

# SNTMUT-2014

Seminar Nasional Teknik Mesin  
Universitas Trisakti

## *Sertifikat*

diberikan kepada

**Irwin Bizzy**

atas peran sertanya sebagai

**PEMAKALAH**

pada Seminar Nasional Teknik Mesin - 2014

“ Tantangan dan Peluang Bidang Ilmu Teknik Mesin bagi Energi Alternatif di Indonesia ”

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Trisakti

Jakarta, 20 Februari 2014

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Rianti Sulamet-Ariobimo, ST, MEng.

Ketua Panitia

Annisa Bhikuning, ST, MEng.



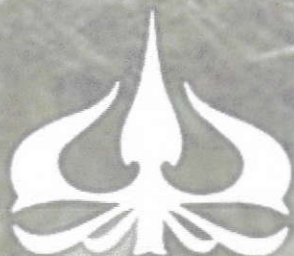
ISBN: 978-602-70012-0-6

# Proceedings

Seminar Nasional Teknik Mesin  
Universitas Trisakti (SNTMUT-2014)

Tantangan dan Peluang Bidang  
Ilmu Teknik Mesin bagi  
Energi Alternatif di Indonesia

Jakarta, 20 Februari 2014  
Kampus A, Gd. Hery Hartanto Lt. 8



Diterbitkan oleh:  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Trisakti



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr wb

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat, hidayah dan karunianya, maka kita dapat berkumpul dalam rangka mengikuti Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Trisakti (SNTMUT) 2014.

SNTMUT 2014 akan diselenggarakan secara berkala tiap 2 tahun sekali dan diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti. Tema SNTMUT 2014 kali ini adalah "Tantangan dan Peluang Bidang Ilmu Teknik Mesin Bagi Energi Alternatif di Indonesia".

Maksud dan tujuan dari penyelenggara Seminar ini adalah menyelenggarakan kegiatan ilmiah sebagai ajang ilmu dan wawasan antar ilmuwan dan praktisi dalam bidang ilmu teknik mesin dan mempererat hubungan institusi akademik dengan kalangan ilmuwan dan teknisi.

Dalam SNTMUT 2014 ini kami menerima 53 makalah, dimana diantaranya dua makalah mengundurkan diri, dua makalah ditolak sehingga tersisa 49 makalah. Bidang peminatan kami bagi menjadi lima yaitu : Konversi Energi, Teknik Manufaktur, Teknik Metalurgi, Konstruksi Mesin dan Energi Alternatif.

Makalah yang kami terima berasal dari Aceh, Lampung, Makassar, Jakarta, Bandung, Yogyakarta dan Surabaya. Sehingga SNTMUT 2014 dapat dikatakan sebagai Seminar Nasional.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terimakasih kepada para Keynote Speaker, para pemakalah, para alumni, para peserta dan para sponsor yaitu : PT. BNI persero,Tbk; PT. Tyrex Indonesia; dan Bank Mandiri Syariah; serta semua pihak yang telah berpartisipasi dan mendukung terselenggaranya Seminar ini.

Akhir kata, kami mengucapkan selamat mengikuti Seminar, semoga Seminar ini dapat menambah wawasan dan pengalaman baru di bidang Teknik Mesin.

Terimakasih atas perhatiannya.

Wassalamu'alaikum wr wb

**Jakarta, 20 Februari 2014**

**Annisa Bhikuning,ST,M.Eng**  
**(Ketua pelaksana SNTMUT 2014)**

# **PROCEEDINGS SNTMUT 2014**

Kumpulan Makalah Seminar Nasional Teknik Mesin  
Universitas Trisakti

Oleh

Annisa Bhikuning, ST. M.Eng

Penerbit:

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

**PROCEEDINGS SNTMUT 2014**

Kumpulan Makalah Seminar Nasional Teknik Mesin Universitas Trisakti

Annisa Bhikuning, ST. M.Eng

Diterbitkan oleh:

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa No. 1 Grogol Jakarta Barat 11440

Telp: 021-5663232 Ext: 8434 Fax: 021-5605841

<http://www.trisakti.ac.id/fti/mesin/>

<http://blog.trisakti.ac.id/semnasmesinusakti/>

Email: [semnasmesin@trisakti.ac.id](mailto:semnasmesin@trisakti.ac.id); [mesinusakti@gmail.com](mailto:mesinusakti@gmail.com)

Reviewer: Prof. Ir. Bustani Mustofa  
Prof. Dr. Chalilullah Rangkuti  
Prof. Johny Wahyuadi S.  
Prof. Djasari, PhD  
Dr. Ir. Rianti Dewi Sulamet Ariobimo, M.Eng  
Dr. Ing. A C. Arya  
Dr. Ir. Soeharsono  
Dr. Ir. M. Hafnan  
Dr. Agustinus Purna Irawan  
Ir. Rosfian A. Dahar, M.Sc. In Met

Desain cover & layout: Asep Suyatno

Cetakan pertama Februari 2014

ISBN: 978-602-70012-0-6

Hak cipta dilindungi Undang-undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun  
tanpa ijin tertulis dari penerbit

## DAFTAR ISI

Halaman Judul		i
Balik Halaman Judul		ii
Kata Pengantar		iii
Daftar Isi		iv
1. EA01	PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK (SAYUR – SAYURAN) PASAR TUGU MENJADI BIOGAS DENGAN MENGGUNAKAN STARTER KOTORAN SAPI DAN PENGARUH PENAMBAHAN UREA SECARA ANAEROBIK PADA REAKTOR BATCH <i>Maya Natalia, Panca Nugrahini</i>	1 – 6
2. EA02	PENAMBAHAN NUTRISI MAGNESIUM DARI MAGNESIUM SULFAT (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O) DAN NUTRISI KALSIMUM DARI KALSIMUM KARBONAT (CaCO <sub>3</sub> ) PADA KULTIVASI TETRASELMIS CHUII UNTUK MENDAPATKAN KANDUNGAN LIPID MAKSIMUM <i>Dora Kumiasih</i>	1 – 6
3. EA03	AKTIVITAS DAN STABILITAS KATALIS HETEROGEN PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI MENGGUNAKAN CONTINUOUS MICROWAVE BIODIESEL REACTOR (CMBR) <i>Maruli W. K Malau, Taharuddin</i>	1 – 6
4. EA04	PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK (BUAH - BUAHAN) PASAR TUGU MENJADI BIOGAS DENGAN MENGGUNAKAN STARTER KOTORAN SAPI DAN PENGARUH PENAMBAHAN UREA SECARA ANAEROBIK PADA REAKTOR BATCH <i>Cici Yuliani, Panca Nugrahini</i>	1 – 6
5. EA05	UJI KINERJA MOTOR DIESEL MENGGUNAKAN BIOWATER DIESEL TERBUAT DARI VIRGIN COCONUT OIL <i>Annisa Bhikuning</i>	1 – 7
6. EA06	ECENG GONDOK, MASALAH MENJADI MANFAAT <i>Rizal Wibisono, Benny H Armadi, Bilwan Feriyanto</i>	1 – 3
7. KE01	ANALISIS ALAT PENUKAR KALOR PADA KETEL UAP <i>Yopi Handoyo</i>	1 – 6
8. KE02	MODEL ALAT INJEKTOR TESTER DAN INJEKTOR CLEANER UNTUK MOBIL ELECTRONIK FUEL INJEKTION (EFI) <i>Adi Purwanto, Hary Wibowo, Aji Pranoto</i>	1 – 6
9. KE03	SUDUT PASANG SOLAR WATER HEATER DALAM OPTIMALISASI PENYERAPAN RADIASI MATAHARI DI DAERAH CILEGON <i>Caturwati NK, Agung S, Chandra Dwi</i>	1 – 8



