0	38

BAB 1

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 listrik, transportasi, penerangan dan peralatan-peralatan rumah tangga.

Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut untuk saat ini disuplai oleh energi fosil. Namun listrik energi fosil ini di konversikan ke energi yang dapat dimanfaatkan oleh manusia untuk menyokong aktifitasnya memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena melepas emisi ke atmosfer berupa gas CO₂, hal menyebabkan terjadinya efek rumah kaca yang merupakan salah satu listrik dominan terjadinya pemanasan global (Thomas R. Anderson dkk., 2016).

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 2015 masih di dominasi oleh energi yang berasal dari energi fosil, untuk mengatasi ketersediaan energi listrik 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.

Indonesia yang memiliki pantai sepanjang 80.791,42 km merupakan wilayah potensial untuk pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan kecepatan angin rata-rata di pesisir pantai Indonesia secara umum antara 3 m/detik hingga 5 m/detik. 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).

Namun dari potensi yang ada hingga tahun 2010, kapasitas terpasang dalam 2ertic 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 dengan teknologi turbin angin yang digunakan saat ini dikembangkan adalah jenis turbin angin sumbu horizontal skala besar.

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 (2ertic, 2013).

Selain itu konstruksi tower untuk turbin angin sumbu horizontal lebih tinggi sehingga biayanya lebih mahal dibandingkan dengan turbin angin sumbu 2ertical, letak generator turbin angin sumbu horizontal diatas sehingga menyulitkan perawatan sedangkan letak generator

turbin angin sumbu 3ertical di bawah, kemudian tingkat kebisingan yang dihasilkan oleh perputaran turbin angin sumbu horizontal lebih tinggi daripada turbin angin sumbu 3ertical (Muhammad M A, 2012)

Oleh karena itu pengusul tertarik mengembangkan prototipe turbin angin sumbu 3ertical berbasis *drag forces blades* yang dikenal dengan turbin angin Sovanius. Penelitian bertujuan untuk mengurangi drag pada *returning blade* dan mendesain alat untuk mempercepat aliran angin 3ertic mengalir dipermukaan *blade*, hal ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja turbin angin yang akan dikembangkan tim pengusul dimana penelitian dilakukan dalam skala model di terowongan angin.

1.2 Tujuan Khusus

1. Mendapatkan database karekteristik aerodimanis hasil dari pengembangan desain model turbin angin sumbu 3ertical berbasis *drag forces blades* di terowong angin.
2. Mendapatkan database kinerja hasil dari pengembangan desain model turbin angin sumbu 3ertical berbasis *drag forces blades* di terowong angin.
3. Mendapatkan prototipe turbin angin yang mampu berkerja pada kecepatan angin yang rendah pada tingkat effisiensi diatas 15 %.

1.3 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 5,02 % (BI, 2011). Hal ini tentunya 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 fossil berupa batubara, minyak bumi dan gas alam sebesar 76,2 % dari total energi 3ertical3 pada tahun 2010 (Syahril, 2011).

Energi fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui sehingga pemakaian sumber energi ini mengakibatkan cadangannya berkurang. Kementrian 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 (Syahril, 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 (Syahril, 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 (Aertic, 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.

1.4 Temuan Yang Ditargetkan

Penelitian yang diajukan oleh pengusul ditargetkan mendapatkan prototipe turbin angin sumbu 5ertical yang memiliki kinerja optimum dan mampu berkerja pada kecepatan angin rendah yaitu lebih kecil dari 3 m/s yang merupakan kecepatan rata-rata di 5ertical5 dengan tingkat efisiensi konversi energi lebih besar 15 %.

1.5 Rencana Capaian Tahunan

Adapun rencana capaian tahunan dari penelitian ini adalah:

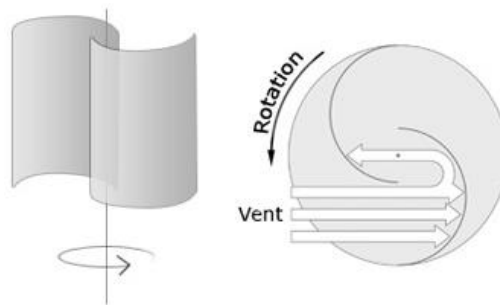
No	Jenis Luaran				Indikator Capaian		
					TS	TS+1	TS+2
1	Artikel ilmiah dimuat di jurnal	Internasional bereputasi	√	√	Submit	accepted	Published
		Nasional Terakreditasi		√	Submit	accepted	accepted
2	Artikel ilmiah dimuat di prosiding	Internasional terindeks	√			Sudah dilaksanakan	
		Nasional		√			Sudah dilaksanakan
3	Invited Speaker dalam temu Ilmiah	Internasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Nasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
4	Visiting Lecturer	Internasional			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
5	Hak Kekayaan Intelektual (HKI)	Paten			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Paten Sederhana		√	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Hak Cipta			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Merek Dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Rahasia Dagang			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Desain Produk Industri			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Indikasi Geografis			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Varietas Tanaman			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
		Perlindungan Topografi Sirkuit Terpadu			Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
6	Teknologi Tepat Guna			√	Tidak ada	Produk	Produk
7	Model/Purwarupa/Desain/Karya Seni/Rekayasa Sosial			√	Produk	Produk	Produk
8	Buku Ajar (ISBN)		√		draft	Editing	Published
9	Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT)				2	3	4

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 State of the art Penelitian

Turbin angin sumbu 6ertical 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 baik cekung maupun cembung akan menimbulkan gaya drag, dimana gaya inilah yang akan memutar poros dari turbing angin Sovanius.



Gambar 1. Prinsip kerja Turbin angin Sovanius

Pada akhir-akhir banyak penelitian yang dilakukan terkait dengan turbin angin savonius, yang terklasifikasi dengan dimensi bilah, profil bilah, *multi stage*, *end plates* dan pemanfaatan peralatan tambahan untuk meningkatkan daya yang dapat dibangkitkan oleh turbin berbasis savonius.

Aspek rasio pada turbin angin savonius yang merupakan perbandingan tinggi dan diameter bilah (lihat gambar 3.a), dimana semakin besar perbandingan aspek rasio semakin rendah kerugian akibat pengaruh dari ujung bilah dari penelitian aspek rasio 4 menghasilkan effisiensi terbaik untuk bilah savonius convensional (Saha, 2008), namun dengan memperhatikan stabilitas struktur maka aspek ratio pada turbin angin

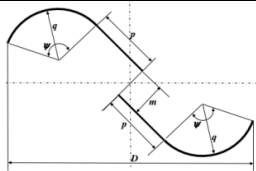
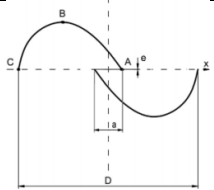
savonius adalah lebih kecil 1,5 (akwa, 2012).

Overlap rasio pada turbin angin savonius adalah perbandingan jarak antara bilah dengan diameter bilah savonius (lihat gambar 3.b) yang terbaik pada rentang nilai overlap rasio 0,2 sampai dengan 0,3 (Fujisawa, 1992)

Pengaruh jumlah bilah pada turbin angin savonius telah banyak diteliti baik oleh Mahmoud dkk (2012), Ali (2013), Fitranda dkk (2014) dan Wenehenubuna dkk (2015), hasil penelitian mereka memaparkan bahwa semakin banyak jumlah bilah pada turbin angin savonius berdampak terhadap penurunan kinerja turbin dan jumlah bilah 2 yang adalah jumlah yang menghasilkan kinerja turbin yang terbaik.

Penelitian terhadap bentuk geometris bilah dari turbin angin savonius yang bertujuan meningkatkan kinerja turbin telah banyak dilakukan oleh para peneliti antara lain Kamoji dkk (2009), Kacprzak (2013) dan Tartuferi (2015) yang memodifikasi bentuk kurva dasar bilah yang ditemukan oleh Savonius.

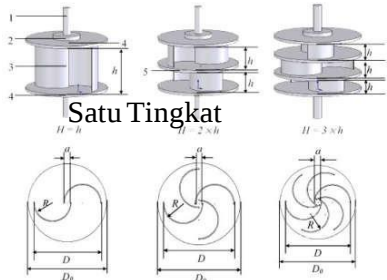
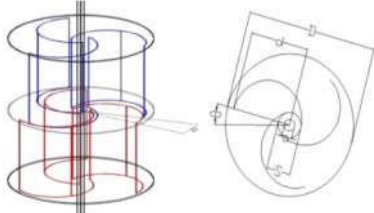
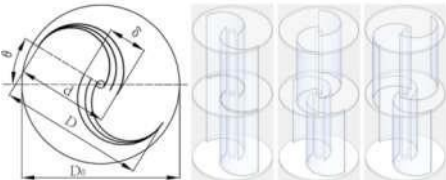
Tabel 1. Peta jalan pengembangan desain bilah pada turbin angin savonius

Peneliti	Desain	TSR	$C_{p_{max}}$
Kamoji dkk (2009)		0,7-0,9	0,2
Kacprzak (2013)		0,8	0,34
Tartuferi (2015)		0,5-0,7	0,21

Penelitian pengaruh jumlah tingkat terhadap turbin angin savonius dengan bilah standard jumlah bilah dua peringkat Kamoji dkk (2008), Jian dkk (2012) dan Jian dkk (2016). Sedangkan Kamoji dkk (2011) meneliti

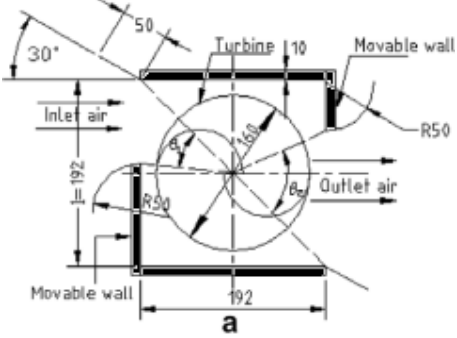
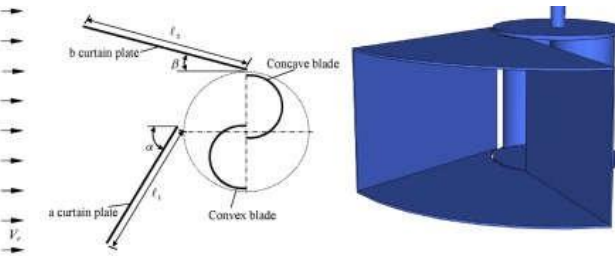
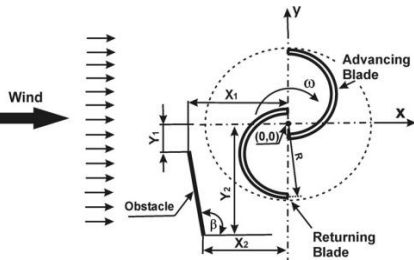
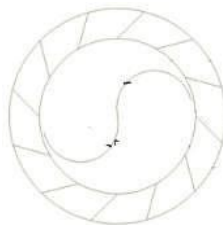
dengan bilah termodifikasi Untuk Kumbernuss dkk (2012) meneliti dengan bilah standard jumlah bilah tiga peringkat.

Tabel 2. Peta Jalan penelitian turbin angin savonius *multistage*

Peneliti	Desain dan Hasil	
Kamoji dkk (2008)		Satu Tingkat $C_{pmax} = 0,17$ $TSR = 0,6 - 0,8$ Dua Tingkat $C_{pmax} = 0,145$ $TSR = 0,7 - 0,9$ Tiga Tingkat $C_{pmax} = 0,135$ $TSR = 0,7 - 0,9$
Kumbernuss dkk (2012)		$C_{pmax} = 0,2$ $TSR = 0,5 - 0,7$
Jian dkk (2016)		$C_{pmax} = 0,361$ $TSR = 0,8 - 1$ $TSR = 0,8 - 1$

Untuk meningkatkan kinerja turbin angin Savonius banyak peneliti menambahkan peralatan untuk mempecepat aliran angin menerpa bilah baik dalam bentuk box Irabu dkk (2007) maupun circular Fitrandi dkk (2015), Altan dkk (2010) mengarah arah aliran menuju *advancing blade* yang bertujuan menambah daya dorong dan menghalangi aliran ke *returning blade* agar dayaambat berkurang, sedangkan Mohamed (2011) hanya menambahkan pengganggu (*obstacle*) di depan *returning blade* untuk mengurangi daya hambat.

Tabel 3. Peta Jalan penambahan Pengarah Angin Untuk Meningkatkan kinerja turbin angin savonius

Peneliti	Desain dan Hasil
Irabu dkk (2007)	 $C_{p_{max}} = 0,27$ pada $TSR = 0,5 - 0,7$
Altan dkk (2010)	 $C_{p_{max}} = 0,37$ pada $TSR = 0,3 - 0,5$
Mohamed (2011)	 $C_{p_{max}} = 0,25$ $TSR = 0,7 - 0,9$
Fitrandi (2014)	 $C_{p_{max}} = 0,24$ pada Kecepatan angin 3,5 m/s

Dari uraian diatas yang berkaitan hasil-hasil penelitian terdahulu, perlu mengembangkan prototipe turbin angin sumbu 10ertical yang mampu beroperasi pada kecepatan angin rendah, dalam kaitan ini pengusul dalam tiga tahun kedepan akan mengembangkan model turbin angin yang berbasis *drag forces lift* dimulai dari pengembangan bentuk bilah, susunan dua tingkat dan penambahan peralatan untuk mempercepat aliran angin menerpa bilah turbin.

