



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



SERTIFIKAT

Nomor : 01050/UN38.9/TU/2017

Diberikan Kepada

Indra Herlamba Siregar, S.T., M.T.

sebagai

PEMAKALAH

Judul:

Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Crossflow Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Dua Tingkat Bilah Hibrid Cross Flow Dan Savonius Tipe J Pada Kondisi Angin Lapangan

Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat

Tema: "MENINGKATKAN PERAN PERGURUAN TINGGI DALAM PERSAINGAN GLOBAL MELALUI PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT"

Diselenggarakan Oleh :

LPPM Unesa pada tanggal 4 Nopember 2017
di Hotel Garden Palace Surabaya

Ketua LPPM,

Prof. Dr. Lies Amin Lestari, M.A., M.Pd.
NIP. 196102121988032004

Seminar Nasional Ketua Panitia,

Dr. A. Grummy Wailanduw, M.Pd., M.T.
NIP. 196208231986011001



Prosiding

ISBN : 978-602-0951-17-1



SEMINAR NASIONAL

HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tema
Meningkatkan Peran Perguruan Tinggi
dalam Persaingan Global Melalui
Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat

Surabaya, 4 Nopember 2017



LPPM UNESA SURABAYA

Gedung G1 Kampus Unesa Ketintang

<http://lppm.unesa.ac.id>



PROSIDING SEMINAR NASIONAL

Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Negeri Surabaya

SEMNAS PPM **2017**

Tema

Meningkatkan Peran Perguruan Tinggi
dalam Persaingan Global Melalui
Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat

Subtema

- Inovasi pendidikan
- Konservasi, sains dan teknologi, dan kebumihantarian
- Kualitas hidup dan pengembangan sumber daya
 - Seni budaya, sosial dan humaniora
 - Ekonomi dan manajemen
- Hasil pengabdian kepada masyarakat

Surabaya, 04 November 2017

Penerbit:



LPPM – Universitas Negeri Surabaya

TIM EDITOR

Prof. Dr. Hj. Lies Amin Lestari, M.A., M.Pd.
Dr. Nining Widyah Kusnanik, S.Pd., M.Appl.Sc.
Dr. A. Grummy Wailanduw, M.Pd., M.T.

DESIGN LAYOUT

Agus Prihanto, S.T., M.Kom.

PENYUNTING

Agus Prihanto, S.T., M.Kom.
Ika Purnama Wati, A.Md.

TIM REVIEWER

Prof. Dr. Sari Edi Cahyaningrum, M.Si.
Prof. Dr. Tukiran, M.Si.
Prof. Dr. Titik Taufikurohmah, S.Si., M.Si.
Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, M.T.
Dr. A. Grummy Wailanduw, M.Pd., M.T.
Dr. Andre Dwijanto Witjaksono, S.T., M.Si.
Dr. Najlatun Naqiyah, M.Pd.
Dr. Utiya Azizah, M.Pd.
Dr. Nurkholis, M.Pd.
Dr. Muhaji, S.T., M.T.
Dr. Manuwarawati, M.Si.
Dr. Nining Widyah Kusnanik, S.Pd., M.Appl.Sc.
Dr. Rindawati, M.Si.
Dr. H. Sunu Kuntjoro, S.Si., M.Si.
Erlix Rakhmad Purnama, S.Si., M.Si.
Sari Kusuma Dewi, S.Si., M.Si.
Aris Rudi Purnomo, S.Si., M.Pd., M.Sc.

Diterbitkan oleh:

LPPM - UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

Gedung Rektorat Lantai 6 Kampus Lidah Wetan
Surabaya - 60213

Email:lppm@unesa.ac.id

Cetakan Pertama – Nopember 2017

ISBN 978-602-0951-17-1

ISBN :



Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit

SAMBUTAN KETUA PANITIA

**PADA SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
TAHUN 2017
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**

Selamat siang dan salam sejahtera bagi kita semua

Yth. Bapak Rektor Universitas Negeri Surabaya, Bapak Prof. Dr. Warsono, M.S.
Yth. Ibu Wakil Rektor Bidang Akademik, Ibu Dr. sc. agr. Yuni Sri Rahayu, M.Si.
Yth. Bapak Wakil Rektor Bidang Umum dan Keuangan, Bapak Drs. Tri Wrahatnolo, M.Pd, M.T.
Yth. Bapak Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan dan Alumni, Bapak Dr. Ketut Prasetyo, M.S.
Yth. Bapak Wakil Rektor Bidang Kerjasama dan Perencanaan, Bapak Prof. Dr. Djodjok Soepardjo, M.Litt.
Yth. Bapak Dr.Eng. Hotmatua Daulay, M.Eng., B.Eng., Direktur Pengembangan Teknologi Industri, Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan , Kemenristekdikti, selaku narasumber
Yth. BapakDr. Sasa Sofyan Munawar, S.Hut., M.P.Kepala Bidang Inkubasi dan Ahli Teknologi LIPI, sekaligus narasumber
Yth. Ibu Prof.Dr. Titik Taufikhurohmah, M.Si.,Dosen Unesa dan pelaku penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang sukses, sekaligus narasumber
Yth. Bapak Ibu para Dekan selingkung Unesa,
Yth. Bapak Direktur Pascasarjana Unesa,
Yth. Bapak Ketua LP3M Unesa,
Yth. Bapak Ketua dan Sekretaris LPPM Unesa, dan
Bapak ibu semua kepala dan sekretaris pusat di LPPM Unesa, serta bapak ibu dan mahasiswa peserta Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2017 yang diselenggarakan di Hotel Garden Palace, Jl. Yos Sudarso 11, Surabaya, yang berbahagia dan saya banggakan.

Pertama-tama, marilah kita senantiasa mengucapkan rasa syukur kehadiran Tuhan YME atas segala limpahan rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga kita semua bisa berkumpul di ruangan ini dalam keadaan sehat walafiat dan tak kurang suatu apapun.

Bapak Rektor, ibu bapak Wakil Rektor, bapak ibu pimpinan fakultas dan direktur pascasarjana serta pimpinanunit kerja lainnya selingkung Unesa serta bapak ibu dan mahasiswa hadirin peserta seminar yang saya hormati,

Kegiatan Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Tahun 2017 (SEMNASPPM 2017) ini merupakan kegiatan yang secara rutin diselenggarakan oleh LPPM Unesa Surabaya yang biasanya jatuh pada bulan Oktober atau Nopember tiap tahunnya. Kegiatan Seminar Nasional kali ini dilakukan dengan mengusung tema: **“Meningkatkan Peran Perguruan Tinggi dalam Persaingan Global melalui Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat”**. Adapun tema pokok tersebut dapat dijabarkan menjadi sub tema, yaitu: **1) Inovasi Pendidikan, 2) Konservasi, Sains dan Teknologi, dan Kebumihan, 3) Kualitas Hidup dan Pengembangan Sumber Daya, 4) Seni Budaya, Sosial, dan Humaniora, 5) Ekonomi dan Manajemen, dan 6) Hasil Pengabdian kepada Masyarakat..** Dengan diversitas subtema yang diangkat ini, maka kegiatan seminar ini diharapkan dapat memberikan banyak wahana, wacana, dan warna pengetahuan dan keilmuan yang lain dan yang baru sehingga dapat memberikan stimuli untuk berkreasi dan berkarya bagi para dosen dan/atau peneliti ataupun profesi lainnya baik di lingkup kemenristekdikti dan/ataupun lingkup lainnya.