10.	KE04	ANALISIS CFD PADATURBIN ANGIN HYBRID SAVONIUS-DARRIEUS <i>Erwin ST., MT, Imron Rosyadi ST., MT., Edward H., Tambunan, Bayu Ary Nugroho, Luffy Noor Agnes Perwira, Muhammad Aji Akbar, Robby Rahadian</i>	1 – 6
11.	KE05	PENGARUH TEBAL ISOLASI TERMAL BAHAN GLASS WOOL TERHADAP LAJU PENGERINGAN IKAN PADA ALAT PENGERING IKAN <i>Aneka Firdaus, Dian Ferdinand</i>	1 – 6
12.	KE06	ANALISA PENGARUH VISKOSITAS LUBRICANT PADA BEARING TERHADAP JUMLAH PUTARAN DAN DAYA YANG DITRANSMISIKAN <i>Jhonni Rahman, Afri Antona</i>	1 – 5
13.	KE07	ANALISA KUALITAS BRIKET ARANG KULIT DURIAN DENGAN CAMPURAN KULIT PISANG PADA BERBAGAI KOMPOSISI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF <i>Paisal, Muhammad Said Karyani</i>	1 – 7
14.	KE08	SIMULASI PENGARUH OPTIMALISASI STRUKTUR KARBON NANOTUBE PADA PENINGKATKAN ENERGI ADSORPSI HIDROGEN <i>Supriyadi, Nasruddin, Engkos A. Kosasih dan Ihsan Ahmad Zulkamain</i>	1 – 8
15.	KE09	ANALISIS ENERGI PENINGKATAN KINERJA MESIN PENDINGIN MENGGUNAKAN LIQUID-SUCTION SUBCOOLER DENGAN VARIASI TEMPERATUR LINGKUNGAN <i>A.P. Edi Sukamto, Triaji Pangripto P., Sumeru, Henry Nasution</i>	1 – 8
16.	KE10	ANALISIS TERMODINAMIKA PENGGUNAAN EJECTOR SEBAGAI ALAT EKSPANSI PADA PENGKONDISI UDARA MOBIL <i>Cecep Sunardi, Markus, Sumeru, Henry Nasution</i>	1 – 8
17.	KE11	STUDI PEMANFAATAN GAS BUANG UNTUK REFRIGERASI SISTEM ABSORPSI BAGI PENYIMPAN DINGIN INDUSTRI PERIKANAN <i>Teguh Kristianto, Samsul Kamal</i>	1 – 9
18.	KE12	PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN WARNA PELAT KOLEKTOR SURYA BERLUBANG TERHADAP EFISIENSI DI DALAM SEBUAH WIND TUNNEL <i>Irwin Bizzy, Dendi Dwi Saputra, Muhammad Idris Dwi Novarianto</i>	1 – 6
19.	KE13	UJI ULTIMAT DAN PROKSIMAT SAMPAH KOTA UNTUK SUMBER ENERGI ALTERNATIF PEMBANGKIT TENAGA <i>Agung Sudrajad, Imron Rosyadi, Diki Muhammad Nurdin</i>	1 – 6
20.	KE14	ANALISA PROKSIMAT BRIKET BIOARANG CAMPURAN LIMBAH AMPAS TEBU DAN ARANG KAYU <i>Eddy Elfiano, Ahmad Sadil, Doni Indra</i>	1 – 6



## PENGARUH KECEPATAN ANGIN DAN WARNA PELAT KOLEKTOR SURYA BERLUBANG TERHADAP EFISIENSI DI DALAM SEBUAH WIND TUNNEL

Irwin Bizzy, Dendi Dwi Saputra, Muhammad Idris Dwi Novariantio

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

E-mail: [irwin\\_bizzymt@yahoo.co.id](mailto:irwin_bizzymt@yahoo.co.id)