2.2. Roadmap Penelitian Pengusul

Secara garis besar penelitian pengembangan turbin angin sumbu 10ertical telah dilakukan pengusul sejak tahun 2012 dengan melakukan rancang bangun dalam skala model turbin angin sumbu 10ertical berbasis turbin angin Darrieus tipe-H atau berbasis *lift forces blades*, kemudian dilanjutkan pada tahun 2013 dan 2014 penelitian ini didanai oleh Dikti dalam skim hibah bersaing dimana 10erti 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. Pada tahun 2015 sampai 2017 pengusul melakukan pengembangan turbin angin sumbu vertical dengan bilah kombinasi atau bilah hybrid yang juga didanai oleh Dikti dalam skim hibah bersaing.

Untuk penelitian yang terkait pengembangan turbin angin berbasis *drag forces blades* yang telah dilakukan oleh pengusul adalah penelitian pengaruh jumlah bilah dan penambahan *wind deflector* pada turbin angin savonius (fitranda, 2014) dan penelitian turbin angin savonius dua tingkat dengan sudut phase 90^0 pada kondisi angin real (siregar, 2017). Peta jalan penelitian yang telah dilakukan pengusul pada turbin angin sumbu 10ertical baik yang berbasis *lift forces blades* maupun *drag forces blades* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Peta jalan pengembangan turbin angin sumbu 11ertical berbasis *lift forces blades* dan *drag forces blades* yang telah dilakukan pengusul

Peneliti	Desain Bilah berbasis <i>lift forces</i> dan Hasil
Siregar dkk (2013)	 $Cp_{max} = 0,13$ pada sudut pitch = 30^0
Siregar dkk (2014)	 Produksi listrik 748 Wh per hari
Siregar dkk (2016)	 $Cp_{max} = 0,07$ pada TSR = 0,3-0,4
Siregar dkk (2017)	 $Cp_{max} = 0,08$ pada TSR = 0,3-0,4

Peneliti	Desain Bilah berbasis <i>drag forces</i> dan Hasil	
Fitranda (2014)		$C_{p_{max}} = 0,24$ pada Kecepatan angin 3,5 m/s
Siregar (2017)		Produksi listrik 1136 Wh per hari
Siregar dkk (2018)		$C_{p_{max}} = 0,1587$ Kecepatan angin 6 m/s
Siregar dkk (2019)		$C_{p_{max}} = 0,2038$ Kecepatan angin 6 m/s

2.3. Persamaan yang terkait dengan parameter yang di analisa

Data yang diambil dari penelitian perlu dianalisa dan diolah dalam bentuk grafik atau tabel, oleh karena itu diperlukan persamaan yang terkait agar tujuan dari penelitian dapat tercapai. Adapun persamaan-persamaan tersebut dipaparkan sebagai berikut :

1. Power density

$$Power\ Density = \frac{T\omega}{A} \quad (1)$$

T = Torsi turbin angin (N.m)

ω = putaran turbin angin (rps)

A = Luas sapuan turbin angin (m²)

2. Tip speed ratio (λ)

$$\lambda = \frac{\omega R}{V_w} \quad (2)$$

R = jari-jari bilah turbin angin (m)

ω = putaran turbin angin (rps)

V_w = Kecepatan turbin angin (m/s)

3. Koefisien kinerja turbin angin (C_p)

$$C_p = \frac{T\omega}{0.5\rho AV_w^3} \quad (3)$$

4. Koefisien torsi turbin angin (C_T)

$$C_T = \frac{T}{0.5\rho ARV_w^2} = \frac{C_p}{\lambda} \quad (4)$$

BAB 3

METODE PENELITIAN

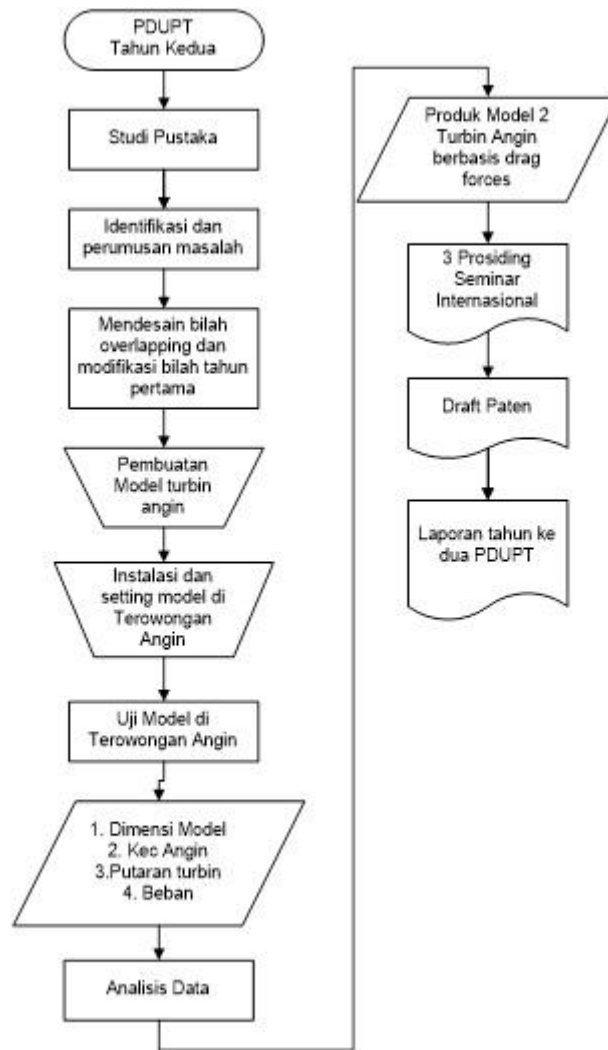
3.1 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian adalah suatu bagan yang menggambarkan langkah-langkah dalam pelaksanaan selama penelitian dilakukan. Pada tahun pertama penelitian dilakukan dengan mendesain *flexible dan fix drag reducing* pada bilah berbasis *drag forces* di terowongan angin. Bilah yang menghasilkan kinerja yang terbaik pada kecepatan angin 3 – 6 m/s dijadikan model turbin angin pada tahun pertama. Pada tahun kedua pengusul akan mengembangkan desain tahun pertama dengan menambah celah antar bilah dengan poros yang bertujuan menambah gaya dorong pada *returning blade* serta mendesain alat mempercepat aliran angin yang menerpa bilah, rekayasa ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi model turbin angin tahun kedua daripada tahun model turbin angin pertama dengan Tingkat Kesiapan Teknologi mencapai TKT 3. Pada tahun ketiga pengusul akan membuat prototipe dari model turbin angin tahun kedua yang semua komponennya sudah tervalidasi dilingkungan laboratorium dan sebagian komponen tervalidasi dalam lingkungan yang relevan untuk mengetahui karakteristik prototipe baik dari segi kinerja bilah, kestabilan system dan ketangguhan system dengan TKT akhir penelitian 4.

Lokasi pengujian dilakukan di laboratorium mekanika fluida teknik mesin Universitas Negeri Surabaya. Secara garis besar bagan alir penelitian tahun kedua dapat dilihat pada gambar 2.

3.2. Metodologi Penelitian

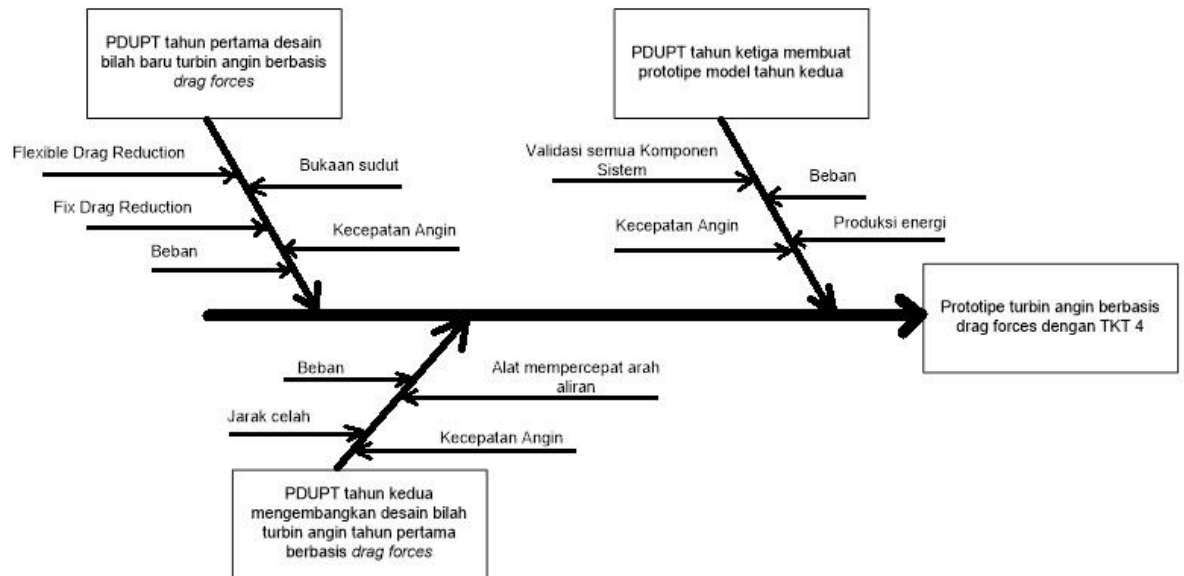
Penelitian yang diajukan pengusul adalah penelitian eksperimental yang bertujuan menganalisis hubungan antara variabel bebas yang diujikan dan variabel respon yang kemudian dianalisa setelah itu hasil analisa disajikan dalam bentuk gambar ataupun paparan dimana hubungan antara variabel bebas yang diujikan dan variabel respon dalam bentuk fish diagram seperti gambar 3.



Gambar 2. Bagan Alir PDUPT tahun ketiga

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

1. Alokasi waktu direncanakan mulai Juli sampai dengan Desember 2020.
2. Lokasi Penelitian dilakukan di Laboratorium mekanika fluida UNESA
3. Variabel respon dari penelitian berupa Power density, koefisien kinerja turbin (C_p), koefisien torsi (C_T), Tip speed Ration (TSR).



Gambar 3. Diagram fishbone hubungan variabel bebas dengan variabel respon

4. Parameter yang diukur antara lain

- a. Torsi Poros Turbin angin (N.m)
- b. Putaran turbin (rpm)
- c. Kecepatan angin (m/s)

Peralatan dan Instrumen Penelitian

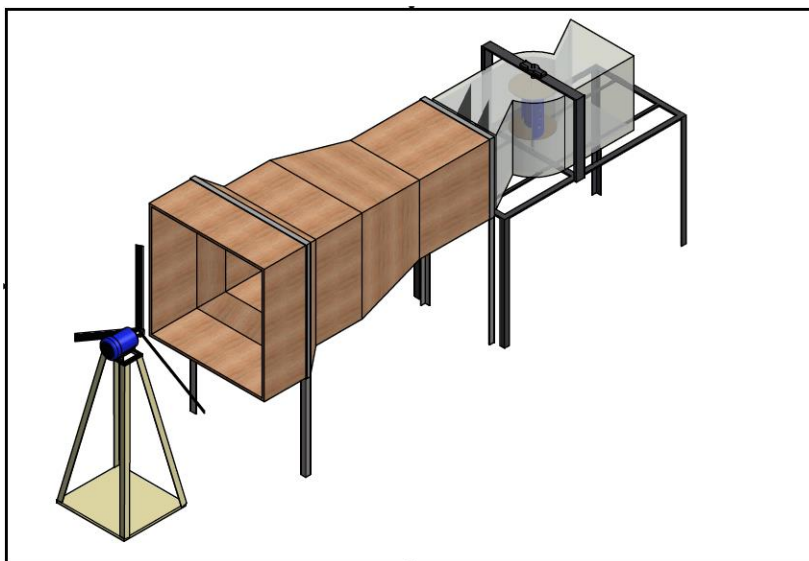
Peralatan dan instrumen merupakan peralatan uji yang digunakan untuk memperoleh data penelitian. Rangkaian peralatan dan instrumen dapat dilihat pada gambar 4 yang terdiri dari :

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

Prosedur Penelitian

1. Instalasi Model di dudukan Turbin angin
2. Hidupkan kipas, set potensiometer sesuai dengan kecepatan angin yang akan diujikan.

3. Ukur Kecepatan Angin.
4. Beri beban pada poros turbin
5. Ukur putaran turbin.
6. Ukur temperature udara.
7. Lakukan langkah 1 sampai 4 tiap 5 menit.
8. Ulangin langkah sampai dengan melakukan perubahan pada kecepatan angin dan beban pada poros.