Bapak Rektor, ibu bapak Wakil Rektor, bapak ibu pimpinan fakultas dan bapak direktur pascasarjana serta pimpinan unit kerja lainnya selingkung Unesa serta bapak ibu hadirin peserta seminar yang saya muliakan,

Untuk dapat mencapai dan sekaligus memperkaya wahana, wacana, dan warna pengetahuan dan keilmuan yang baru tersebut, kami telah mengundang para narasumber yang sangat berkompeten, yaitu bapak Dr.Eng. Hotmatua Daulay, M.Eng., B.Eng., Ibu Dr. Etik Mardiyati, M.Eng., dan Ibu Prof.Dr. Titik Taufikhurohmah, M.Si, dimana diantara mereka sudah berada ditengah-tengah kita. Dengan kompetensi, kepakaran dan pengalaman dari masing-masing narasumber, tentu kami sangat yakin akan banyak wacana dan warna informasi penting lainnya yang kita dapatkan hari ini yang tentu pula sangat bermanfaat untuk pengembangan ilmu dan tingkat profesionalitas kita sebagai seorang dosen dan/ataupun peneliti atau profesi lainnya.

Bapak Rektor, ibu bapak Wakil Rektor, bapak ibu pimpinan fakultas dan direktur pascasarjana serta pimpinanunit kerja lainnya selingkung Unesa serta bapak ibu hadirin peserta seminar yang saya banggakan,

Perkenankan pada kesempatan ini, kami melaporkan bahwa peserta Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat tahun 2017 ini dihadiri oleh sekitar 202 orang, yang terdiri dari 3 narasumber, 13 undangan, 161 pemakalah yang terdiri dari 60 pemakalah oral, dan sisanya pemakalah poster, serta 25 orang

panitia. Sesungguhnya, pada satu dua minggu terakhir menjelang hari pelaksanaan seminar ini masih banyak dosen/peneliti atau mahasiswa yang berkeinginan kuat untuk mengirimkan abstrak dan sekaligus sebagai pemakalah. Namun, karena keterbatasan tenaga dan pikiran kami, dengan amat terpaksa dan sangat menyesal kami harus menutupnya. Untuk itu, kami mohon maaf.

Selanjutnya, kami berharap kegiatan Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat tahun 2017 ini dapat berlangsung dengan baik, lancar dan sukses. Kami juga mengharapkan partisipasi peserta seminar ini untuk aktif menggunakan momentum dan event ini guna memperoleh banyak wahana, wacana, dan informasi lain yang sangat bermanfaat dan tentu ikut memperlancar kegiatan seminar nasional ini. Event seminar nasional ini tentu menjadi ajang silaturahmi bagi bapak ibu dan hadirin semua sekaligus memberikan ruang dan wadah untuk saling bertukar pikiran dan informasi yang saling menguntungkan serta memberikan kesempatan membangun dan menjalin kerjasama di antara kita ke arah yang lebih.

Pada kesempatan ini pula, mohon dengan hormat bapak Rektor Unesa, Prof. Dr. Warsono, M.S. berkenan untuk memberikan sambutan dan arahan terkait tema dalam kegiatan seminar ini dan sekaligus berkenan membuka secara resmi acara seminar nasional ini.

Demikian, bapak ibu dan hadirin semua yang bisa saya sampaikan dan laporkan, mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan.

Terima kasih
Surabaya, 4 November 2017

Ketua Pelaksana

ttd.

Dr. A. Grummy Wailanduw, M.Pd., M.T..



SAMBUTAN REKTOR

SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA TAHUN 2017

Assalamu alaikum warohmatullahi wabarokatuh.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, pagi hari ini kita bertemu dalam kegiatan yang sangat bermanfaat bagi perjalanan dan kemajuan bangsa ini yaitu Seminar Nasional hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat Universitas Negeri Surabaya tahun 2017. Kegiatan ini terlaksana berkat rahmat dan hidayah dari Allah Swt.

Para peserta seminar yang saya hormati,

Salah satu tujuan dari perguruan tinggi adalah menjamin agar mutu pembelajaran, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat mencapai target sesuai yang ditetapkan oleh Standar Nasional Perguruan Tinggi. Terdapat 8 Standar nasional perguruan tinggi dibidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yaitu standar hasil, standar isi, standar proses, standar penilaian, standar peneliti dan pelaksana pengabdian, standar sarana dan prasarana, standar pengolahan, dan standar pendanaan dan pembiayaan. Delapan standar tersebut merupakan pedoman dan sekaligus target capaian yang harus diupayakan oleh perguruan tinggi yang disesuaikan dengan visi dan misi masing masing perguruan tinggi.

Standar hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat bermuara pada pengembangan IPTEK yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan daya saing bangsa. Untuk mencapai hal tersebut, harus diketahui akar permasalahan dan dicari peluang serta pemecahannya. Tugas seorang peneliti dan pelaksana pengabdian kepada masyarakat adalah menggali, mengidentifikasi, dan menganalisis akar permasalahan tersebut dengan didasarkan kepakaran yang dimilikinya serta berkolaborasi dengan stakeholder terkait.

Era globalisasi sudah hadir di hadapan kita. Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat menjadi satu tantangan yang harus dijawab oleh segenap anak bangsa. Seorang peneliti perlu memiliki kemampuan teknis dalam memetakan tipologi, karakteristik setiap kelompok masyarakat serta memiliki kemampuan memprediksi dampak yang ditimbulkan dari setiap pelaksanaan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat untuk menjawab tantangan perkembangan teknologi informasi tersebut. Wilayah Indonesia memiliki potensi yang luar biasa baik dari sumber daya alam, budaya, dan manusia. Potensi tersebut sangat memungkinkan untuk diberdayakan menjadi sebuah kekuatan yang dahsyat untuk membangun bangsa dan menyejahterakan masyarakat. Formula yang ditawarkan adalah pendidikan yang berkualitas, inovasi, kreasi, dan produksi berbasis kajian ilmiah dalam bentuk empiris dan pemodelan. Sehingga hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat menjadi aplikatif dan solutif, tidak hanya menjadi koleksi, tetapi bernilai dan bermanfaat langsung pada masyarakat. Program hilirisasi hasil-hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat yang dicanangkan pemerintah perlu mendapat dukungan penuh. Kehadiran para peneliti dan pengabdian kepada masyarakat sudah sangat ditunggu oleh warga bangsa ini.