### Abstrak

Kolektor surya berlubang berbahan alumunium adalah salah satu alternatif pengganti kaca atau plastik transparan yang selalu digunakan dalam merancang kolektor surya. Teknologi ini dikembangkan untuk memanfaatkan udara panas dari matahari sebagai pemanas ruangan dan pengeringan produk-produk pertanian. Telah dilakukan pengujian terhadap kolektor surya berlubang dengan diameter lubang 2,5 mm, tebal pelat alumunium 0,5 mm, jumlah lubang 1.018 buah, dan ukuran kolektor 850 mm x 300 mm di dalam sebuah *wind tunnel*. Kolektor surya berlubang diletakkan dalam posisi horizontal di dalam *wind tunnel* dan sumber radiasi matahari memakai lampu sebesar 300 Watt. Pengujian yang dilakukan telah menghasilkan potensi pengaruh kecepatan angin di atas permukaan pelat terhadap radiasi matahari yang datang ke permukaan, semakin besar kecepatan angin akan mengurangi besaran radiasi matahari yang datang ke permukaan kolektor dan temperatur pelat rata-rata. Permukaan yang diberi warna hitam akan menghasilkan temperatur permukaan pelat kolektor rata-rata lebih besar dibandingkan permukaan pelat kolektor yang tidak diberi warna. Efisiensi kolektor yang memiliki pelat berwarna hitam lebih besar dibandingkan yang tidak diberi warna.

**Kata Kunci:** Kolektor surya, pelat berlubang, wind tunnel, warna hitam, efisiensi

### Pendahuluan

Matahari dan air merupakan sumber energi baru dan terbarukan, yang sepanjang tahun tidak pernah habis dikarenakan dapat diperbarui secara terus menerus dan juga ramah lingkungan. Untuk itu, manusia dapat memanfaatkan kedua sumber energi ini untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari secara bijak demi keberlangsungan kehidupan di dunia ini.

Salah satu pemanfaatan energi matahari adalah menggunakan peralatan kolektor surya untuk mengeringkan produk-produk pertanian, memanaskan air, dan memanaskan ruangan di musim dingin. Permukaan kolektor yang digunakan untuk menyerap panas matahari sangat bervariasi sekali, akan tetapi umumnya memakai kaca transparan, plastik transparan, dan pelat alumunium berlubang.

### Studi Pustaka

Untuk mencari alternatif pengganti kaca dan plastik transparan, seorang peneliti (Badache, 2012) telah melakukan pengujian terhadap model kolektor surya berlubang posisi vertikal dengan dimensi 1,778 m x 0,60 m x 0,15 m dengan acuan penelitian kolektor surya berlubang dari (Carpenter, 1992), (Kokko, 1992), (Kucher *et al.*, 1993), dan (Schlichting, 1979). Sumber matahari diambil dari lampu yang mampu menghasilkan radiasi antara  $300 \div 700 \text{ Watt/m}^2$ . Hasil pengujiannya berupa kurva efisiensi dan laju aliran udara untuk 3 (tiga) jenis pelapisan permukaan kolektor. Penelitian kolektor surya berlubang juga telah dilakukan (Bizzy dan Abdurrachim, 1996) terhadap kolektor surya berlubang bergelombang ini dilakukan terhadap 3 (tiga) kolektor dengan ukuran luar yang sama (140 cm x 70 cm) tetapi diameter, jumlah, dan susunan lubang yang berbeda. Kolektor A dibuat dengan jumlah lubang sebanyak 1.128 buah, diameter 1,5 mm, dan susunan segaris; kolektor B mempunyai lubang sebanyak 2.256 buah dengan diameter 1,5 mm, susunan *staggered*, dan kolektor C dengan jumlah lubang sebanyak 2.256 buah dengan diameter 2,5 mm, susunan *staggered*. Kecepatan udara divariasikan dari 1,5 m/s sampai dengan 6 m/s. Hasil yang didapat bahwa kolektor C yang paling baik dengan