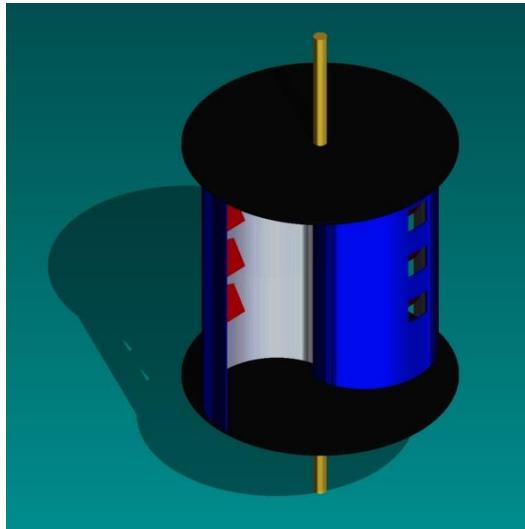


Gambar 4. Ilustrasi rangkaian instrumen penelitian

Tabel 5. Rencana format pengumpulan data

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

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



Gambar 5. Model Tahun pertama PDUPT

Teknik Analisis Data

1. 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 sub bab sebelumnya lalu menyajikannya dalam bentuk tabel dan gambar. Langkah berikutnya adalah menginterpretasikan data tersebut dalam bentuk pembahasan dengan mengacu dari studi pustaka dari penelitian-penelitian terdahulu. Kemudian menarik kesimpulan dari hasil pembahasan tersebut.

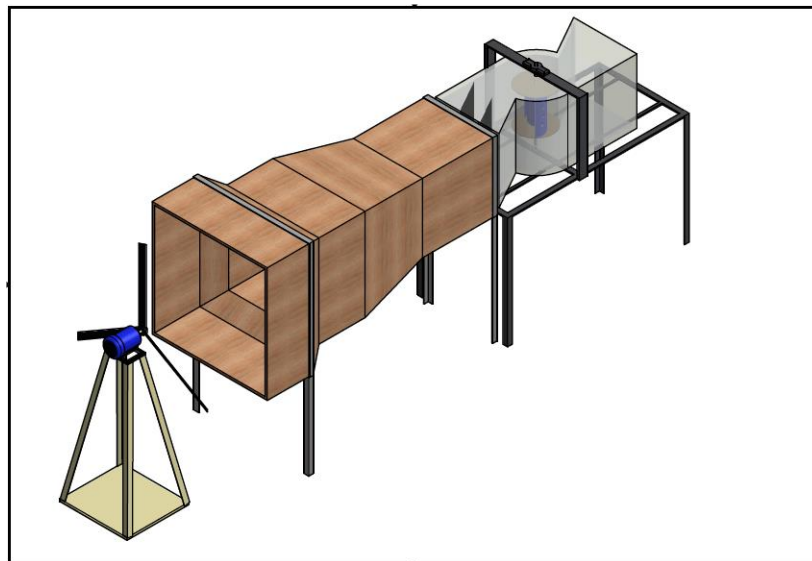
BAB 4

HASIL YANG DICAPAI

4.1 Efek penambahan pengarah angin tipe pluit box terhadap kinerja bilah dengan plat berayun bebas

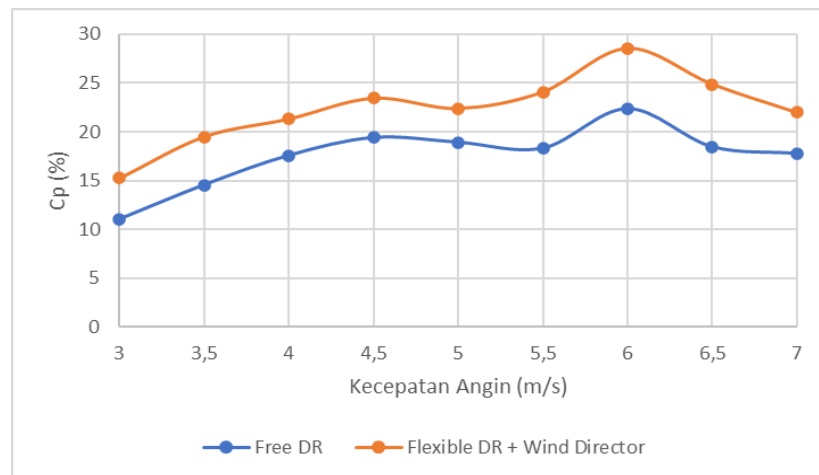
Kinerja model turbin angin sangat dipengaruhi jumlah massa dan kecepatan angin yang menimpa bilah selain memperkecil torsi negatif yang dihasilkan oleh bilah pada sisi cembung. Untuk itu pada sub bab ini menguraikan pengaruh penambahan pengarah angin tipe tertutup dengan dua bilah pengarah di ujung pengarah angin (lihat gambar 6).

Gambar 7 dan gambar 8 menunjukkan bahwa penambahan pengarah angin pada model turbin angin dengan celah berayun bebas mampu meningkatkan kinerja turbin untuk semua kecepatan angin yang di ujikan. Hal ini di duga adanya pengarah angin masa udara yang menimpa permukaan bilah lebih terkonsentrasi pada bilah sisi cekung sehingga torsi positif yang dihasilkan meningkat daripada bilah dengan celah berayun bebas tanpa pengarah angin ditandai dengan torsi statik yang dihasilkan model turbin angin dengan celah berayun bebas dengan pengarah angin lebih besar daripada model turbin angin dengan celah berayun bebas tanpa pengarah angin (lihat gambar 8)

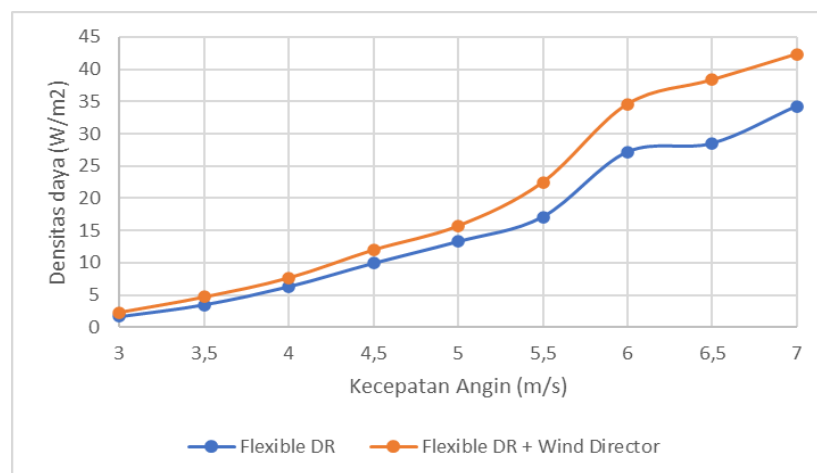


Gambar 6 Instalasi model turbin angin dengan pengarah angin tipe pluit box dengan dua bilah pengarah di ujung masuk

Selain itu pengarah angin dengan adanya dua sekat pada bagian entri dari pengarah angin selain mempercepat dan mengkonsentrasikan udara juga memblokir angin yang akan menimpa sisi cembung dari bilah, kombinasi dari fenomena ini mampu meningkatkan kinerja model turbin angin.

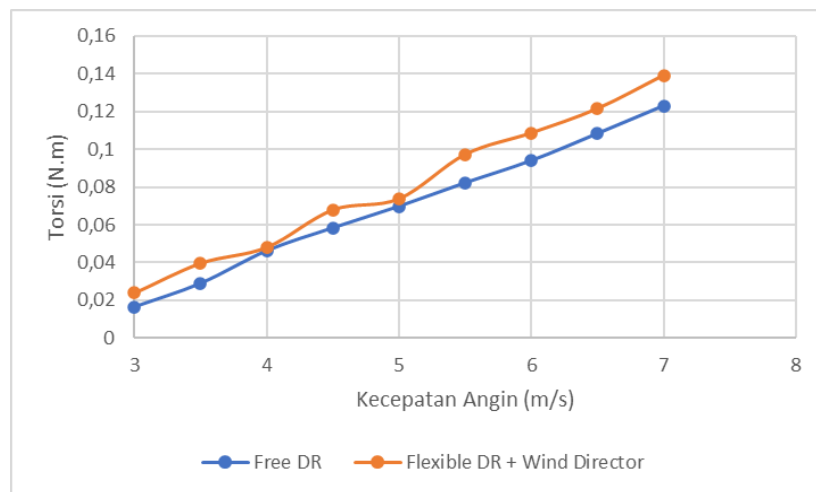


Gambar 7. Perbandingan C_p max model turbin angin dengan celah Berayun bebas tanpa dan dengan pengarah angin



Gambar 8. Densitas daya dari model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa dan dengan pengarah angin

Namun titik puncak kinerja model turbin angin dengan celah berayun bebas baik dengan dan tanpa pengarah angin mulai menurun jika kecepatan angin diatas 6 m/s. Hal ini diduga semakin meningkatnya kecepatan angin, maka akan terjadi *blockage* pada sisi masuk pengarah angin dan lapis batas yang terbentuk akibat gaya geser pada permukaan bilah mengganggu aliran udara sebelum menimpa bilah sehingga gaya yang timbul pada kondisi ini lebih rendah akibatnya kinerja dari model turbin juga menurun lihat gambar 7.



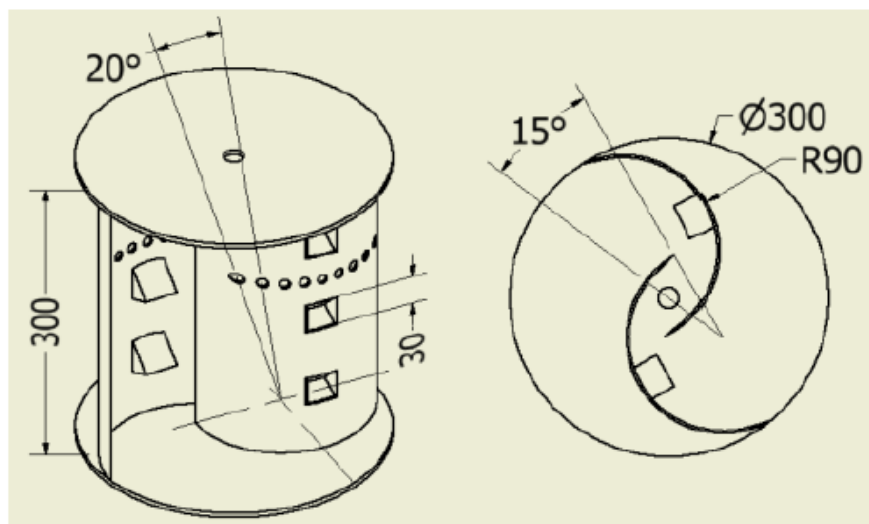
Gambar 9. Torsi statik dari model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa dan dengan pengarah angin

4.2 Efek penambahan pengarah angin jenis omnidirectional guide vanes terhadap kinerja bilah dengan plat berayun bebas

Pada sub bab sebelumnya dijelaskan pengaruh penambahan pengarah angin jenis pluit terhadap kinerja model turbin angin dengan bilah terdapat plat yang berengsel diatasnya sehingga mampu berayun bebas akibatnya celah yang ditutupi oleh plat tersebut dapat terbuka dan tertutup seiring kombinasi gerak berputar model turbin dengan angin yang menimpa permukaan bilah.

Pada sub bab ini model turbin angin dengan plat berayun bebas memiliki desain dan bahan yang berbeda. Adapun model turbin angin dengan plat berayun bebas dapat dilihat pada gambar 10 dimana pada permukaan dibuatkan lubang untuk mengukur tekanan statik yang bekerja baik pada sisi depan maupun

belakang bilah model turbin lubang ini disebut *pressure tap*. Adapun jumlah *pressure tap* pada bilah sebanyak 36 titik dengan setiap titik berjarak 20° . Untuk spesifikasi model turbin yang dikembangkan dapat dilihat pada tabel 6.