Dilain pihak, sebagai sebuah lembaga tinggi “techno park” bagi Universitas Negeri Surabaya bukan hanya sebuah mimpi tetapi merupakan target dan sasaran yang harus diupayakan agar bisa menjadi perguruan tinggi berkelas dunia. Berbekal keahlian dan kepakaran yang terus dikembangkan para dosen berangsur mampu mencetak entrepreneurship di dalam dan diluar lingkungan kampus.

Seiring harapan tersebut sangat tepat jika seminar ini mengambil tema **“MENINGKATKAN PERAN PERGURUAN TINGGI DALAM PERSAINGAN GLOBAL MELALUI PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT”**. Untuk lebih mengoptimalkan dan operasional tema tersebut ditetapkan sub tema seminar tahun ini adalah sebagai berikut: 1) Inovasi pendidikan, 2) Konservasi, sains, dan teknologi, dan kebumihantarian 3) Kualitas hidup dan sumber daya, 4) Seni, sosial budaya, dan humaniora, 5) Ekonomi dan manajemen, 6) Hasil Pengabdian kepada Masyarakat. Kiranya dengan enam sub tema tersebut dapat memberikan kontribusi Universitas Negeri Surabaya terhadap pembangunan bangsa dan peningkatan kesejahteraan masyarakat di era globalisasi ini.

Bapak, Ibu peserta seminar yang saya hormati.

Selamat berseminar dan semoga sukses. Semoga kerja keras, kerja cerdas dan kerja ikhlas bapak ibu sekalian mendapat balasan dari Allah Swt, yang berlipat lipatan dikemudian hari.

Wassalamu alaikum wr. wb.

Surabaya, 4 November 2017

Rektor

Universitas Negeri Surabaya

Ttd.

Prof. Dr. Warsono, M.S.

NIP. 196005191985031002



DAFTAR ISI

SAMBUTAN KETUA PANITIA	iv
SAMBUTAN REKTOR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
INOVASI PENDIDIKAN	1
Konsep Perancangan Board Game Cupcake Factory untuk Pembelajaran Sistem Informasi Akuntansi.....	2
<i>Adhicipta Raharja Wirawan</i>	<i>2</i>
Pengaruh Media Kamus <i>Wenlin</i> terhadap Penggunaan Koskata dan Penyusunan Kalimat pada Siswa Kelas XI Bahasa SMA Al-Islam Krian Sidoarjo	8
<i>Al Fiyatul Mukaromah¹⁾, Nur Laila Rochmawati²⁾, Chyesler Ema Maria Budiman³⁾</i>	<i>8</i>
Pengaruh Penerapan Permainan Sambung Kata terhadap Kemampuan Menyusun Kalimat Sederhana Bahasa Mandarin Siswa Kelas XI Bahasa SMA Al-Islam Krian.....	14
<i>Putri Faniesa Nur Hidayah¹⁾, Annisa Rahmadani²⁾, Gevas Gita Augustantia³⁾</i>	<i>14</i>
Menumbuhkan Kreativitas Siswa SMK Melalui Project Based Learning pada Pembelajaran Bahasa Inggris .	20
<i>Arik Susanti^{1*)}, Anis Trisusana²</i>	<i>20</i>
Pelaksanaan Peninjauan Kinerja Dosen Jurusan Teknik Mesin FT-Unesa.....	26
<i>Arya Mahendra Sakti^{1*)}, Muhaji^{2*)}</i>	<i>26</i>
Pengembangan Model Pembelajaran <i>Blended Learning</i> Berbasis <i>Schoology</i> Bagi Mahasiswa Atlet Pelatnas	30
<i>Anung Priambodo¹⁾, Junaidi Budi P+, Catur Supriyanto³⁾</i>	<i>30</i>
Validitas Dan Reliabilitas Tes Tipe Two-Tier Multiple Choice Diagnostic Test Dalam Evaluasi Pembelajaran	37
<i>Nanik Estidarsani, Abdul Rasit.....</i>	<i>37</i>
Maket Multimedia Interaktif Berbasis Orientasi Dan Mobilitas Untuk Menanamkan Penguasaan Konsep Lingkungan Sekolah Pada Siswa Tunanetra	42
<i>Sri Joeda Andajani^{1*)}, Endang Pudjiastuti Sartinah²⁾, Idris Ahmad³⁾</i>	<i>42</i>
Keterampilan Metakognitif Mahasiswa Calon Guru dalam Menyelesaikan Masalah Sifat Koligatif Larutan...	48
<i>Utiya Azizah^{1*)}, Harun Nasrudin²⁾.....</i>	<i>48</i>
Pembelajaran Menyenangkan Dengan Seni Tematik Berbasis KeMIPA-an di SD.....	52
<i>Waruh Handayaningrum^{1*)}, I. Nyoman Lodra², Susanah³</i>	<i>52</i>
Studi Waktu Tempuh Praktek Kerja Lapangan Mahasiswa Teknik Sipil FT Unesa	57
<i>Indiah Kustini^{1*)}, Andang Widjaja²⁾, Krisna Dwi Handayani³</i>	<i>57</i>
Kompetensi Guru TK dan Hasil UKG	63
<i>Nurhenti Simatupang¹⁾, Wulan Patria Saroinsong²⁾.....</i>	<i>63</i>
Analisis Hubungan Kemampuan Awal, Penghasilan Orang Tua, dan Motivasi Belajar Dengan Hasil Belajar Mahasiswa D-III Tata Busana 2016.....	67
<i>Ratna Suhartini^{1*)}, Ekohariadi²⁾, Elizabeth Titik Winanti³</i>	<i>67</i>
Persepsi Alumni Dan Stakeholder Terhadap Kesesuaian Kurikulum Program Studi D-III Tata Busana	74
<i>Ratna Suhartini^{1*)}, Juhrah Singke²⁾, Urip Wahyuningsih³</i>	<i>74</i>
Pengembangan Model Pembelajaran PAKSI Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Mahasiswa Pendidikan Kimia Pada Materi Pokok Isomer	81
<i>Ismono^{1*)}</i>	<i>81</i>
Implementasinya <i>Public-Private Partnerships</i> pada Pendidikan Vokasi	88
<i>Tri Wrahatnolo^{1*)}.....</i>	<i>88</i>
Pengaruh Metode Debat Terhadap Keterampilan Berfikir Kritis Mahasiswa.....	98
<i>Ninies Eryadini^{1*)}, Durrotun Nafisah²</i>	<i>98</i>
Pengembangan Laboratorium Fisika Guna Menunjang Proses Pembelajaran Praktik	105
<i>Dyah Riandadari^{1*)}, Diah Wulandari²⁾,</i>	<i>105</i>

