

PROSIDING



Seminar Nasional *Teknik Mesin 9*



“Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di Bidang Teknik Mesin Dalam Menyongsong AFTA 2015 ”

Kamis, 14 Agustus 2014
Kampus Universitas Kristen Petra
Surabaya

Editor :
Fandi D. Suprianto
Oegik Soegihardjo
Joni Dewanto
Gan Shu San
Sutrisno

Penerbit:
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 - 131, Surabaya 60236

Didukung oleh :



PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 9
“Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di bidang Teknik Mesin
Dalam menyongsong AFTA 2015”

Hak Cipta © 2014 oleh SNTM 9
Program Studi Teknik Mesin
Universitas Kristen Petra

Dilarang mereproduksi, mendistribusikan bagian dari publikasi ini dalam segala bentuk maupun media tanpa seijin Program Studi Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Dipublikasikan dan didistribusikan oleh:
Program Studi Teknik Mesin
Universitas Kristen Petra,
Jl. Siwalankerto 121-131
Surabaya, 60236
INDONESIA

ISBN: 978-979-25-4418-3

TIM PENGARAH (REVIEWER):

- 1. Prof. Dr. Djatmiko Ichsani, M.Eng.**
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
- 2. Prof. Dr. Ir. Djoko Suharto, M.Sc.**
(Institut Teknologi Bandung)
- 3. Prof. Dr. Ir. Eddy Sumarno Siradj, M.Sc.**
(Universitas Indonesia)
- 4. Prof. Ir. I.N.G. Wardhana, M.Eng., M.Sc.**
(Universitas Brawijaya)
- 5. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., PhD.**
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
- 6. Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T.**
(Universitas Negeri Sebelas Maret)
- 7. Prof. Dr.-Ing. Ir. Mulyadi Bur**
(Universitas Andalas)
- 8. Prof. Dr. Ir. I Wajan Berata, DEA.**
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
- 9. Prof. Dr. Ir. Yatna Yuwana Martawirya**
(Institut Teknologi Bandung)
- 10. Dr. Ir. M. Harly, M.T.**
(VEDC Malang)
- 11. Ir. Purnomo, M.Sc., PhD.**
(Universitas Gadjah Mada)
- 12. Dr.-Ing. Suwandi Sugondo, Dipl.-Ing.**
(Universitas Kristen Petra / PT. Agrindo, Tbk.)

DAFTAR ISI

	Halaman
SUSUNAN REVIEW	ii
SUSUNAN PANITIA.....	iii
SAMBUTAN KETUA JURUSAN.....	iv
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii

DESAIN

1. STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERUBAHAN DESAIN FLYWHEEL TERHADAP WAKTU PENGOSONGAN ENERGI KINETIK <i>H. Laksana Guntur¹⁾, W. Hendrowati²⁾</i>	D1-D6
2. STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK PUTARAN SINGLE DAN TRIPLE PENDULUM PADA SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT-SISTEM PENDULUM <i>H. Laksana Guntur¹⁾, W. Hendrowati²⁾, Mukhtasor³⁾, R.W.Prastianto⁴⁾, I.S. Arif⁵⁾, H. Setiyawan⁶⁾</i>	D7-D10
3. RANCANG BANGUN ALTERNATIF <i>AIR TO HYDRAULIC PRESSURE BOOSTER (INTENSIFIER)</i> PADA SISTEM HIDROLIK PENGGERAK <i>LINFTING TABLE</i> <i>Iwan Agustiawan¹⁾, Mansur Ependi²⁾, Usep Ali Albayumi³⁾</i>	D11-D14
4. ANALISA KOMPONEN KRITIS PADA DESAIN <i>AUTOMATIC GUIDED VEHICLES (AGV) SUBSYSTEM LIFTING</i> DENGAN PEMBEBANAN STATIS MENGGUNAKAN SOFTWARE ABAQUS 6.11 <i>Joko Setia Pribadi¹⁾, Fauzun²⁾, Muslim Mahardika³⁾</i>	D15-D20
5. KAJIAN AWAL PENGARUH CRUSH INITIATORS TERHADAP PENYERAPAN ENERGI DAN GAYA TUMBUKAN PUNCAK PADA TABUNG BUJUR SANGKAR BERDINDING TIPIS <i>J. Istiyanto¹⁾, S. Hakim¹⁾, D.A. Sumarsono¹⁾, G. Kiswanto¹⁾, A.S. Baskoro¹⁾, S. Supriadi¹⁾</i>	D21-D26
6. APLIKASI PENGGUNAAN METODE <i>MOIRE PATTERN</i> UNTUK MENGETAHUI KARAKTERISTIK SEBARAN NILAI <i>STRESS-DISPLACEMENT</i> PADA MATERIAL BAJA AISI 304 BERBASIS <i>IMAGE PROCESSING</i> <i>Mohammad Khoirul Effendi¹⁾, Agus Sigit Pramono²⁾, Ari Surya Yulianto³⁾, Hanif Pribadi⁴⁾</i>	D27-D32
7. FLUIDSIM PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER MODULE UNTUK RANCANGAN MESIN PRESS HIDROLIK BOTOL PLASTIK <i>Ninuk Jonoadji, Ian Hardianto Siahaan</i>	D33-D38
8. PENGEMBANGAN DESAIN SEPEDA UNTUK PASIEN PASCA STROKE <i>Tri Andi Setiawan, I Made Londen Batan</i>	D39-D42
9. OPTIMASI JUMLAH <i>COMPARTMENT</i> TANGKI TRUK BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN MENGGUNAKAN <i>FINITE ELEMENT APPLICATION</i>	