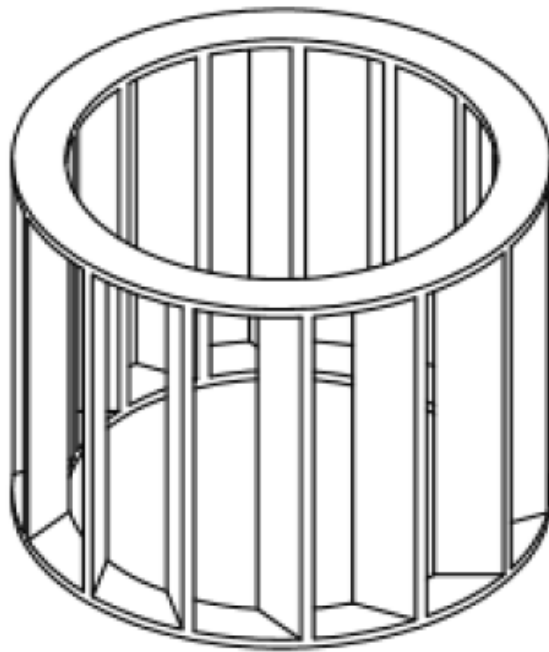


Gambar 10 Dimensi dan parameter dari model turbin angin dengan plat berayun bebas

Tabel 6. Spesifikasi model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan overlapping

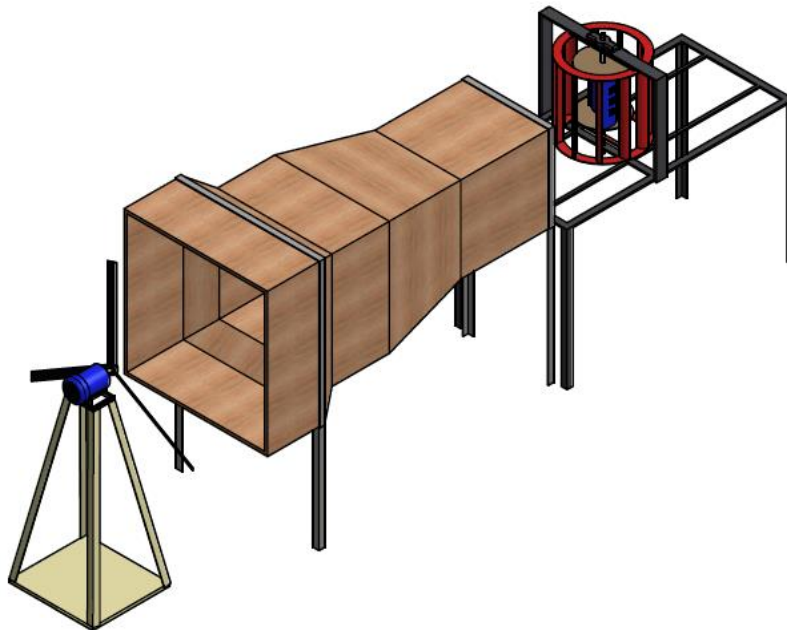
Parameter	Bentuk / Nilai
Profile bilah model turbin angin	C
Jumlah bilah model turbin angin	2
Panjang busur, (mm)	180
Diameter rotor, (mm)	300
Overlap ratio	20 %
Jumlah plat berayun	3 per bilah
Dimensi plat berayun (mm^2)	30 x 30
Bahan bilah	PVC
Bahan disk atas dan bawah	Arcliryc

Selain itu juga didesain pengarah angin jenis selubung yang mengitari model turbin angin dengan variasi bilah 12, 14, 16 dan 18 dan sudut pengarah angin sebesar 45° berlawanan arah jarum jam yang disebut *omni directional guide vanes* (ODGV) lihat gambar 11.



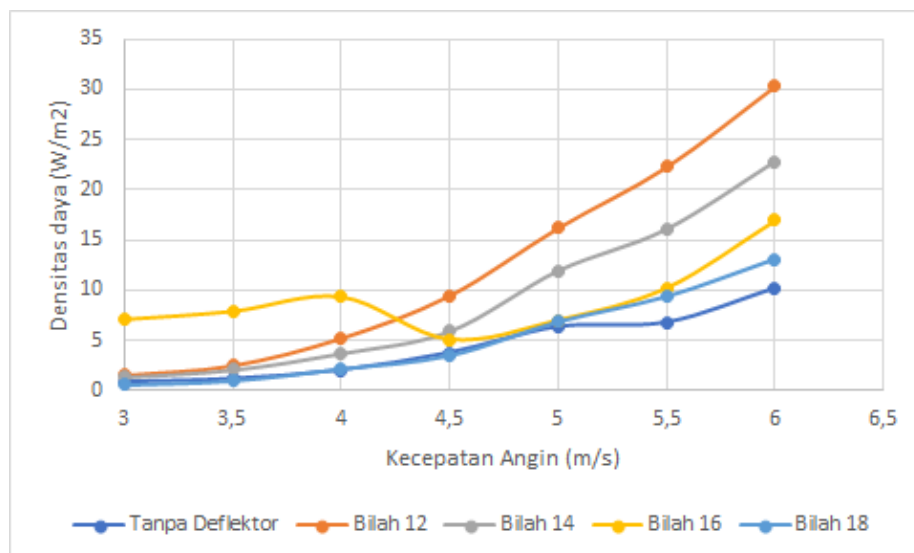
Gambar 11. Desain omni directional guide vanes (ODGV)

Instalasi model turbin angin dengan plat berayun bebas serta guide vanenya dapat dilihat pada gambar 12.



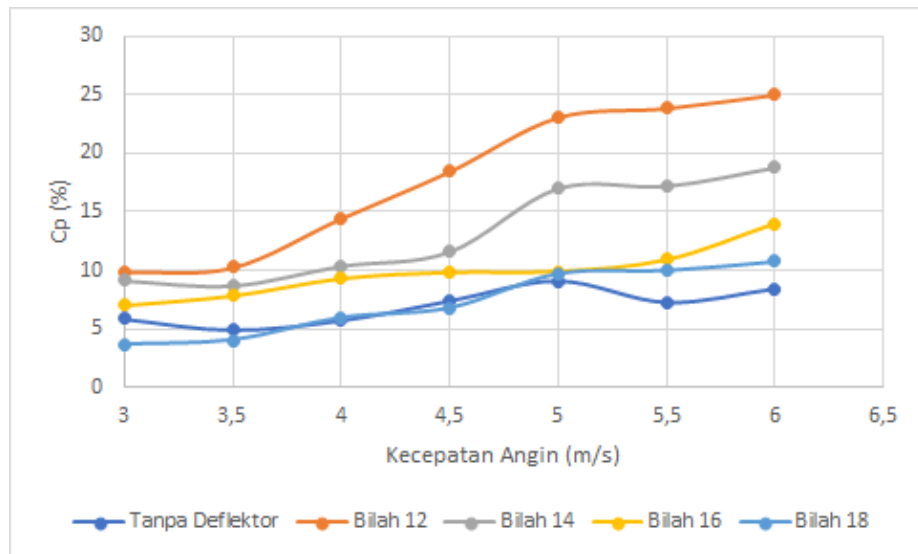
Gambar 12. Instalasi model turbin angin dengan pengarah angin tipe Omni directional guide vaness (ODGV)

Penambahan jumlah bilah pengarah pada ODGV berakibat terjadinya penurunan kinerja dari model turbin angin dengan plat berayun bebas pada bilah lihat gambar 13 dan 14. Walaupun jika dibandingkan dengan model turbin angin tanpa ODGV, penambahan ODGV yang memiliki kinerja terendah (bilah 18) masih lebih baik daripada model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV terutama pada kecepatan angin lebih besar daripada 5 m/s. Hal ini juga menunjukkan adanya ODGV mampu meningkatkan kinerja model turbin angin, peningkatan ini terjadi lebih disebabkan massa udara yang menimpa permukaan bilah dari model turbin angin lebih besar

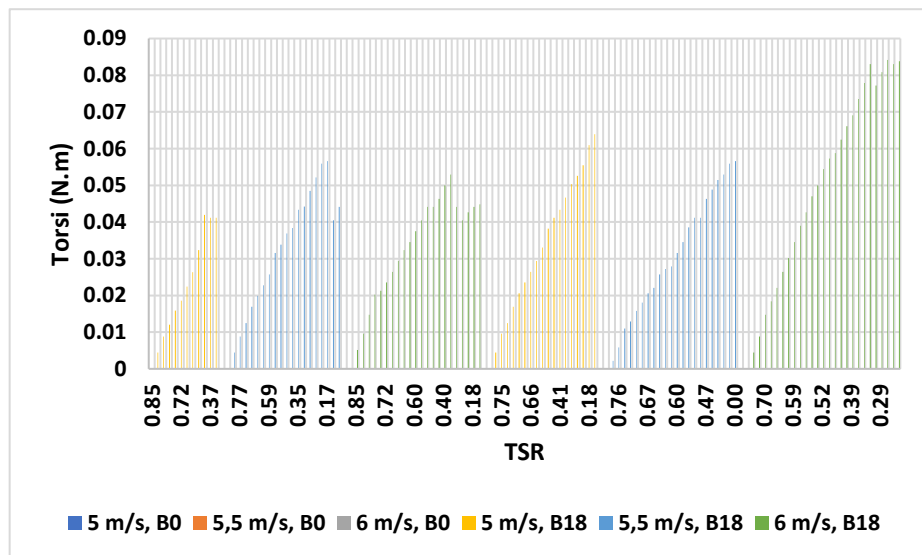


Gambar 13. Densitas daya dari model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan variasi jumlah bilah pengarah pada ODGV

untuk model turbin angin dengan ODGV daripada tanpa ODGV. Hal ini diduga karena keberadaan ODGV dengan jumlah bilah banyak seperti pada kasus jumlah bilah 18 mampu mengarahkan angin disisi bilah cembung menuju bilah cekung sehingga gaya yang dihasilkan oleh bilah model dengan ODGV lebih besar daripada model tanpa ODGV kondisi ini diperkuat dengan distribusi torsi yang dihasilkan model turbin angin dengan ODGV (B18) lebih besar daripada model turbin angin tanpa ODGV (B0) lihat gambar 15.

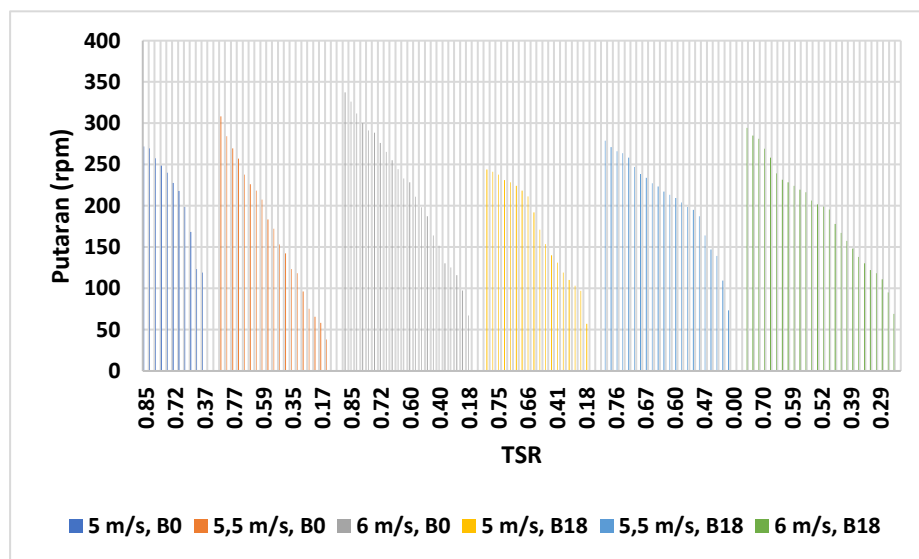


Gambar 14. Koefisien kinerja maksimum dari model turbin angin dengan plat berayun bebas pada tiap kecepatan angin dengan variasi jumlah bilah pengarah pada ODGV



Gambar 15. Perbandingan distribusi torsi dari model turbin angin dengan plat berayun bebas antara model tanpa ODGV (B0) dengan ODGV 18 (B18)

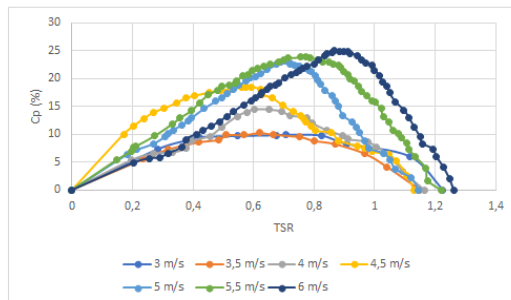
Sebaliknya semakin banyak jumlah bilah ternyata malah menurunkan putaran dari model turbin angin dengan plat berayun bebas, hal ini menunjukkan keberadaan plat pada permukaan bilah yang bisa berayun bebas mampu meneruskan aliran udara menuju bagian belakang bilah dikarenakan keberadaan lubang yang ditutupi oleh bilah yang berayun bebas terbuka karena adanya dorongan angin pada sisi bilah cembung. Begitupula pada sisi cembung sebagian kecil aliran udara juga bebas menuju bagian belakang bilah karena plat berayun bebas yang menutupi lubang tidak sempurna akibat adanya kombinasi arah radial bilah turbin dan arah angin yang menimpa bilah pada sisi cekung. Hal inilah diduga sebagai penyebab turunnya putaran model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV yang memiliki jumlah bilah yang banyak (B18) lihat gambar 15 dan 16.



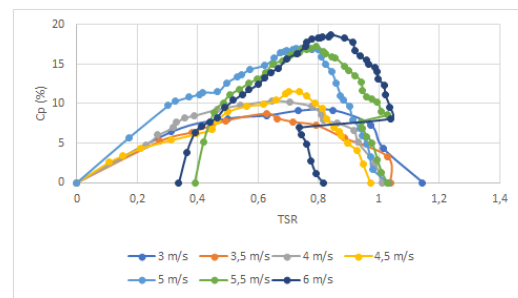
Gambar 16. Perbandingan distribusi putaran dari model turbin angin dengan plat berayun bebas antara model tanpa ODGV (B0) dengan ODGV 18 (B18)

Semakin meningkat jumlah bilah pada ODGV berdampak terhadap distribusi koefisien kinerja model turbin angin dengan plat berayun bebas, dimana peningkatan jumlah bilah pada ODGV menyebabkan aliran udara yang masuk kedalam ODGV yang selanjutnya menimpa permukaan bilah model turbin angin terhambat, hal ini ditunjukkan oleh nilai dari tip speed ratio (TSR) yang cenderung

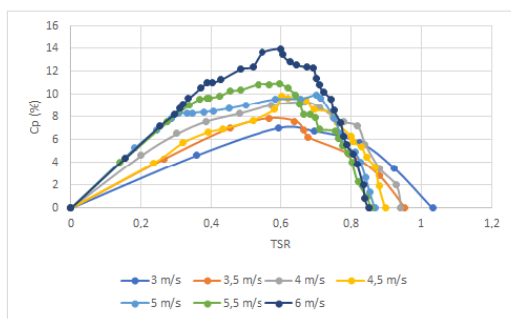
bergeser ke kiri menuju lebih kecil dari satu. Hal ini jugalah yang menyebabkan kinerja dari model turbin angin dengan plat berayun bebas menurun di akibatkan massa udara yang menimpa bilah dari model turbin lebih kecil untuk ODGV dengan jumlah bilah yang lebih banyak daripada ODGV dengan jumlah bilah yang lebih sedikit.