Validitas LKPD Berbasis NOS(<i>Nature Of Science</i>) pada Materi Keseimbangan Kimia untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Menumbuhkan Literasi Sains Siswa Kelas XI SMA.....	110
Fransiska Somi Goran^{1*)}, Dian Eka Ambarwati², Maria Fransiska Mei Santi Omes³ Rusly Hidayah⁴	110
Public Private Patnership Pada Pendidikan Vokasi.....	117
Irma Russanti^{1*)}, Ekohariadi², Muchlas Samani³	117
Validitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis <i>Problem Based Learning</i> untuk Melatihkan Kemampuan Literasi Sains pada Materi Asam Basa Kelas XI	124
Maftukhatun Ni'mah^{1*)}, Aprianto², Nurul Hidayati³, Rusly Hidayah⁴	124
Lembar Kegiatan Mahasiswa Praktikum Pada Mata Kuliah Kimia Dasar I Berwawasan <i>Green Chemistry</i> Dalam Upaya Mewujudkan <i>Green Education</i>	131
Mitarlis^{1*)}, Utiya Azizah², Bertha Yonata³	131
Analisa Kemampuan Membuat Robot Bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Berbasis Contextual Teaching & Learning Dengan Structural Equation Modeling.....	136
M. Syarifuddin Zuhrie^{1*)}, Ekohariadi², I G P Asto B³, Lilik Anifah⁴	136
Pengembangan Media <i>Scrapbook</i> dan Topi dalam Pembelajaran Teks Negosiasi Mata Pelajaran Bahasa Indonesia Peserta Didik Kelas X SMAN 13 Surabaya.....	141
Muhammad Afsa Nasih Al-Amin¹⁾, Diki Fajar A2), Yuniar Afsandy S.U3)	141
Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Prestasi Pemrograman Komputer Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik Unesa	145
Ekohariadi^{1*)}, Nanik Estidarsani², Ricky Eka Putra³, Ibnu Febry Kurniawan⁴	145
Inovasi dan Pengembangan Manajemen Kurikulum dan Pembelajaran di Sekolah Dasar Inklusi di Jawa Timur	149
Prof. Dr. H. Murtadlo, M.Pd. ^{1*)}, Muhammad Nurul Ashar, S.Pd.²	149
Pengaruh Prestasi Nonakademik Terhadap Prestasi Akademik Mahasiswa Fakultas Teknik Unesa	153
Puput Wanarti Rusimanto^{1*)}, Ekohariadi², E. Titik Winanti³	153
Efektifitas Kombinasi Low Impact Aerobic dan Senam Yoga Terhadap Berat Badan dan Persentase Lemak Tubuh Pada Mahasiswi Unesa	159
Roy Januardi Irawan¹, Noortje Anita Kumaat², Dita Yulaistris³	159
Pengembangan Modul Praktikum Telekomunikasi Sebagai Upaya Meningkatkan Keterampilan Peserta Didik	164
H.P.A Tjahyaningtyas^{1*)}, Lusia Rakmawati², A Imam Agung³	164
Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Ular Tangga Raksasa Terhadap Hasil Belajar Materi Adaptasi Makhluk Hidup Pada Siswa Kelas IV SD Labschool Unesa	169
Saidatul Liswana^{1*)}, Anisa Swastika Fitri², Sunita Ambarwati³, Mayang Intan Triastuti⁴	169
Pengembangan Trainer Dan Panduan Praktikum Kontrol Relay Berbantuan Komputer Untuk Menunjang Perkuliahan Sistem Kendali/Kontrol.....	175
Wahyu Dwi Kurniawan^{1*)}, Agung Prijo Budijono.²	175
KONSERVASI, SAINS, DAN TEKNOLOGI, DAN KEBUMIHAN	180
Karakterisasi Tepung Serabut Kelapa (<i>Cocos Nucifera</i>)	182
Achmad Muchlis Aminulloh^{1*)}, Jilhanum Muftianah², Hanis Pramudawardani³, Wahyu Budi Sabtiawan⁴	182
Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Jati sebagai Bahan Sintesis Perekat Resin Lignin Resorsinol Formaldehid pada Kayu Lamina	184
Agestya Hernawati¹⁾, Dea Sawitri Fauzia²⁾, Lutfiah Mufida³⁾, Suyatno^{4*)}	184
Balok Beton Bertulang dengan Sambungan Baut dan Mur.....	190
Andang Widjaja^{1*)}	190
Analisis Kuat Lekat Geopolimer Mortar pada Aplikasi Pasangan Batu Bata	198
Arie Wardhono^{1*)}	198
Aplikasi Solar Cell TiO ₂ untuk Pembangkit Listrik.....	202
Aris ansori¹, Bellina Yunitasari², Beni Setiawan³	202

Analisis Jarak Anoda-Katoda Dan Lama Waktu Pencelupan Terhadap Ketebalan Lapisan Proses Pelapisan Logam Nikel-Krom.....	208
Arya Mahendra Sakti^{1*)}, Aditya Prapanca^{2*)}, Dyah Riandadari^{3*)}.....	208
Lipstik Nanokolagen dari Bahan Limbah Tulang <i>Oosphronemus goramy</i> untuk <i>Cosmeceutical</i>	212
Cholifatul Hasanah^{1*)}, Rosdiana Aprilia Ningtyas², Wahyu Budi Sabtiawan³.....	212
Ekstrak Daun Teh Hijau (<i>Camellia sinensis</i>) Sebagai Antihistamin.....	220
Dewi Puspitasari^{1*)}, Fahmi Noer Muhammad², Agnesya Dias Andana³, Nuniek Herdyastuti⁴.....	220
Karakteristik Arang Aktif Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Metode Aktivasi Kimia dan Variasi Ratio Impregnasi Sebagai Media Adsorpsi Biogas.....	224
Meidi Syaflan^{1*)}, Ngatirah¹.....	224
Karakteristik Warna Dan Aroma Tepung Pisang Kepok, Ambon Dan Agung Matang Melalui Pengeringan Metode Foam Mat Drying.....	231
Nining Widyah Kusnanik^{1*)}, Anna Noordia², Elfia Rosyida³, Pudjijuniarto⁴.....	231
Implementasi Alat Latihan Shadow Berbasis Microcontroller Dalam Meningkatkan Kelincahan Atlet Bulutangkis.....	234
Pudjijuniarto¹⁾, Purbodjati², Agung Prijo Budijono³, Nur Ahmad Arief⁴.....	234
Perbandingan Peta X dan MR dengan Peta Xbar dan R dalam Analisis Kapabilitas Proses Jasa Pelayanan Di PT Pos Indonesia.....	241
Lucia Aridinanti¹ dan Sri Mumpuni R².....	241
Daya Kembang Roti Manis Ragi Alami.....	245
Lucia Tri Pangesthi¹⁾, Lilis Sulandari²⁾.....	245
Rancang Bangun <i>Measurement Tool</i> Cobit 5 Untuk Pengembangan Tata Kelola E-Learning (Vi-Learn) Unesa.....	251
Bambang Sujatmiko¹, Dwi Fatrianto Suyatno², Made Suartana³.....	251
Aplikasi Particle Swarm Optimization Dan Cross Entropy Pada Support Vector Machine Untuk Klasifikasi Dua Kelas.....	260
Herlina^{1*)}, Dwi Yuli Rakhmawati².....	260
Pemanfaatan Ekstrak Etil Asetat Daun Pucuk Merah (<i>Syzygium myrtifolium</i>) Sebagai Pestisida Nabati Tanaman Cabai.....	264
Dwita Oktavia Putri¹, Novirlin Yosephin Daely², Raga Agung Perdana³ Tukiran^{4*)}.....	264
Alat Pengontrol Suhu untuk Meningkatkan Budidaya Jamur Tiram di Pacet Mojokerto Berbasis Mikrokontroler.....	270
Dyah Ayu Laraswati^{1*)}, Ahmad Dienchphalon Nur², Nurul Rochmania³.....	270
Analisa <i>Simple Additive Weighting</i> Untuk Penentuan Penerima Bantuan Langsung (<i>Studi Kasus Kecamatan Ngadirojo Kabupaten Pacitan</i>).....	275
Elsen Ronando^{1*)}, Enny Indasyah².....	275
Penerapan Aplikasi Wireless Body Area Network Pada <i>Motion Sensing</i> Berbasis Android <i>Smartwatch</i>	279
Eppy Yundra^{1*)}, Pradini Puspitaningayu², Arif Widodo³.....	279
Penerapan Regresi Linier dalam Penentuan Harga Pokok Produksi Batik Madura Menggunakan Metode Activity Based Costing.....	284
Erwin Prasetyowati.....	284
Pembuatan Sensor Gas NH ₃ Dari Limbah Kulit Udag.....	292
Ima Lutfiana¹, Dinanti Pratiwi Putri², Anisha Wulandari³.....	292
Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Crossflow Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Dua Tingkat Bilah Hibrid Cross Flow Dan Savonius Tipe J Pada Kondisi Angin Lapangan.....	300
Indra Herlamba Siregar^{1*)}, Wahyu Dwi Kurniawan².....	300
Ibm Kelompok Pengusaha Industri Kecil Kerupuk.....	306
Iskandar, S.T., M.T.^{1*)}, Dr. Soeryanto, M.Pd.².....	306
Pengembangan Media CAI Berbasis Android Bagi Anak Berkebutuhan Khusus “Tunarungu” untuk Meningkatkan Kemampuan Berbicara dan Berisyarat.....	315
Muhamad Anang Zaenuri¹⁾, Devi Rahma Fitri Andani²⁾, Listya Putri Angreni³⁾, Siti Fatimahtus Zahroh⁴⁾.....	315