- Willyanto Anggono*¹⁾, *Adi Sanjaya*²⁾, *Fandi Dwiputra Suprianto*³⁾, *Tubagus Putra Wijaya*⁴⁾ D43-D46
10. APLIKASI SUSTAINABLE PRODUCT DEVELOPMENT DALAM OPTIMASI JUMLAH BAUT PADA SAMBUNGAN RESERVOIR TEKAN PIPA HYDRANT DENGAN MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT APPLICATION
*Willyanto Anggono*¹⁾, *Ninuk Jonoadji*²⁾, *Ricky Subiyanto*³⁾, *Michael Surya Chandra Tanoto*⁴⁾ D47-D50
11. ANALISA TEGANGAN PADA DESAIN *FRAME AUTOMATIC GUIDED VEHICLES* (AGV) DENGAN PEMBEBANAN STATIS MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS 6.11*
*Zainal Abadi*¹⁾, *Fauzun*²⁾, *Muslim Mahardika*³⁾ D51-D54
12. ANALISA GETARAN PEMASANGAN SABUK DALAM-DALAM PADA POROS POMPA SENTRIFUGAL TEBAL 4,5 MM LEBAR 98 MM
Erwen Martianis D55-D60
13. SIMULASI STRUKTUR DAN PEMBUATAN MESIN TEKAN *RIVET* DENGAN SISTEM HIDROLIK YANG DIKONTROL DENGAN *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)*
*Taufiq Hidayat*¹⁾, *Beni Tri Sasongko*²⁾, *Muslim Mahardika*³⁾ D61-D66
14. DESAIN MODEL 3D MASSIVELY PARALLEL ROBOTS (3D-MPRs) BERBASIS KONTROL NEURO-FUZZY (NF)
*Roche Alimin*¹⁾, *Hans Natalius*¹⁾, *Felix Pasila*²⁾ D67-D70
15. SISTEM KENDALI *FUZZY LOGIC* PADA TRI-STAR *WHEELCHAIR*
Rafiuddin Syam, *Wahyu H. Piarah* dan *Alfian Djafar* D71-D74
16. APLIKASI KENDALI *FUZZY LOGIC* UNTUK MODEL *EXCAVATOR* PNEUMATIK
*Rafiuddin Syam*¹⁾, *Irdam*²⁾ dan *Wahyu H. Piarah*¹⁾ D75-D78