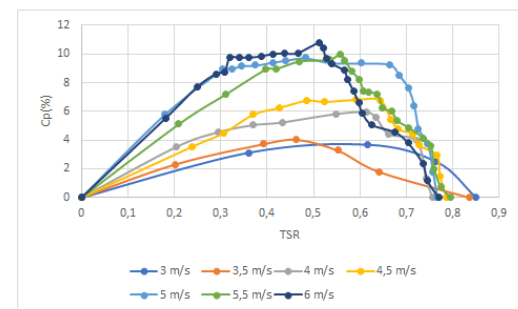
(a) Jumlah bilah ODGV 12



(b) Jumlah bilah ODGV 14

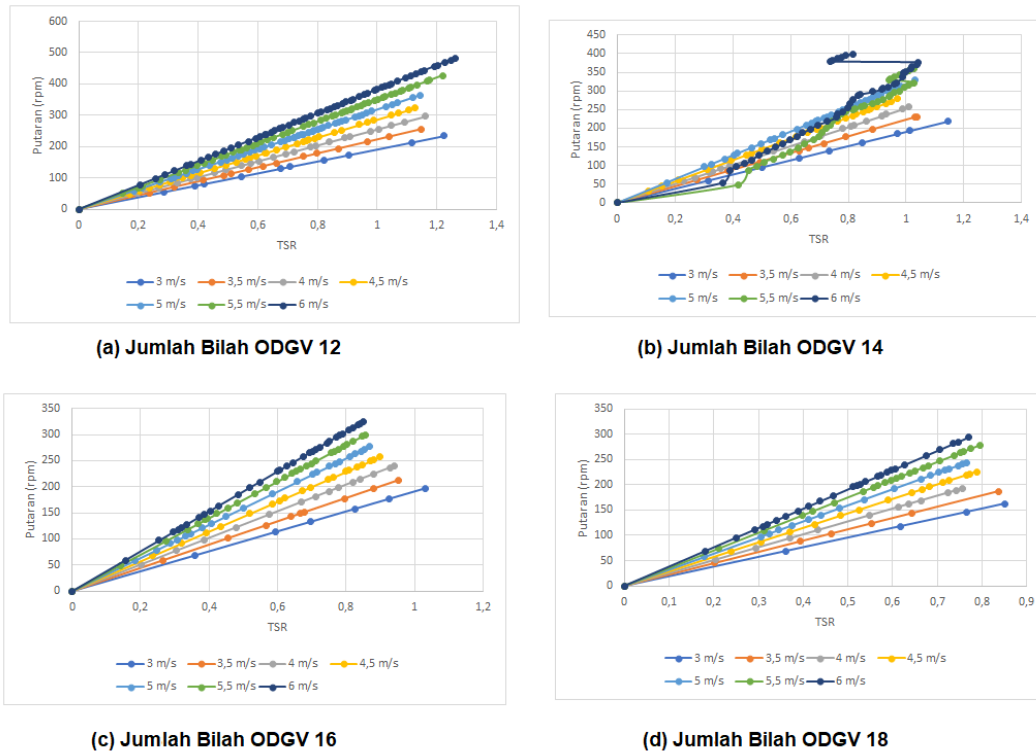


(c) Jumlah bilah ODGV 14



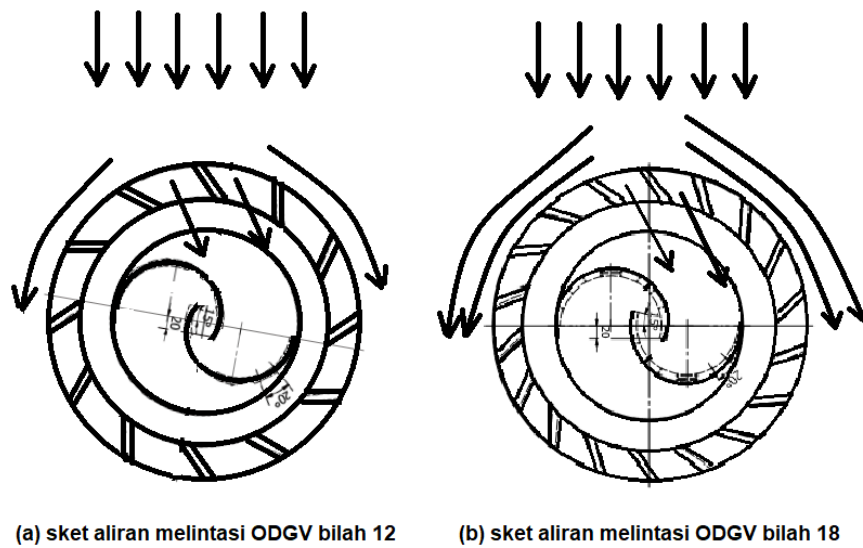
(d) Jumlah bilah ODGV 18

Gambar 17. Pengaruh jumlah bilah pada ODGV terhadap distribusi koefisien kinerja dari model turbin angin dengan plat berayun bebas



Gambar 18. Pengaruh jumlah bilah pada ODGV terhadap putaran dari model turbin angin dengan plat berayun bebas

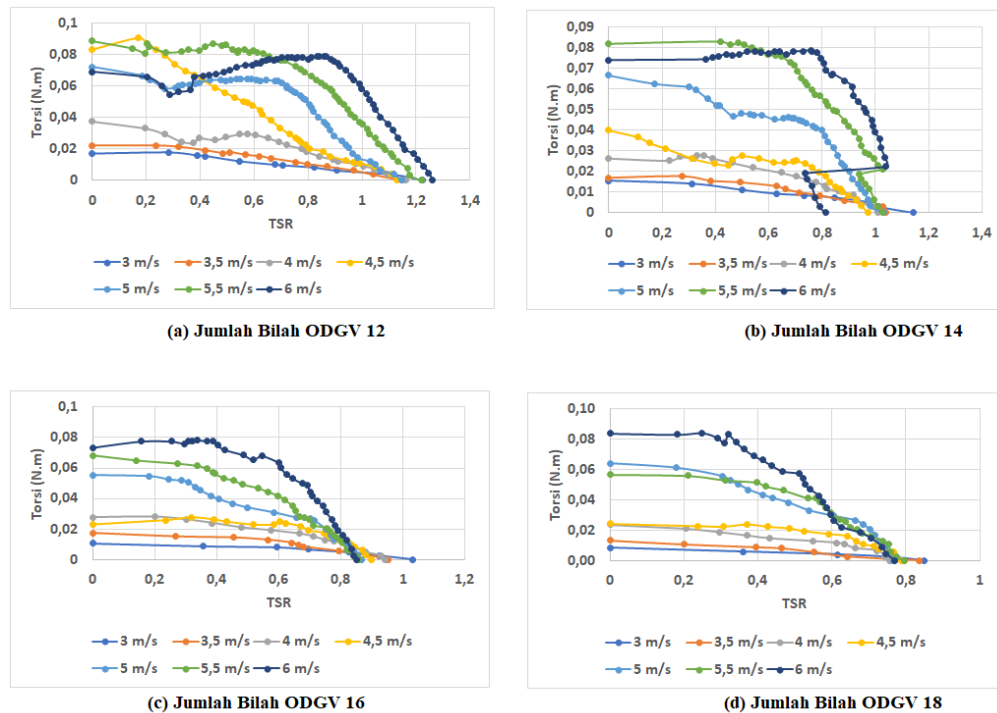
Gambar 18 juga mendukung dugaan terkait pengaruh penambahan bilah pada ODGV menyebabkan turunnya kinerja dari model turbin angin dengan plat berayun bebas, semakin bertambah jumlah bilah ODGV maka hambatan juga semakin besar sehingga porsi udara yang mengalir diluar ODGV semakin bertambah sehingga jumlah massa aliran udara menuju model turbin angin menurun, hal inilah yang menyebabkan putaran model turbin semakin menurun seiring bertambahnya bilah ODGV lihat gambar 19 Selain itu penambahan jumlah bilah juga menyebabkan peningkatan kecepatan aliran yang masuk ke permukaan bilah sehingga hal ini menyebabkan turunnya tip speed ratio hal ini dapat dilihat pada gambar 18 semakin bertambah jumlah bilah maka nilai tip speed ratio semakin turun.



Gambar 19. Sketsa aliran udara melintasi ODGV

Peningkatan jumlah bilah pada ODGV ditinjau dari torsi statik yang dihasilkan oleh model turbin angin dengan plat berayun bebas ada suatu fenomena dimana torsi statik tertinggi jumlah bilah 12 dan 14 terjadi pada kecepatan angin 5,5 m/s sebaliknya untuk jumlah bilah ODGV 16 dan 18 terjadi pada kecepatan angin 6 m/s.

Gambar 20 menunjukkan semakin banyak jumlah bilah maka kecepatan angin setelah guide vane meningkat tajam, hal ini ditandai dengan nilai TSR yang menurun seiring meningkatnya jumlah bilah karena TSR definisi dari rasio kecepatan angin di ujung bilah dengan kecepatan angin yang menerpa bilah dengan meningkatnya kecepatan angin yang menerpa bilah sebagai pembagi sedangkan kecepatan di ujung bilah relatif sama maka nilai sari TSR akan menurun.



Gambar 20. Pengaruh jumlah bilah pada ODGV terhadap torsi dari model turbin angin dengan plat berayun bebas

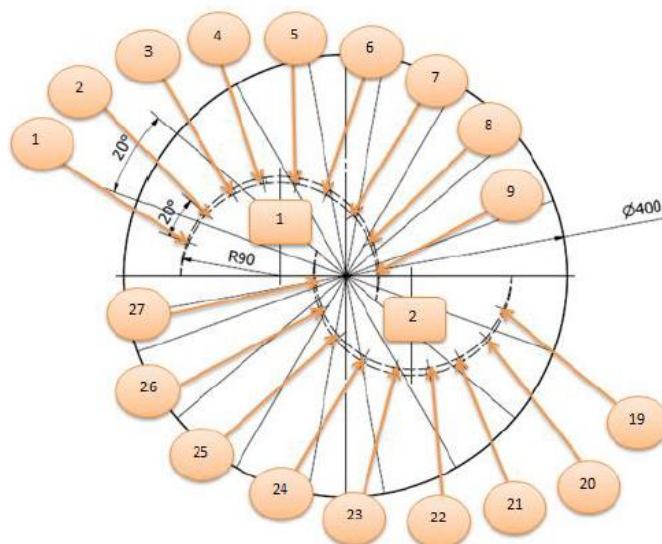
Selain itu semakin bertambahnya jumlah bilah guide vane mampu meningkatkan kemampuan *self starting* dari model turbin angin dengan plat berayun bebas yang ditandai dengan nilai torsi statik maksimum dicapai pada guide vane dengan jumlah bilah 18 lihat gambar 20.

4.3 Efek penambahan pengarah angin jenis omnidirectional guide vanes terhadap distribusi tekanan pada permukaan bilah dengan plat berayun bebas

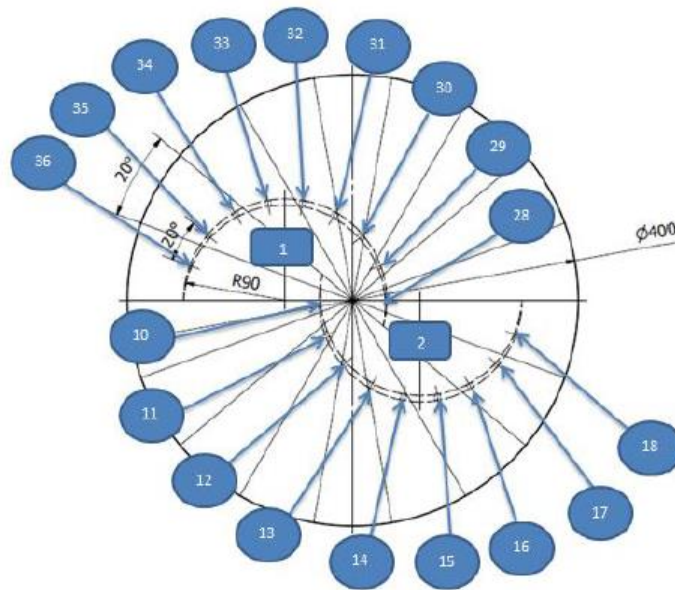
Perilaku aliran pada permukaan bilah dapat diamati dengan menempatkan pressure tap pada permukaan bilah yang kemudian dari pressure tap dihubungkan ke manometer untuk membaca tekanan yang terjadi di permukaan bilah lihat gambar 21. Adapun urutan pressure tap untuk sisi depan bilah cekung adalah tap nomer 1-9 sedangkan sisi dalam bilah cembung adalah tap nomer 19-27 lihat gambar 22. Untuk sisi dalam bilah cekung adalah tap nomer 28-36 sedangkan sisi depan bilah cembung adalah tap nomer 10-18 lihat gambar 23.