Penyisipan Watermark Berbasis Blok Untuk Deteksi Kerusakan Dan Pemulihan Dokumen Digital	319
Lusia Rakhmawati^{1*)}, Naim Rochmawati²	319
Potensi Bahan Alam Sebagai Elektroda Superkapasitor.....	325
Lydia Rohmawati^{1*)} dan Woro Setyarsih²⁾	325
Rancang Bangun Sistem Pengendalian PH Nutrisi Pada Hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i> Berbasis Arduino	330
M. Maulana Husain¹⁾, Dinda Arif Insantama²⁾, Faishol Aziz³⁾, Algil Adi Swista⁴⁾	330
Uji Skrining Fitokimia dan Bioaktivitas Insektisida Ekstrak Metanol Kulit Batang Jambu Bol <i>Syzygium malaccense</i> Terhadap Ulat Grayak <i>Spodoptera litura</i>	334
Mahdania Ratri Paramitha¹, Atifatur Rahma Fardani², Ifan Akbar Suryono³, Tukiran^{4*)}	334
Pengaruh Temperatur Ruang Terhadap Fluiditas (mampu alir) Paduan Al-5Si	340
Mochamad Arif Irfa'i^{1*)}, Novi Sukma Drastiawati²	340
Ekstrak Limbah Kulit Bawang Merah (<i>Allium Ascolonium L</i>) dan Daun Kemangi (<i>Ocimum Sanctum</i>) Sebagai Bioinsektisida Universitas Negeri Surabaya	343
Mohamad Fais Bisal Alinuha^{1*)}, Muvita Wahyu Dwi Aprilia², Rahma Ayunda Baskoro³, Martini⁴	343
Sintesis Dan Karakterisasi Bone Graft Dari Bahan Baku Lokal Indonesia Sebagai Kandidat Implan Tulang	347
Muslimatul Khoiriyah*, Sari Edi Cahyaningrum, Taufik Hidayatulloh dan Samsriati Nugrahani	347
Mikroenkapsulasi <i>Lactobacillus casei</i> Menggunakan Bahan Pengkapsul Glukomanan Iles-Iles dan Susu Skim Dengan Metode Spray Drying	350
Ngatirah^{1*)}, Meidi Syaflan¹	350
Inovasi Modul Ajar Online Plus Kit Teknik Digital Berbantuan <i>Software</i> Proteus Melalui Pendekatan <i>Hybrid Learning</i> Untuk Meningkatkan Kecakapan Peserta Didik.....	355
Nur Kholis¹⁾, Muhamad Syariffuddien²⁾ Zuhrie, Reza Rahmadian³⁾	355
Rekayasa Sudut Guide Vane Turbin Kaplan Terhadap Daya	361
Priyo Heru Adiwibowo^{1*)}, A Grummy Wailanduw^{2*)}	361
Bioaktivitas Antioksidan Ekstrak dan Isolat dari Tumbuhan Gowok (<i>Syzygium polycephalum</i>) (Myrtaceae)	365
Tukiran^{1*)}, Andika Pramudya Wardana², Nurul Hidajati³	365
Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Dasar Limbah Jerami Kacang Tanah Universitas Negeri Surabaya.....	369
Rachmani Dwi Permatasari^{1*)}, Desty Kartika Putri Pratiwi², Rizqika Imami Astiana³, Martini⁴	369
Penyeleksi Tinggi Dan Berat Badan Otomatis Untuk Pintu Masuk Wahana Bermain berbasis Arduino.....	374
Ahmad Fathoni¹⁾, Rangga Arif Tri Surya²⁾, Andris Kurniawan³⁾, Daffa Igo Muhammad⁴⁾, Rifqi Firmansyah⁵⁾	374
Analisa Proporsi Kalsium Dan Fosfor Pada Ikan Teri (<i>Stolephorus Sp.</i>)	382
Ratna Candra Dewi^{1*)}, Anna Noordia², Soni Sulistyarto³	382
Rancang Bangun Automated Programming Assessment Tools untuk Praktikum Pemrograman Dasar.....	385
Rina Harimurti^{1*)}, Asmunin², Andi Iwan Nurhidayat³	385
Smart Parking System Berbasis Arduino.....	391
Satriyo Prasajo^{1*)}, Jordan Theja Sibuea², Nely Eka Anjarsari³, Nurma Orfa Dewi⁴, Rifqi Firmansyah⁵⁾	391
Sintesis Komposit PANi-Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri (<i>Aleurites moluccana</i>) sebagai Elektroda Superkapasitor	395
Siti Holisa SP^{1*)}, Nuricha Anggraini², Sahara Hamas Intifadhah³, Woro Setyarsih⁴ dan Lydia Rohmawati⁵	395
Sintesis dan Karakterisasi Partikel Nano TiO ₂ Sebagai Material <i>Self-Cleaning</i> Pada Kain Katun	399
Siti Tutik Alawiyah^{1*)}, Miftahussyahro¹, Ido Al Hafisz¹, Dina Kartika Maharani¹	399
Pemanfaatan Limbah Rumput Teki (<i>Cyperus Rotundus L.</i>) Sebagai Bioetanol Melalui Metode Hidrolisis Dan Fermentasi Dengan <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	404
Sofi Nur Asfiah¹, Bareta Bunga Arom¹, Fajriatun Hasanah¹, I Gusti Made Sanjaya^{1*)}	404
Karakterisasi Feet Spray Ekstrak Daun Salam dan Kulit Jeruk Nipis	408
Tamara Eldiawati^{1*)}, Dewi Umroh², Farida Arifah³, Wahyu Budi Sabtiawan⁴	408
Studi <i>Experimental</i> Pembuatan Bioetanol Gel Dengan Pengental Karbopol Dan Optimasi <i>Performance</i> Bioetanol Gel Stove.....	413
Mochammad Huda Mei Setio¹, Virginia hanun², Deva Ratrika Rina Oktaviani³, Dwi Heru Sutjahjo⁴ ..	413