efisiensi kolektor rata-rata 23 – 40 %. Menurut (Bizzy, 2012) telah merancang sebuah kolektor surya berlubang empat sayap kapasitas 2 kg. Temperatur udara yang dihasilkan dari peralatan kolektor surya ini mampu menghasilkan temperatur rata-rata 38 °C ÷ 40°C dan mampu menurunkan kadar air daun gaharu hingga 10 % dalam waktu pengeringan 14 jam dalam cuaca cerah dengan radiasi matahari yang datang ke permukaan kolektor rata-rata 500 ÷ 600 Watt/m<sup>2</sup>.

Standar ASHRAE 93-77 digunakan dalam perhitungan efisiensi kolektor sesaat, untuk kolektor pemanas udara surya dengan absorber pelat datar yang dilengkapi dengan kaca penutup, di mana udara berada di antara kaca dan absorber. Persamaan balans energi (Bizzy dan Abdurrachim, 1996) dituliskan:

Energi radiasi matahari tiba pada pelat = peningkatan energi dalam kolektor + kehilangan panas dari kolektor + energi yang diserap udara

$$(\tau\alpha)_e A_c I_c = \rho \dot{m} (c_p)_c \left( \frac{dT_p}{dt} \right) + U_L A_c (T_p - T_a) + Q_u \quad (1)$$

di mana:

- $(\tau\alpha)_e$  = transmisivitas dan absorpsivitas kolektor kolektif
- $A_c$  = luas permukaan pelat absorber
- $I_c$  = intensitas matahari global
- $I_c$  = intensitas matahari global
- $(c_p)_c$  = kapasitas kalor kolektor
- $\bar{T}_p$  = temperatur pelat rata-rata
- $T_a$  = temperatur ambien atau udara sekitar
- $U_L$  = koefisien rugi-rugi kalor global
- $Q_u$  = laju energi yang diserap udara
- $\dot{m}$  = laju udara volumetrik

Untuk kondisi tunak, persamaan (1) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$(\tau\alpha)_e A_c I_c = U_L A_c (\bar{T}_p - T_a) + Q_u \quad (2)$$

$$Q_u = F_R (\tau\alpha)_e A_c I_c - U_L A_c (\bar{T}_p - T_a) \quad (3)$$

di mana:

$F_R$  = faktor perpindahan kalor kolektor

Efisiensi sesaat kolektor adalah:

$$\eta = \frac{Q_u}{I_c A_c} = \frac{F_R \{ (\tau\alpha)_e A_c I_c - U_L A_c (\bar{T}_p - T_a) \}}{I_c A_c} \quad (4)$$

$$\eta = F_R (\tau\alpha)_e - \left\{ \frac{U_L (\bar{T}_p - T_a)}{I_c} \right\} \quad (5)$$

Efisiensi kolektor untuk selang waktu tertentu:

$$\bar{\eta} = \frac{\int_0^t Q_u dt}{\int_0^t I_c A_c dt} \quad (6)$$

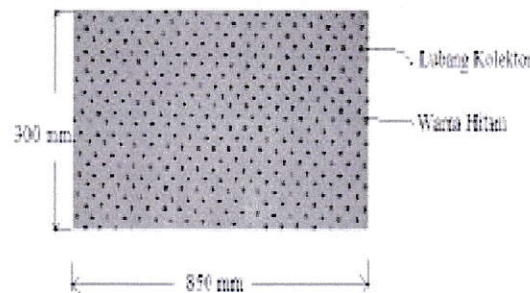


Persamaan (6) merupakan persamaan eksperimental dan besarnya ditentukan dari hasil pengukuran.