Gambar 21. Pembacaan tekanan statik pada permukaan bilah dengan manometer

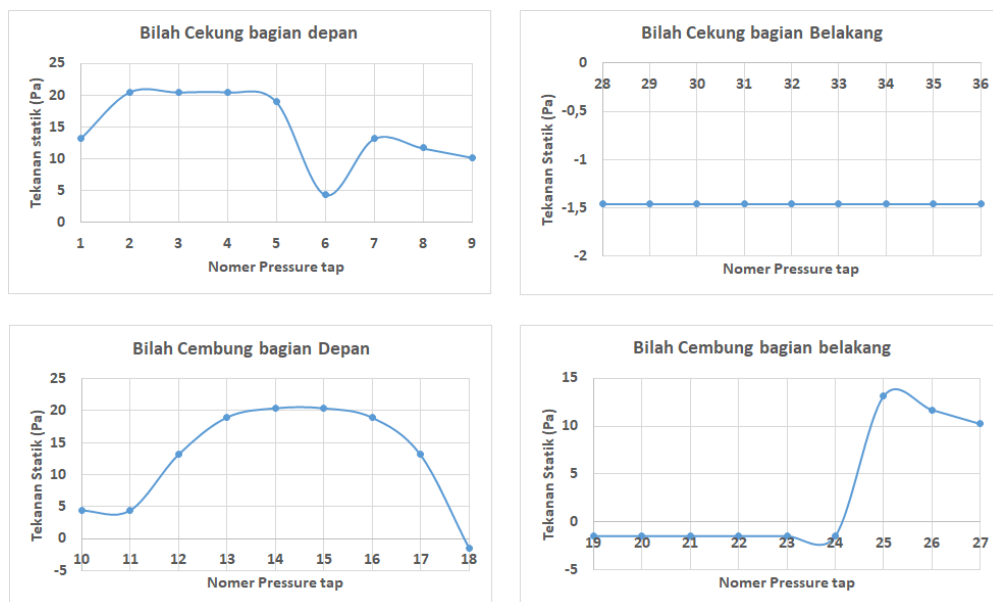


Gambar 22. Posisi pressure tap no 1-9 untuk sisi cekung dan 19-27 untuk sisi cembung



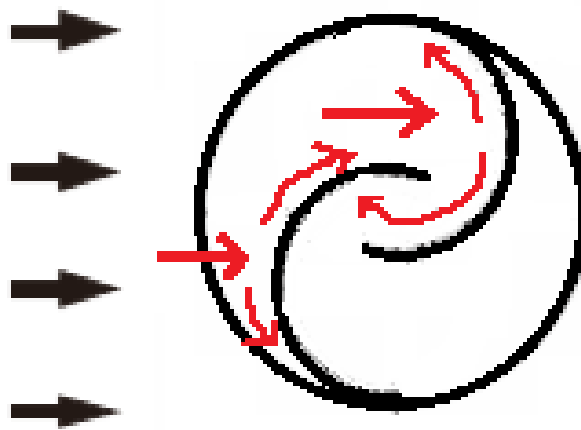
Gambar 23. Posisi pressure tap no 28-36 untuk sisi cekung dan 10-18 untuk sisi cembung

Hasil pembacaan tekanan statik pada permukaan bilah tanpa omnidirectional guide vanes dapat dilihat pada gambar 24 dan 25 pada posisi bilah tegak lurus dengan arah aliran atau 0 derajat.



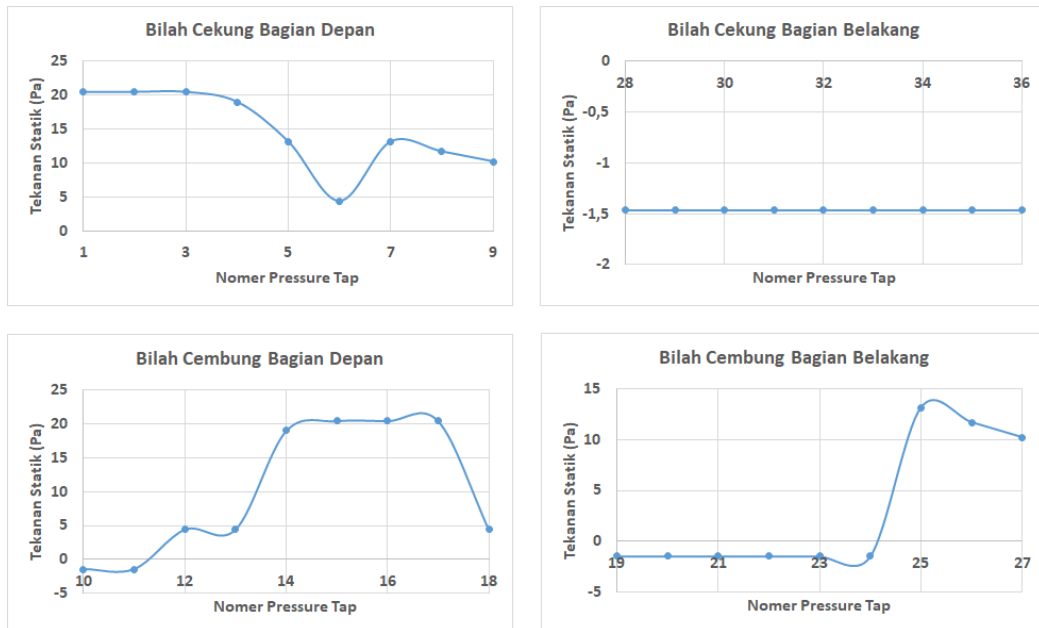
Gambar 24. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut datang arah angin 0°

Pada posisi angin tegak lurus dengan penampang bilah dari model turbin angin (sudut 0^0) terlihat bahwa untuk model turbin angin tanpa ODGV baik bilah sisi cekung dan cembung mendapat tekanan yang relatif hampir sama pada permukaan bilah dimana pada sisi cekung menghasilkan torsi positif sedangkan pada sisi cembung menghasilkan torsi negatif, namun ada keuntungan dari desain bilah yang overlapping menyebabkan aliran yang berasal dari sisi cekung mendorong bilah cembung dari sisi belakang yang ditandai dengan tekanan pada titik 25,26 dan 27 yang merupakan pressure tap pada bagian belakang bilah sisi cembung atau daerah overlapping lihat gambar 25.



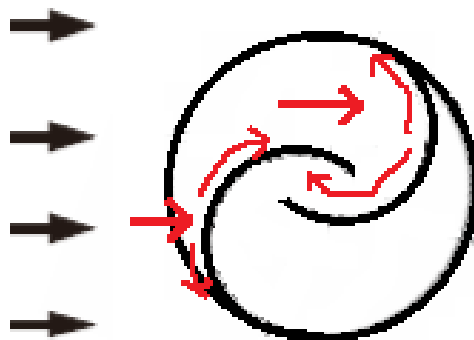
Gambar 25. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut 0^0

Sedangkan untuk daerah dibelakang sisi bilah cekung merupakan daerah wake (tekanan negatif) yang tentunya hal ini juga menunjukkan tidak bahwa gaya yang timbul pada permukaan bagian belakang sisi bilah cekung searah dengan gaya yang timbul pada sisi bagian depan sehingga hal ini akan memperbesar torsi positif yang dihasilkan oleh bilah sisi cekung. Desain overlapping membawa keuntungan dengan adanya tambahan gaya dari sisi belakang bilah cembung yang memperbesar torsi positif dari model turbin angin.

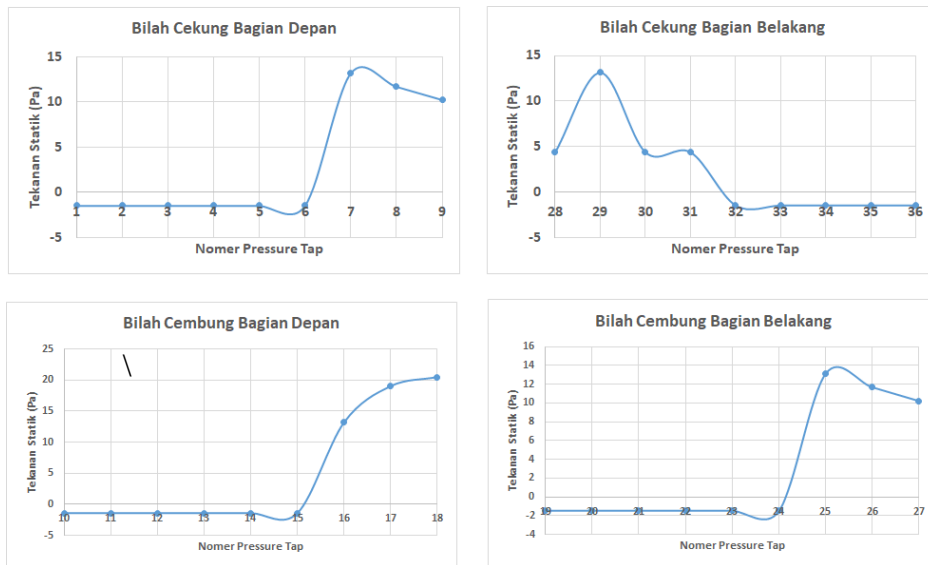


Gambar 26. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut datang arah angin 20^0

Pergerakan bilah sehingga bilah membentuk sudut 20^0 dengan arah angin terlihat pergeseran tekanan yang menimpa bilah cekung dan cembung yang terlihat nilai tekanan maksimum pada nomer *pressure tap* yang terjadi mengalami pergeseran sedangkan pada bagian belakang baik sisi cekung dan cembung terlihat masih sama lihat gambar 23 dan 25



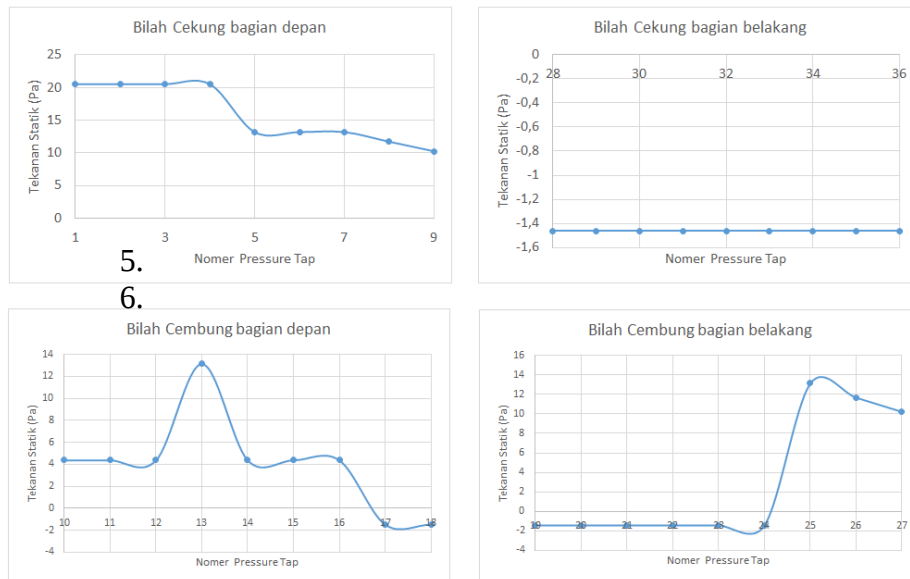
Gambar 27. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut 20^0



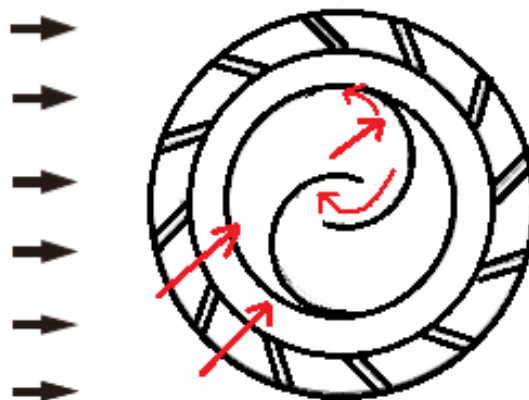
Gambar 28. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV dengan sudut datang arah angin 80°

Seiring bertambahnya pergerakan bilah sehingga bilah membentuk sudut 80°, bilah mengalami transisi dari awalnya berposisi sebagai bilah cekung menjadi bilah cembung atau sebaliknya begitupula sisi bagian belakang dari kedua sisi bilah cekung maupun cembung bertukar posisi menjadi bagian depan lihat gambar 28.