Pengaruh Jumlah Sudu Turbin Crossflow Terhadap Kinerja Turbin Angin Sumbu Vertikal Dua Tingkat Bilah Hibrid Cross Flow Dan Savonius Tipe J Pada Kondisi Angin Lapangan

Indra Herlamba Siregar^{1*)}, Wahyu Dwi Kurniawan²

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya. indrasiregar@unesa.ac.id

²Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya. wahyukurniawan@unesa.ac.id

*) AlamatKorespondensi: Email: indrasiregar@unesa.ac.id

ABSTRAK

Indonesia adalah negara yang terletak dikatulistiwa sehingga arah angin berubah ubah dengan kecepatan angin rendah rata rata 2-6 m/s. Oleh karena itu perlu melakukan pengembangan turbin angin sumbu vertikal untuk mengubah energi angin menjadi energi mekanik berupa putaran poros yang digunakan memutar generator untuk menghasilkan energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi bilah crossflow dan bilah savonius tipe J atau bilah hybrid dalam susunan dua tingkat terhadap kinerja yang dihasilkan turbin angin. Parameter penelitian merupakan variasi jumlah bilah crossflow sebesar 6, dan 12 sedangkan jumlah bilah savonius tipe J tetap yaitu 2. Hasil penelitian memaparkan bahwa kombinasi terbaik adalah jumlah bilah cross flow 12 dengan bilah Savonius tipe J pada kecepatan 6,21 m/s mampu menghasilkan daya listrik 20,36 Watt dengan tingkat efisiensi sebesar 7,08 %.

Kata kunci: Energi angin, bilah cross flow, bilah savonius tipe J, Daya listrik dan Efisiensi

ABSTRACT

Indonesia is a country located on the equator so that the direction of the wind changes with an average low wind speed of 2-6 m / s. Therefore it is necessary to develop vertical axis wind turbines to convert wind energy into mechanical energy in the form of rotation of the shaft used to rotate the generator to generate electrical energy. This study goals to determine the effect of crossflow blades and J type savonius blades or hybrid blades in a two-stages arrangement of wind turbine performance. The research parameters were variations of number of cross flow blades of 6, and 12 while the number of fixed type J blades was 2. The results revealed that the best combination was the number of cross flow blades 12 with the Savonius Type J blade at a speed of 6.21 m / s capable of generating electrical power 20.36 Watt with efficiency 7.08%.

Key Words: Wind energy, cross flow blades, J type savonius blades, power and efficiency

1. PENDAHULUAN

Angin adalah salah satu sumber energi yang sifatnya terbaharukan dan ramah lingkungan dimana Indonesia dengan garis pantai sepanjang 80.791,42 km merupakan wilayah potensial untuk pengembangan energi angin dengan kecepatan angin rata-rata dipesisir pantai Indonesia secara umum antara 3 m/detik hingga 6,3 m/detik, diperkirakan total potensi energi angin mencapai 9 GW (PEU, 2006).

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 bergerak tidak tergantung dari arah angin oleh karena itu diperlukan pengembangan turbin angin sumbu vertikal sebagai peralatan yang mengekstrak energi angin sangatlah urgen. Ada dua tipe turbin angin sumbu vertikal yaitu tipe drag yang biasa dikenal dengan turbin angin Savonius dan tipe lift yang biasa dikenal dengan turbin angin Darrieus (Tian HJ, 2006).

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, dimana semakin besar perbandingan aspek rasio semakin rendah kerugian akibat pengaruh dari ujung bilah dari penelitian aspek rasio 4 menghasilkan efisiensi terbaik untuk bilah savonius konvensional

(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 di teliti baik oleh Mahmoud dkk (2012), Ali (2013), Fitrandi 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 Modi VJ dkk (1989), Kamoji dkk (2009), Kacprzak (2013) dan Tartuferi (2015) yang memodifikasi bentuk kurva dasar bilah yang ditemukan oleh Savonius. Kamoji dkk (2009) dan Damak (2013) melakukan *twist* pada bilah dasar turbin angin Savonius. Sedangkan Hasan (2013) mengajukan desain penambahan elliptical fin untuk bilah turbin savonius.

Penelitian pengaruh jumlah tingkat terhadap turbin angin savonius dengan bilah standard jumlah bilah dua pertingkat Hayasi dkk (2005), Kamoji dkk (2008), Jian dkk (2012) dan Chen dkk (2016). Sedangkan Kamoji dkk (2011) meneliti dengan bilah termodifikasi Untuk Kumbnussdkk (2012) meneliti dengan bilah standard jumlah bilah tiga pertingkat.

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 bilah* yang bertujuan menambah daya dorong dan menghalangi aliran ke *returning bilah* agar daya hambat berkurang, sedangkan Mohamed (2011) dan Golecha (2011) hanya menambahkan pengganggu (*obstacle*) di depan *returning bilah* untuk mengurangi daya hambat.

Dari uraian diatas yang berkaitan hasil-hasil penelitian terdahulu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik daya dan efisiensi yang dihasilkan turbin angin

savonius tipe J dua tingkat pada kondisi angin lapangan dengan variasi perubahan sudut lengkung bilah.

2. PARAMETER KINERJA TURBIN ANGIN

Agar data-data hasil pengujian dapat dianalisa dan dipaparkan dalam bentuk grafik, perlu kiranya dijabarkan parameter kinerja turbin angin yaitu

1. **Daya Angin** adalah energi per satuan waktu dari udara yang bergerak dengan kecepatan tertentu yang diformulasikan sebagai berikut:

$$P_w = \frac{1}{2} \rho S U^3 \dots\dots\dots (1)$$

2. **Daya Generator** adalah energi per satuan waktu yang dapat dihasilkan oleh yang diformulasikan sebagai berikut :

$$P_G = V.I \dots\dots\dots (2)$$

dimana V adalah tegangan dan I arus listrik yang dihasilkan oleh generator.