### Metodologi Penelitian

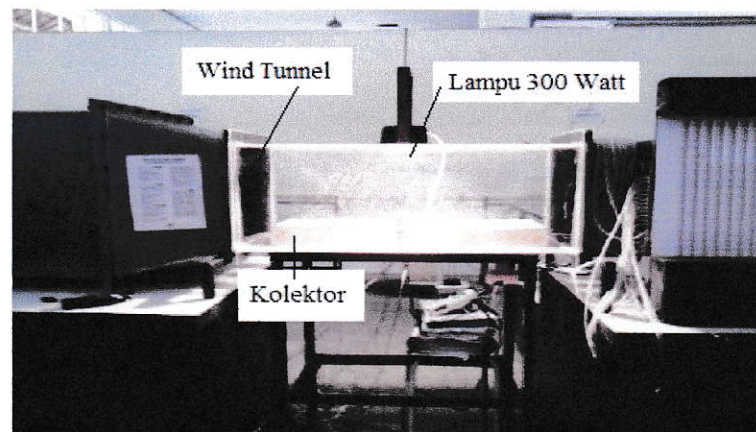
Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan membuat peralatan uji yang diletakkan di dalam sebuah *wind tunnel*. Data pengujian kolektor surya berlubang di dalam *wind tunnel* untuk waktu pengujian masing-masing perlakuan 30 menit:

- 1) Diameter lubang kolektor surya berlubang  $d_o = 2,5$  mm
- 2) Jumlah lubang = 1.018 buah dan jarak antar lubang 15 mm
- 3) Ukuran kolektor = 850 mm x 300 mm
- 4) Tebal pelat = 0,5 mm, permukaan diberi warna (hitam) dan tanpa diberi warna
- 5) Kecepatan Fan atau  $V_{fan}$  divariasikan:  $V_{fan} = 1,1$  m/s ; 0,7 m/s ; 0,4 m/s.
- 6) Kecepatan udara dalam *Wind Tunnel* atau  $V_{udara}$  divariasikan:
- 7)  $V_{udara} = 0$  m/s ; 0,5 m/s ; 1,0 m/s ; 2,0 m/s ; 3 m/s ; 5 m/s.



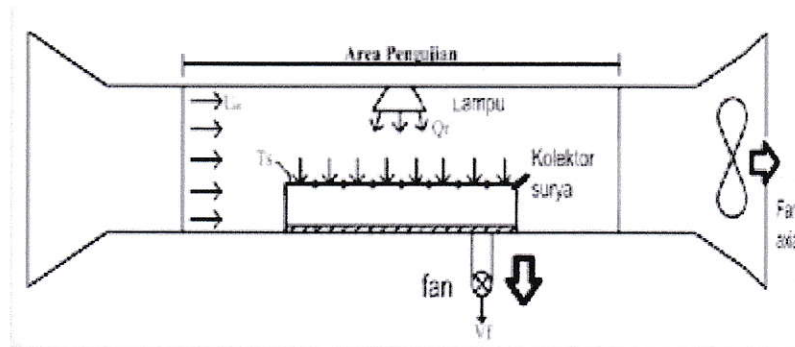
Gambar 1. Bentuk dan dimensi kolektor surya berlubang

Pelat kolektor surya berlubang diletakkan secara horizontal sejajar arah aliran udara di dalam *wind tunnel* dan disinari lampu sebesar 300 Watt sebagai pengganti sinar matahari. Pengambilan data dilakukan untuk setiap pengujian selama 2 x 15 menit dan perekaman data dilakukan per menit. Untuk mendapatkan data-data pengujian kolektor surya berlubang di dalam *wind tunnel* telah dipakai beberapa peralatan ukur, seperti pyranometer yang dipasang di dekat pelat kolektor, termokopel tipe K, stop watch, dan velometer. *Wind tunnel* yang dipakai berukuran 400 mm x 40 mm seperti gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Pengujian kolektor surya berlubang dalam *wind tunnel*

Berikut skema peralatan uji di dalam wind tunnel:



Gambar 3. Skema peralatan uji

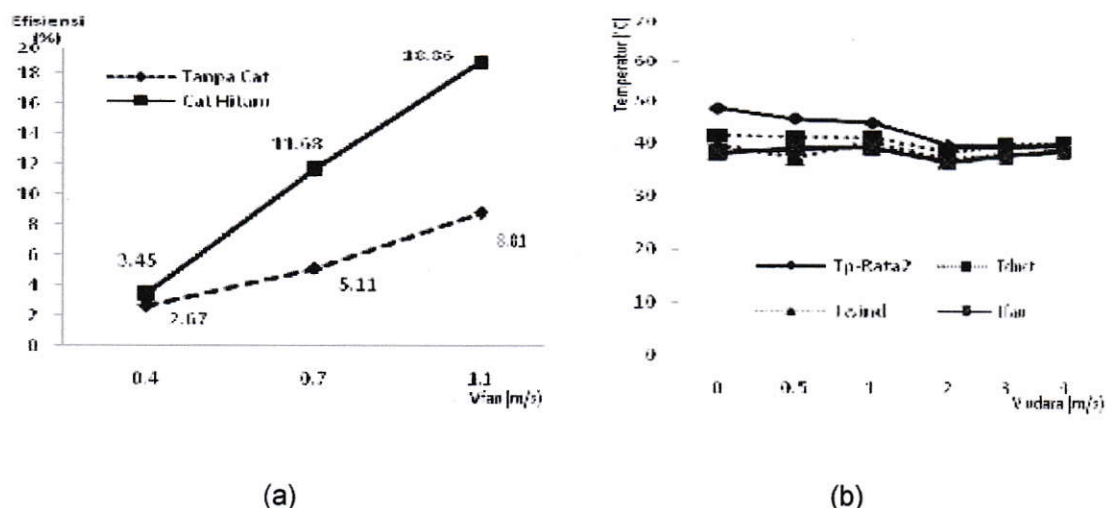
### Hasil dan Pembahasan

Pengujian telah dilakukan pada beberapa variasi kecepatan angin ( $V_a$ ) yaitu 0 m/s, 0,5 m/s, 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s, dan 4 m/s. Kecepatan fan isap divariasikan dari 0,4 m/s, 0,7 m/s, dan 1,1 m/s. Pengujian dilakukan untuk pelat kolektor yang diberi warna hitam dan tanpa warna. Berikut ditabelkan data dan hasil perhitungan efisiensi sesaat:

$V_a$ (m/s)	$V_{fan}$ (m/s)	Efisiensi sesaat $\eta$ (%)		$V_a$ (m/s)	$V_{fan}$ (m/s)	Efisiensi sesaat $\eta$ (%)	
		Tanpa Cat	Cat Hitam			Tanpa Cat	Cat Hitam
0	0,4	2,67	3,45	2,0	0,4	2,65	3,39
	0,7	5,11	11,68		0,7	4,76	6,10
	1,1	8,81	18,86		1,1	8,63	14,41
0,5	0,4	3,16	3,47	3,0	0,4	3,20	3,32
	0,7	5,61	10,62		0,7	5,71	6,06
	1,1	9,15	16,98		1,1	9,59	10,12
1,0	0,4	3,25	3,43	4,0	0,4	3,57	3,58
	0,7	5,67	8,27		0,7	6,36	6,92
	1,1	9,36	16,75		1,1	10,24	11,81

Berdasarkan uraian hasil perhitungan pada tabel 1 di atas terlihat pada kecepatan angin 0 m/s akan dicapai efisiensi kolektor surya berlubang lebih besar dibandingkan bila kecepatan angin diperbesar. Sedangkan pemberian warna hitam dan tanpa warna pada permukaan kolektor juga mempengaruhi besaran efisiensi kolektor surya berlubang sesaat. Terjadi peningkatan efisiensi kolektor surya berlubang sesaat untuk pelat dicat warna hitam dibandingkan tanpa warna dikarenakan daya serap permukaan yang diberi warna hitam lebih besar. Berikut kurva efisiensi kolektor surya berlubang sesaat pada kecepatan angin  $V_a = 0$  m/s:





Gambar 4. (a) Kurva efisiensi kolektor sesaat pada  $V_a = 0$  m/s  
(b) Kurva temperatur dan kecepatan udara

### Kesimpulan

Berdasarkan pengambilan data saat penelitian yang dilakukan terhadap peralatan uji absorber pelat berlubang di dalam wind tunnel dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Efisiensi kolektor surya berlubang sesaat di dalam wind tunnel dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kecepatan angin di atas pelat kolektor, kecepatan fan isap, warna permukaan, dan radiasi yang datang ke permukaan kolektor.
- Efisiensi kolektor surya berlubang sesaat dengan kecepatan angin,  $V_a = 0$  m/s dan permukaannya diberi warna hitam akan lebih besar dibandingkan tanpa warna.
- Semakin besar kecepatan angin di atas permukaan kolektor akan mengurangi efisiensi kolektor surya berlubang sesaat dan temperatur permukaan pelat kolektor serta penurunan radiasi yang datang ke permukaannya.

### Ucapan Terima kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Sriwijaya Tahun 2013.

### Daftar pustaka

Badache, M. *et al.*, 2012, A Full  $3^4$  Factorial Experimental Design for Efficiency Optimization of an Unglazed Transpired Solar Collector Prototype, *Journal of Solar Energy* 86: (2012)2802-2810.

Bizzy, I. dan Abdurachim, H., 1996, Kaji Eksperimental Pemanas Udara Surya Jenis Pelat Berlubang Tanpa Penutup Transparan, Hasil Penelitian di Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Bizzy, I., 2012, Kolektor Surya Berlubang Empat Sayap untuk Mengeringkan Daun Gaharu Menjadi Teh Gaharu, *Seminar Nasional Rekayasa Energi, Mekatronik, dan Teknologi Kendaraan-Rimtek 2013* LIPI, Bandung.

Carpenter, SC., 1992, Performance of Solar Preheated Ventilation Air Systems. Enermodal Engineering Limited, Waterloo.

Kokko, J.P., 1992, Performance of The Next Generation of Solarwalls, *SESCI '92 Conference*, Edmonton.

Kutcher, F.C. *et al.*, 1993, Unglazed Transpired Solar Collectors: Heat Loss Theory, ASME: *Solar Engineering*.

Schlichting, H., 1979, *Boundary Layer Theory*, McGraw-Hill Book Company, New York.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Raya Prabumulih KM. 32 Indralaya OI (30662) Telp. (0711) 580739 Fax. (0711) 580741  
e-mail : ftunsri@unsri.ac.id

## SURAT TUGAS

Nomor : 138 /UN9.1.3/KP/2014

Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya menugaskan kepada saudara yang namanya tersebut dibawah ini :

Nama : Ir. Irwin Bizzy, M.T ✓  
NIP : 196005281989031002  
Pangkat/ Gol : Pembina /IV/a  
Jabatan : Lektor Kepala/Dosen Jurusan Teknik Mesin FT Unsri

Untuk mengikuti Nasional Teknik Mesin, yang akan dilaksanakan pada tanggal 20 Februari 2014 di Jakarta, dengan judul makalah yang akan dipresentasikan "*Pengaruh Kecepatan Angin dan Warna Pelat Kolektor Surya Belubang Terhadap Efisiensi di dalam sebuah Wind Tunnel*".

Demikian, agar tugas ini dilaksanakan dengan penuh tanggung jawab.

Indralaya, 30 Januari 2013



Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA  
NIP. 195308141985031002

Tembusan :

1. Pembantu Dekan, I,II,III FT Unsri
2. BPP FT Unsri
3. Yang bersangkutan