Pada posisi angin tegak lurus dengan penampang bilah dari model turbin angin (sudut 0°) terlihat bahwa keberadaan ODGV yang mana bilahnya membentuk sudut 45° mampu mendefleksikan arah aliran angin pada permukaan bilah cekung sehingga *pressure tap* no 1 sampai dengan 4 mengalami tekanan maksimum, begitupula jika ditinjau dari bilah sisi cembung keberadaan ODGV secara umum mengurangi tekanan pada permukaan sisi bilah cembung sehingga keberadaan ODGV mampu meningkatkan perbedaan torsi yang dihasilkan oleh bilah sisi cekung dan cembung. Sedangkan pada sisi bagian belakang bilah sisi cekung dan cembung keberadaan ODGV tidak berpengaruh secara nyata terhadap tekanan yang timbul dipermukaan bilah cekung maupun cembung pada sisi bagian belakang. Kondisi ini dapat dilihat dari besar dan bentuk profil distribusi tekanan di *pressure tap* pada bagian belakang bilah tidak begitu berbeda dengan bentuk profil tekanan pada bagian belakang model turbin tanpa ODGV lihat gambar 24 dan 29.

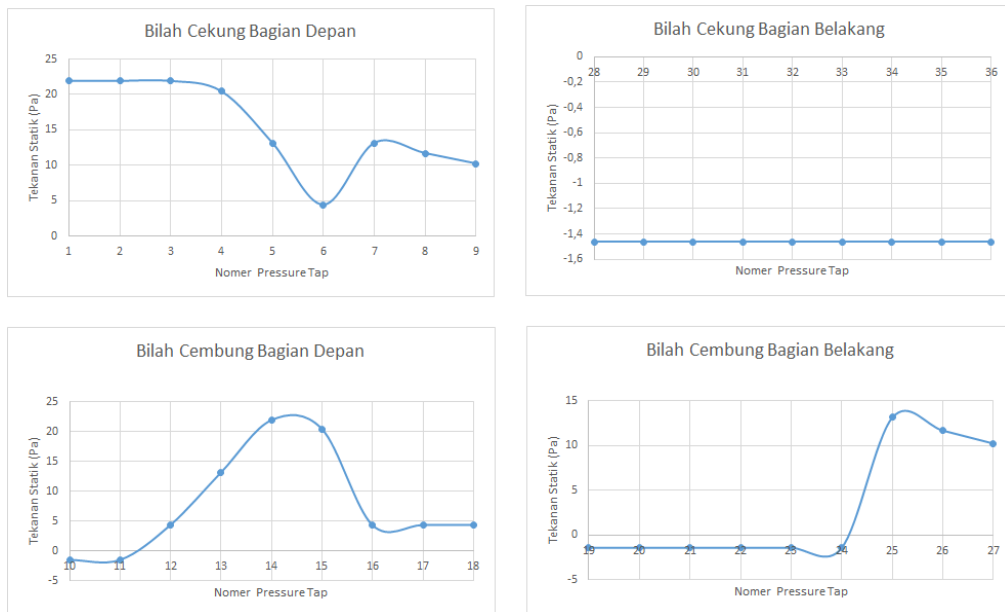


Gambar 29. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV 12 dengan sudut datang arah angin 0^0

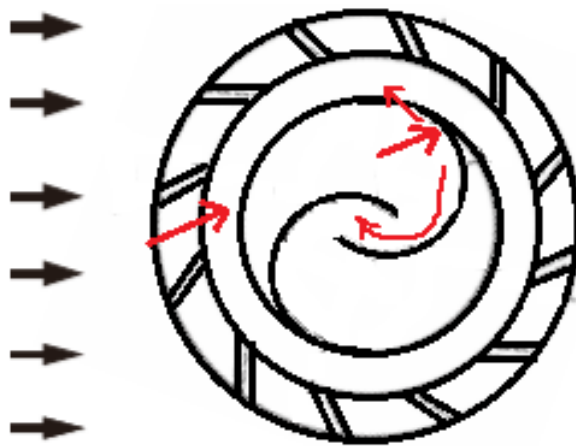


Gambar 30. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut 0^0

Seiring bilah berputar sehingga bilah membentuk sudut 20^0 dengan arah angin terlihat pergeseran tekanan yang menimpa bilah cekung dan cembung yang terlihat nilai tekanan maksimum pada nomer *pressure tap* yang terjadi mengalami pergeseran sedangkan pada bagian belakang baik sisi cekung dan cembung terlihat masih sama lihat gambar 31 dan 32.



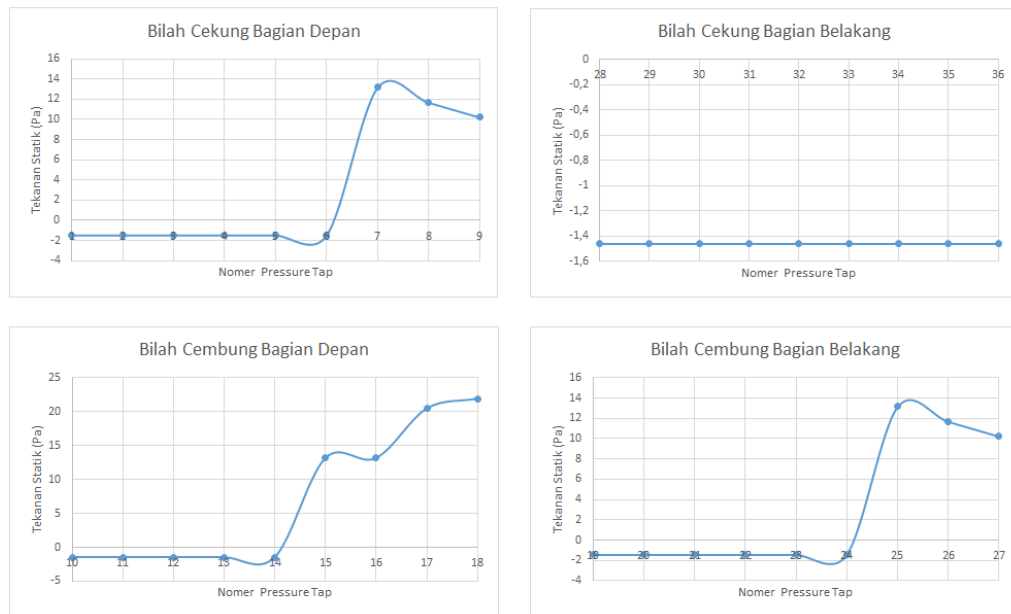
Gambar 31. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut arah angin 20^0



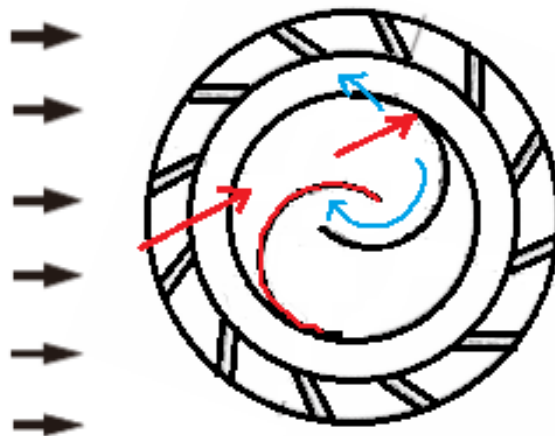
Gambar 32. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut arah angin 20^0

Seperti pada model turbin angin dengan plat berayun bebas tanpa ODGV pertambahan pergerakan bilah sehingga bilah membentuk sudut 80^0 , bilah mengalami transisi dari awalnya berposisi sebagai bilah cekung menjadi bilah cembung atau sebaliknya begitupula sisi bagian belakang dari kedua sisi bilah

cekung maupun cembung bertukar posisi menjadi bagian depan lihat gambar 33.



Gambar 33. Profil tekanan statik model turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut datang arah angin 80°



Gambar 34. Sketsa aliran pada permukaan bilah turbin angin dengan plat berayun bebas dengan ODGV dengan sudut arah angin 20°

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian model turbin angin dengan bilah berayun model turbin angin tahun pertama dengan penambahan pengarah angin tipe pluit box dan Omnidirectional guide vane terlihat model dengan dengan pluit box mampu meningkatkan kinerja model hingga 28,52 % pada tip speed ratio 0,89 sedangkan model dengan pengarah angin tipe omnidirectional guide vane mampu meningkatkan kinerja model hingga 25 % pada tip speed ratio 0,87.

Selain itu keberadaan pengarah angin baik tipe pluit box maupun omnidirectional guide meningkat self starting dari turbin sehingga turbin mulai berputar pada kecepatan angin dibawah 3 m/s.

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>, diakses 18 Juni 2016.
2. Altan, B. D., Atilgan, M., 2010, The use of a curtain design to increase the performance level of a Savonius wind rotors, *Renewable Energi* 35 (2010) 821–829.
3. Anonim, General Review, http://www.bi.go.id/en/publikasi/laporan-tahunan/perekonomian/Documents/General_Review.pdf, diakses 18 Juni 2016.
4. Akwa JV, Vielmo HA, and Petry AP, 2012, A review on the performance of Savonius wind turbines, *Renewable and Sustainable Energi Reviews*, Vol. 16, No. 5, pp. 3054–3064.
5. Fitrandi, Robby Ilham., Siregar, Indra Herlamba., 2014, KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN SAVONIUS 2 DAN 3 BLADE DENGAN MENGGUNAKAN BANTUAN GUIDE VANE, *Jurnal Teknik Mesin* Vol 2, No 02. 125-131.
6. Kamoji, M., Kedare, S., Prabhu, S., 2009, Experimental investigations on single stage modified Savonius rotor, *Applied Energi* 86, 1064–1073.
7. Kamoji, M., Kedare, S., Prabhu, S., 2008, Experimental investigations on Two and Three stage modified Savonius rotor, *International Journal of Energy Research*, No.32, 877–895.
8. Jian, C., Chen, L., Nie, L., Xu, H., Mo, Y., 2016, Experimental study of two- stage Savonius rotors with different gap ratios and phase shift angles, *Journal of Renewable and Sustainable*, Vol.8, 063302-1-063302-16.
9. Kumbnuss, J., Chen, J., Yang, H., Lu, L., 2012, Investigation into the relationship of the overlap ratio and shift angle of double stage three bladed vertical axis wind turbine (VAWT), *Journal Wind Engineering and Industrial. Aerodynamics* 107–108 (2012) 57–75.
10. Irabu, K., Roy, J., 2007, Characteristics of wind power on Savonius rotor using a guide-box tunnel *Experimental Thermal and Fluid Science* 32 (2007) 580–586.
11. 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), diakses pada tanggal 30 Januari 2013).

12. 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.
13. Siregar, Indra Herlamba., 2013, Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Darrieus Tipe-H Dua Tingkat Dengan Bilah Profile Modified NACA 0018 Dengan Dan Tanpa *Wind Deflector*, Jurnal Teknik Mesin Otopro Vol 8. No.2, 126-138.
14. Siregar, Indra Herlamba., Ansori, Aris., 2017, Karakteristik Model Turbin Angin Sumbu Vertikal Dua Tingkat Darrieus Tipe-H dengan Bilah Hibrid Profil Modified NACA 0018 dan Kurva S, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder Vol 3. No.1, 33-39.
15. Siregar, Indra Herlamba., Ansori, Aris., 2016, Performance of Combined Vertical Axis Wind Turbine blade between airfoil NACA 0018 with Curve Blade with and without Guide vane, International Journal of Scientific and Engineering Research Vol 7.,No.8, 863-867.
16. Siregar, Indra Herlamba., 2014, Karakteristik Aerodinamis Prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal Untuk Pembangkit Listrik Skala Rumah Tangga Pada Sudut Pitch Besar, Jurnal Teknik Mesin Otopro Vol 10. No.1, 126-138.
17. Siregar, Indra Herlamba., 2017, Kinerja Prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal Savonius dua tingkat denan phase 90^0 Untuk Pembangkit Listrik Skala Rumah Tangga, Laporan Penelitian Swadana.
18. Thomas R. Anderson, Ed Hawkins, and Philip D. Jones, 2016, CO₂, the greenhouse effect and global warming: from the pioneering work of Arrhenius and Callendar to today's Earth System Models, Endeavour Volume 40, Issue 3, Pages 178-187.
19. WWEA, 2011, The World Wind Energi Report 2011. (Online) (<http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergiReport2011.pdf>, diakses pada tanggal 5 Februari 2013).
20. **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)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
Kampus Lidah, Jalan Lidah Wetan Unesa, Surabaya 60213
Telepon 031-99421834, 99421835, Faksimil : 031-99424002
Laman : www.unesa.ac.id

KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
NOMOR 290/UN38/HK/PP/2020

TENTANG

PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN TAHUN JAMAK 2020 DAN 2021
DANA DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA,

- Menimbang : a. bahwa berdasarkan Surat Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Nomor: B/87/E3/RA.00/2020 tanggal 28 Januari 2020 tentang Penerima Pendanaan Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2020 dan Nomor 193/SP2H/AMD/LT/DRPM/2020 tanggal 26 Februari 2020 tentang Amandemen Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2019;
- b. bahwa berdasarkan hasil seleksi desk evaluasi dan pemaparan proposal penelitian yang dilakukan oleh panitia seleksi, telah ditetapkan Penerima Penelitian Dana Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun Jamak 2020 dan 2021;
- a. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a, perlu menetapkan Keputusan Rektor Universitas Negeri Surabaya tentang Penetapan Penerima Penelitian Tahun Jamak 2020 dan 2021 Dana Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat;
- Mengingat : 1. Undang-Undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2003 Nomor 78, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4301);
2. Undang-Undang RI Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 157, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4301);
3. Undang-Undang RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia

- Tahun 2012 Nomor 158, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5336);
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2009 tentang Dosen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 76, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5007);
 5. Peraturan Pemerintah RI Nomor 4 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 16, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5500);
 6. Keputusan Presiden RI Nomor 93 tahun 1999 tentang Perubahan IKIP menjadi Universitas;
 7. Peraturan Menteri Keuangan RI Nomor 92/PMK.05/2011 tentang Rencana Bisnis dan Anggaran Serta Pelaksanaan Anggaran Badan Layanan Umum (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 363);
 8. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 15 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Surabaya (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 889);
 9. Peraturan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 79 Tahun 2017 tentang Statuta Universitas Negeri Surabaya (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 1858);
 10. Keputusan Menteri Keuangan 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;
 11. Keputusan Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI Nomor 461/M/KPT.KP/2018 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Rektor Universitas Negeri Surabaya Periode Tahun 2018-2022;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TENTANG PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN TAHUN JAMAK 2020 DAN 2021 DANA DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT.