3. **Effisiensi Overall Turbin Angin** adalah suatu nilai yang menunjukkan rasio daya yang dihasilkan oleh generator dengan daya angin diformulasikan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_G}{P_w} \dots\dots\dots (3)$$

4. **Tip Speed Ratio** adalah perbandingan kecepatan di ujung bilah turbin (*tip*) dengan kecepatan udara yang diformulasikan sebagai berikut :

$$TSR = \frac{\omega R}{U} \dots\dots\dots (4)$$

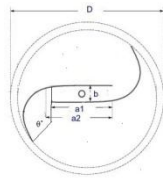
3. METODOLOGI PENELITIAN

Variabel-Variabel Penelitian

Penelitian bertujuan menganalisis hubungan antara variabel bebas yang diujikan dan variabel respon yang kemudian dianalisa setelah itu hasil analisa disajikan dalam bentuk gambar ataupun paparan adapun variable-variable tersebut diklasifikasikan menjadi tiga, antara lain:

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variasi perlakuan yang diberikan pada turbin angin, dimana pada penelitian ini variable bebasnya adalah variasi jumlah bilah crossflow 6,8 dan 12.



Gambar 1. Profile bilah savonius tipe J s flow pada tingkat pertama



Gambar 2. Profile bilah cross flow pada tingkat kedua

2. Variabel Terikat adalah variable hasil, untuk penelitian ini variabel terikatnya adalah daya dan Effisiensi Overall turbin angin.
3. Variabel Kontrol adalah sesuatu yang dikontrol agar penelitian tetap fokus pada masalah yang diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah model turbin angin yang dimensinya dapat dilihat pada tabel 1.

Peralatan dan Instrumen Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan sekarang spesifikasi model turbin angin dapat dilihat pada table 1.

Pengambilan data merupakan suatu proses penting untuk mencapai tujuan penelitian dimana parameter yang diukur adalah putaran poros turbin angin, kecepatan angin, tegangan dan arus generator. Untuk mendapatkan data-data tersebut diperlukan peralatan dan alat ukur serta prosedur pengujian. Adapun model turbin angin yang diujikan dapat dilihat pada gambar2.

Tabel 1. Dimensi geometris model turbin angin

Profile Bilah	J
Jumlah Bilah/tingkat	2
Panjang Bilah, [m]	0,5
Tinggi Bilah, [m]	1
Bahan	Besi Tuang
Tebal Plat, [mm]	0,8
Profile Bilah	U
Jumlah Bilah/tingkat	6,8,dan 12
Panjang Tali Busur, [m]	0,2
Tinggi Busur [m]	0,1
Bahan	Besi Tuang
Tebal Plat, [mm]	0,5
Diameter Rotor, [m]	1

Diameter pulley turbin, [m]	0,3
Diameter pulley generator, [m]	0,05
Luas sapuan (S), m ²	2

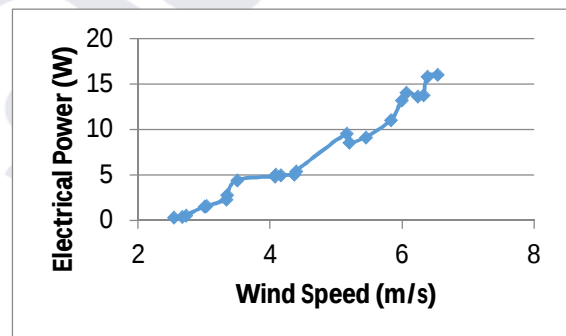
Penelitian dilakukan pada kondisi angin nyata di lapangan.



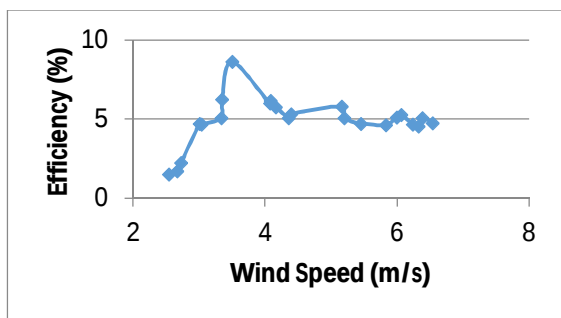
Gambar 3. Model turbin angin dilapangan 3.3.

4. PEMBAHASAN

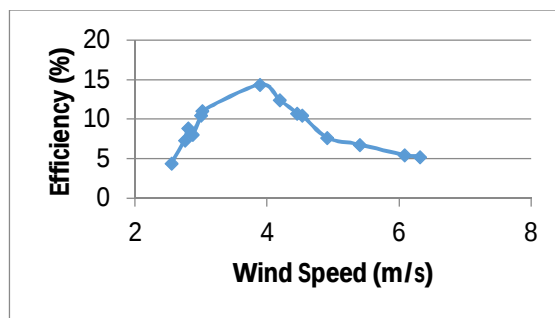
Hasil penelitian memaparkan bahwa untuk jumlah bilah crossflow 6 gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Hubungan Daya listrik yang dihasilkan dengan kecepatan angin untuk kombinasi 6 bilah crossflow dan 2 bilah savonius tipe J



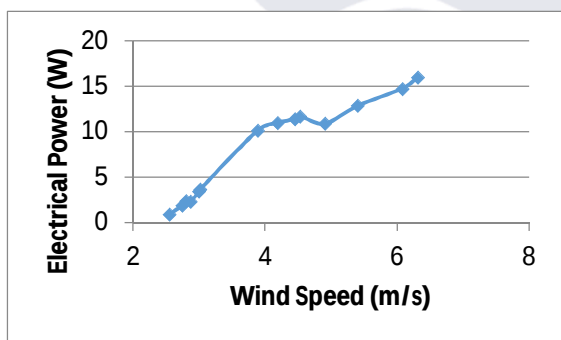
Gambar 5. Hubungan Effisiensi yang dihasilkan dengan kecepatan angin untuk kombinasi 6 bilah crossflow dan 2 bilah savonius tipe J



Gambar 7. Hubungan Effisiensi yang dihasilkan dengan kecepatan angin untuk kombinasi 8 bilah crossflow dan 2 bilah savonius tipe J

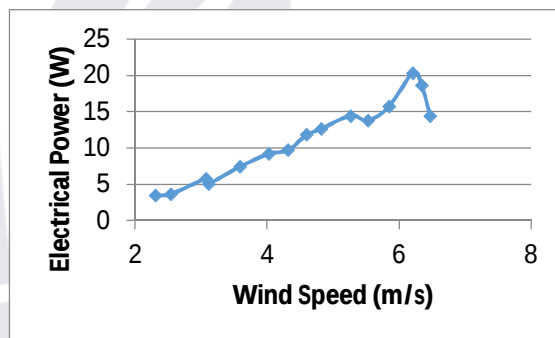
Untuk bilah hybrid yang merupakan kombinasi bilah crossflow 6 dan dua bilah savonius tipe J terlihat bahwa daya listrik yang dihasilkan meningkat seiring meningkatnya kecepatan angin dengan daya maksimum sebesar 16 W pada kecepatan 6,54 m/s. Sedangkan efisiensi maksimum yang diperoleh sebesar 8,64 % pada kecepatan angin 3,5 m/s dengan daya listrik yang diperoleh sebesar 4,4 W.

Bilah hybrid dengan kombinasi jumlah bilah crossflow 8 dan dua bilah savonius tipe J menghasilkan daya listrik yang kecenderungannya meningkat seiring meningkatnya kecepatan angin dengan daya maksimum sebesar 16 W pada kecepatan 6,31 m/s lihat gambar 6. Sedangkan efisiensi maksimum yang diperoleh sebesar 14,37 % pada kecepatan angin 3,89 m/s dengan daya listrik yang diperoleh sebesar 10,15 W lihat gambar 7.



Gambar 6. Hubungan Daya listrik yang dihasilkan dengan kecepatan angin untuk kombinasi 8 bilah crossflow dan 2 bilah savonius tipe J

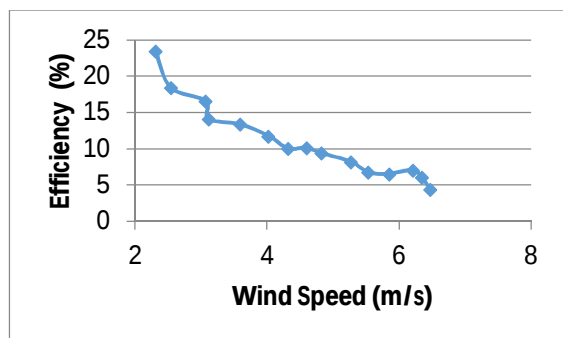
Sedangkan bilah hybrid yang merupakan kombinasi bilah crossflow 12 dan dua bilah savonius tipe J terlihat bahwa daya listrik yang dihasilkan meningkat seiring meningkatnya kecepatan angin dengan daya maksimum sebesar 20,62 W pada kecepatan 6,21 m/s setelah itu peningkatan kecepatan angin menyebabkan daya yang dihasilkan turun lihat gambar 8.



Gambar 8. Hubungan Daya listrik yang dihasilkan dengan kecepatan angin untuk kombinasi 12 bilah crossflow dan 2 bilah savonius tipe J

Hal ini di duga akibat jumlah bilah cross flow yang banyak pada kecepatan tinggi aliran udara yang melintasi bilah crossflow lebih banyak mengalir di sisi luar turbin.

Effisiensi pada kombinasi ini cenderung terus menurun seiring bertambahnya kecepatan dengan efisiensi maksimum yang diperoleh pada kombinasi ini sebesar sebesar 23,5 % pada kecepatan angin 2,31 m/s dengan daya listrik yang diperoleh sebesar 4,4 W lihat gambar 9.



Gambar 9. Hubungan Effisiensi yang dihasilkan dengan kecepatan angin untuk kombinasi 12 bilah crossflow dan 2 bilah savonius tipe J

5. KESIMPULAN

Dari uraian diatas dapat ditarik beberapa kesimpulan untuk turbin angin sumbu vertikal dengan bilah hibrid yang merupakan kombinasi bilah crossflow dan savonius tipe J sebagai berikut:

- Effisiensi tertinggi turbin angin pada kecepatan angin rendah 2,31 m/s sebesar 23,5 % untuk jumlah bilah crossflow 12 dan jumlah bilah savonius tipe J 2.
- Daya listrik tertinggi yang dihasilkan turbin angin pada kecepatan angin 6,21 m/s sebesar 20,62 W untuk jumlah bilah crossflow 12 dan jumlah bilah savonius tipe J 2.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Surabaya yang telah mendukung secara finansial penelitian ini melalui skema hibah Bersaing dari dana desentralisasi BOPTN 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- PEU, 2006, Wind Energy Country Analyses Indonesia (Online) (https://energypedia.info/wiki/Wind_Energy_Country_Analyses_Indonesia diakses 13 agustus 2016).
- Anonim, 2013, **Kompatibilitas dengan karakteristik angin di Indonesia**, <http://www.alpensteel.com/article/53-101-energi-terbarukan--renewable-energy/3588--kompatibilitas-dengan-arah-angin-yang-sering-berubah-ubah.html>
- Tian HJ, Wang TL and Wang Y, 2006, Summarize of the development of the vertical axis wind turbine. Appl Energy Resource Technology; 11: 22–27.
- Altan, B. D., Atılğan, M., 2010, The use of a curtain design to increase the performance level of a Savonius wind rotors, Renewable Energi 35 (2010) 821–829.
- Anonim, General Review, http://www.bi.go.id/en/publikasi/laporan-tahunan/perekonomian/Documents/General_Review.pdf, diakses 18 Juni 2016.
- 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.
- Fitrandi, Robby Ilham., Siregar, Indra Herlamba., 2014, KARAKTERISTIK TURBIN ANGIN SAVONIUS 2 DAN 3 BILAH DENGAN MENGGUNAKAN BANTUAN GUIDE VANE, *Jurnal Teknik Mesin* Vol 2, No 02. 125-131.
- Kamoji, M., Kedare, S., Prabhu, S., 2009, Experimental investigations on single stage modified Savonius rotor, *Applied Energi* 86, 1064–1073.
- 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.
- 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.
- Kumbarnuss, J., Chen, J., Yang, H., Lu, L., 2012, Investigation into the relationship of the overlap ratio and shift angle of double stage three bilahd vertikal axis wind turbine (VAWT), *Journal Wind*

- Engineering and Industrial. Aerodynamics 107–108 (2012) 57–75.
- 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.
- 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).
- Ronit K. Singh, M. Rafiuddin Ahmed, 2013, Bilah 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.
- 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.
- WWEA, 2011, The World Wind Energi Report 2011. (Online) (<http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergiReport2011.pdf>), diakses pada tanggal 5 Februari 2013).
- Yudha Pratomo, 2012**, Indonesia Pun Bisa Memanen Energi Angin. (Online) (<http://www.hijauku.com/2012/04/10/indonesia-pun-bisa-memanen-angin/>) diakses 2 Februari 2013).
- Burçin Deda Altan, Mehmet Atılğan, 2010, The use of a curtain design to increase the performance level of a Savonius wind rotors, *Renewable Energy* 35: 821–829.
- Dumitrescu, H., A. Dumitrache., C. L. Popescu , M. O. Popescu. , F. Frunzulică and A. Crăciunescu. 2014. “Wind Tunnel Experiments on Vertical-Axis Wind Turbines with Straight Bilahs” *Renewable Energy and Power Quality Journal*.