KESATU : Menetapkan Penerima Penelitian Tahun Jamak 2020 dan 2021 Dana Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Keputusan Rektor ini.

- KEDUA : Dalam melaksanakan tugasnya sebagai Penerima Penelitian Tahun Jamak 2020 dan Dana Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, wajib berpedoman pada ketentuan yang berlaku, dan secara tertulis memberikan laporan kepada Rektor Universitas Negeri Surabaya.
- KETIGA : Keputusan Rektor ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan tanggal 16 November 2020.

Ditetapkan di Surabaya
pada tanggal 9 Maret 2020
REKTOR UNIVERSITAS NEGERI
SURABAYA,

Salinan sesuai dengan aslinya.
Kepala Biro Umum dan Keuangan,

ttd

NURHASAN
NIP 196304291990021001



BUDIARSO
NIP 196005131980101002

LAMPIRAN
KEPUTUSAN REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
NOMOR 290/UN38/HK/PP/2020
TENTANG
PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN TAHUN JAMAK 2020 DAN 2021 DANA
DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

DAFTAR PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN TAHUN JAMAK 2020 DAN 2021 DANA DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (DRPM) TAHUN 2020

No.	Fak.	Jurusan	Judul	Bidang Fokus	Tim Peneliti	NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana 2020 Rp.	Dana Tambahan Rp.	Jenis Penelitian
1	FT	Teknik Elektro	Pembelajaran Berbantuan Komputer Untuk Meningkatkan Soft Skills, Kompetensi Dan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Bidang Vokasi	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Penelitian Lapangan Dalam Negeri (Kecil)	Dr. I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, S.T., M.T. Prof. Dr. Luthfiah Nurlaela, M.Pd.	0006077107 0018106603	IV/a IV/d	S-3 S-3	L P	45.000.000	0	Penelitian Disertasi Doktor
2	FMIPA	Matematika	Pengembangan Model Reversible Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Reversible Mahasiswa Calon Guru Matematika	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Penelitian Lapangan Dalam Negeri (Kecil)	Prof. Dr. Dwi Juniati, M.Si. Dr. Syarifatul Mafulah., M.Pd.	0015066704 0707078604	IV/e III/b	S-3 S-3	P P	299.331.000	0	Penelitian Pasca Doktor
3	FT	Teknik Mesin	Pengembangan Prototipe Turbin Angin Sumbu Vertikal Berbasis Drag Forces Blades Skala Model Di Terowongan Angin	Energi	Indra Herlamba Siregar, S.T., M.T. Dr. Mohammad Effendy, S.T., M.T. Akhmad Hafizh Ainur Rasyid, S.T., M.T.	0007097103 0011037706 0020038801	III/c III/c III/b	S-2 S-3 S-2	L L L	108.635.000	15.000.000	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
4	FMIPA	Fisika	Metode Baru Untuk Mengukur Parameter Tsunami Secara Cepat Dan Akurat	Kebencanaan	Prof. Dr. Madlazim, M.Si. Tjipto Prastowo, Ph.D.	0005116510 0003026702	IV/d IV/a	S-3 S-3	L L	61.200.000	15.000.000	Penelitian Dasar
5	FMIPA	Fisika	Pengembangan Model Pembelajaran Mitigasi Bencana Tsunami Bagi Masyarakat	Kebencanaan	Prof. Dr. Madlazim, M.Si. Dr. Eko Hariyono, S.Pd, M.Pd.	0005116510 0013107403	IV/d IV/a	S-3 S-3	L L	90.500.000	0	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
6	FMIPA	Matematika	Analisis Matematis Model Penyebaran Penyakit Campak Rubella (Measles Rubella)	Kesehatan	Dr. Abadi, M.Sc. Rudianto Artiono, S.Pd., M.Si. Budi Priyo Prawoto, S.Pd, M.Si	0030086501 0011028202 0017048502	IV/a III/d III/c	S-3 S-2 S-2	L L L	70.418.000	0	Penelitian Dasar
7	FMIPA	Fisika	Nanokomposit Grafen (Rgo/Fe3o4-Sio2) Sebagai Kandidat Material Filter Pada Proses Desalinasi Air Laut	Material Maju	Dr. Munasir, S.Si., M.Si. Diah Hari Kusumawati., S.Si, M.Si.	0017116901 0018047302	IV/b III/c	S-3 S-2	L P	122.933.000	0	Penelitian Dasar

DAFTAR PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN TAHUN JAMAK 2020 DAN 2021 DANA DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (DRPM) TAHUN 2020

8	FT	Teknik Sipil	Karakterisasi dan Aplikasi Kelor (Moringa Oleifera) Dalam Pengolahan Integratif Lindi Sampah Kampus Unesa Untuk Optimalisasi Program Eco Campus	Material Maju	Dr. Erina Rahmadyanti, S.T., M.T. Ninik Wahyu Hidayati, S.Si., M.Si. Mas Suryanto H.S., S.T., M.T.	0013087905 0016127101 0001047307	IV/a IV/a III/c	S-3 S-2 S-2	P P L	154.120.000	0	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
9	FMIPA	Kimia	Enkapsulasi Metformin Dengan Komposit Kitosan Alginat Sebagai Obat Anti Diabetes Tipe 2 Sistem Slow Release	Material Maju	Prof. Dr. Sari Edi Cahyaningrum, M.Si. Dr. Amaria, M.Si.	0029127002 0029066401	IV/c IV/c	S-3 S-3	P P	101.750.000	0	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
10	FMIPA	Biologi	Optimalisasi Produksi Melalui Kultur Jaringan, Isolasi Dan Karakterisasi Senyawa Bioaktif Daun Tapak Liman (Elephantopus Scaber)	Pangan	Dr. Yuliani, M.Si. Dr. Fida Rachmadiarti, M.Kes. Sari Kusuma Dewi, S.Si., M.Si.	0021076801 0018026504 0005058309	IV/c IV/c III/b	S-3 S-3 S-2	P P P	75.047.000	0	Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi
11	FIP	Pendidikan Luar Sekolah	Problematisa Dan Aspek Potensial Pekerja Sektor Informal Dalam Aktivitas Learning Society Di Kampung Inggris Pare Kediri	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Desk Study Dalam Negeri	Dr. Wiwin Yulianingsih, S.Pd., M.Pd. Dr. Gunarti Dwi Lestari, M.Si Utari Dewi, M.Pd	0027077909 0012076109 0017087903	III/d IV/c III/c	S-3 S-3 S-2	P P P	119.060.000	0	Penelitian Dasar
12	FBS	Desain	Desain Poster Film Era Tahun 70 Hingga 80 an	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Desk Study Dalam Negeri	Asidigisianti Surya Patria, S.T., M.Pd. Nova Kristiana, S.Sn, M.Sn. Hendro Aryanto, S.Sn, M.Si.	0019077703 0007118204 0013027507	III/d III/c III/c	S-2 S-2 S-2	P P L	104.000.000	0	Penelitian Dasar
13	FMIPA	Matematika	Aplikasi Teori Katastrof Dalam Analisis Kerja Kognisi Dan Mental Untuk Meningkatkan Performa Matematika	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Penelitian Lapangan Dalam Negeri (Kecil)	Prof. Dr. Dwi Juniati, M.Si. Prof. Drs. I Ketut Budayasa, Ph.D.	0015066704 0004125703	IV/e IV/e	S-3 S-3	P L	265.660.000	0	Penelitian Dasar
14	FMIPA	Fisika	Pengembangan Aplikasi Peringatan Dini Tsunami Sekitar 4 Menit Setelah Gempa Bumi	Kebencanaan	Prof. Dr. Madlazim, M.Si. Sorja Koesuma, S.Si., M.Si. Dr. Ella Meilianda., M.T.	0005116510 0001087202 0030057501	IV/d III/d III/d	S-3 S-2 S-3	L L P	272.225.000	0	Konsorsium Riset Unggulan Perguruan Tinggi
15	FMIPA	Kimia	Pabrikasi Obat Nanogold-Nanosilver Untuk Mendukung Pengembangan Bahan Baku Obat Dalam Negeri	Kesehatan	Prof. Dr. Titik Taufikurohmah, S.Si., M.Si. Rusmini, S.Pd., M.Si. Prof. Dr. Djodjok Soepardjo, M.Litt.	0013046805 0012067905 0016095804	IV/b IV/a IV/d	S-3 S-2 S-3	P P L	1.015.690.000	0	Penelitian Pengembangan
16	FIP	Bimbingan Konseling	Penerapan Teknologi Nanomaterial Emas Nanogold Dan Nanosilver Untuk Penyakit Kanker	Kesehatan	Dr. Najlatun Naqiyah, M.Pd. Prof. Dr. Titik Taufikurohmah, S.Si., M.Si. Ananto Sidohutono, Dr. dr., MARS.	0006097803 0013046805	IV/b IV/b	S-3 S-3 S-3	P P L	300.845.000	0	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi

DAFTAR PENETAPAN PENERIMA PENELITIAN TAHUN JAMAK 2020 DAN 2021 DANA DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (DRPM) TAHUN 2020

17	FMIPA	Biologi	Implementasi Bioinsektisida Mikroba Dan Nabati Dalam Formula Foto-Protektan Untuk Mewujudkan Agroekosistem Berkelanjutan	Pangan	Dr. Mahanani Tri Asri, M.Si. Dr. Yuliani, M.Si. Dr. Tarzan Purnomo, M.Si.	0024076703 0021076801 0005056503	IV/b IV/c IV/a	S-3 S-3 S-3	P P L	115.698.000	0	Penelitian Terapan
18	FE	Manajemen	Model Transformasi Iptek Dalam Spesialisasi Kerja & Kerjasama Untuk Penguatan Umkm Industri Hijab Berkearifan Lokal Di Kabupaten Gresik	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Penelitian Lapangan Dalam Negeri (Kecil)	Dr. Jun Surjanti, S.E., M.Si. Dr. Tony Seno Aji, S.E., M.E. Sanaji, S.E., M.Si. Setya Chendra Wibawa, S.Pd., M.T.	0012066704 0024097803 0015047111 0008057908	IV/c IV/a III/b III/c	S-3 S-3 S-3 S-3	P L L L	202.150.000	0	Penelitian Terapan
19	FISH	Pendidikan Moral Pancasila dan Kewarganegaraan	Pengembangan Model Pembelajaran Pendidikan Kewarganegaraan (Pkn) Berbasis Pendidikan Multikultur Untuk Membangun Jati Diri Keindonesiaan Bagi Generasi Muda Di Surabaya Jawa Timur	Sosial Humaniora, Seni Budaya, Pendidikan Penelitian Lapangan Dalam Negeri (Menengah)	Dr. Raden Roro Nanik Setyowati, M.Si. Prof. Dr. Sarmini, M.Hum.	0025086704 0008086803	IV/c IV/d	S-3 S-3	P P	199.393.000	15.000.000	Penelitian Terapan
20	FMIPA	Matematika	Deteksi Dini Pervasive Developmental Disorder Menggunakan Sistem Terintegrasi Eyetracking Dan Brain Computer Interface	Teknologi Informasi dan Komunikasi	Dr. Elly Matul Imah, M.Kom. Dr. I Gusti Putu Asto Buditjahjanto, S.T., M.T.	0005048201 0006077107	III/d IV/a	S-3 S-3	P L	147.985.000	15.000.000	Penelitian Terapan
Grand Total										3.871.640.000	60.000.000	

Ditetapkan di Surabaya
pada tanggal 9 Maret 2020
REKTOR UNIVERSITAS NEGERI
SURABAYA,

ttd

NURHASAN
NIP 196304291990021001

Salinan sesuai dengan Keputusan yang asli.
Kepala Biro Umum dan Keuangan,

BUDIARTO
NIP 196305131980101002