KONVERSI ENERGI

17. ANALISA HIDRAULIK JARINGAN PERPIPAAN SATU FASE CAIR MENGGUNAKAN METODE ITERASI HARDY CROSS
*Achilleus Hermawan*¹⁾, *Joko Waluyo*²⁾, *Indarto*³⁾ K1-K4
18. SIMULASI NUMERIK DENGAN PENDEKATAN 3D-URANS ALIRAN YANG MELINTASI SUSUNAN EMPAT SILINDER SIRKULAR DEKAT DINDING PADA “SMALL-GAP”
*A. Grummy Wailanduw*¹⁾, *Triyogi Yuwono*²⁾, *Wawan Aries Widodo*³⁾ K5-K8
19. SIMULASI NUMERIK PENGARUH VARIASI SUDUT *SWIRL VANES* PADA *RADIALLY STRATIFIED FLAME CORE BURNERS* TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN
*Atok Setiyawan*¹⁾ & *Senna Septiawan*²⁾ K9-K14
20. STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN *BODI PENGGANGGU* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN PADA TIGA SILINDER SIRKULAR YANG TERSUSUN STAGGER PADA JARAK ANTAR SILINDER $L/D=2$ dan $T/D=1,5, 2$ dan 3 “Studi kasus untuk $BP\ 30^\circ$ dan tanpa BP pada $Re = 2.2 \times 10^4$ ”
*Bantacut*¹⁾, *Wawan Aries Widodo*²⁾ K15-K20
21. STUDI EKSPERIMENTAL *CO-FIRING* BATUBARA DENGAN SEKAM PADI DALAM *BUBBLING FLUIDIZED BED COMBUSTOR* (BFBC)
*Fransisko Pandiangan*¹⁾, *Tri Agung Rohmat*²⁾, *I Made Suardjaja*³⁾ K21-K26

22. KARAKTERISASI UNJUK KERJA PLANT GASIFIKASI BATUBARA TIPE UPDRAFT DENGAN VARIASI EQUIVALENCE RATIO
Muhammad Trifiananto¹⁾, Bambang Sudarmanta²⁾ K27-K32
23. SEPARASI ALIRAN MELINTASI “BUMP” DENGAN RADIUS KELENGKUNGAN YANG BESAR
Sutardi¹⁾ dan Guntur Muda A. A. K33-K38
24. RANCANG BANGUN VISKOMETER DIGITAL
Ridwan¹⁾, Ridha Iskandar²⁾ K39-K42
25. STUDI EKSPERIMEN PENGARUH *INLET DISTURBANCE BODY* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN MELINTASI SILINDER SIRKULAR YANG TERSUSUN SECARA *STAGGERED* DALAM SALURAN SEMPIT BERPENAMPANG BUJUR SANGKAR
Sofia Benyakart¹⁾, Wawan Aries Widodo²⁾ K43-K48
26. PERSAMAAN RUGI TEKANAN FLUIDA NANO Al_2O_3 -AIR PADA PROSES PEN-DINGINAN DALAM PIPA
Sudarmadji¹⁾, Sudjito Soeparman²⁾, Slamet Wahyudi³⁾, Nurkholis Hamidi⁴⁾ K49-K54
27. KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN NANOPARTIKEL PADA KINERJA PENGKONDISI UDARA
Sumeru¹⁾, Triaji Pangripto Pramudantoro²⁾, Ismail Wellid³⁾ K55-K58
28. STUDI NUMERIK RADIUS *VOLUTE TONGUE* RUMAH KEONG PADA BLOWER SENTRIFUGAL
Sutrisno¹⁾, Suwandi. S.²⁾, Ayub. S.³⁾ K59-K62
29. KARAKTERISASI UNJUK KERJA MESIN DIESEL GENERATOR SET SISTEM DUAL FUEL SOLAR DAN SYNGAS BATUBARA
Zuhri Tamam¹⁾, Bambang Sudarmanta²⁾ K63-K68
30. MENILAI PERFORMANSI GAS AIR HEATER DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP BERKAPASITAS 660 MW (STUDI KASUS PLTU CIREBON)
Hery Sonawan¹⁾, M. Luqmanul Hakim K69-K74
31. MSWT-01 (*MOBILE SURFACE WATER TREATMENT*), PENJERNIH AIR MULTI FUNGSI DARI INSTITUSI PENDIDIKAN VOKASI UNTUK MASYARAKAT
Gamawan Ananto¹⁾, Albertus B. Setiawan²⁾ K74-K80
32. PENGARUH BENTUK DAN UKURAN GELOMBANG PLAT PENYERAP TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR SURYA
Ekadewi A. Handoyo, Gideon Indrata K81-K84

MANUFAKTUR

33. EVALUASI RANCANGAN SEPEDA *PASCA STROKE* DITINJAU DARI ASPEK PERAKITAN DENGAN MENGHITUNG EFISIENSI DESAIN PERAKITAN
Ahmad Anas Arifin¹⁾, I Made Londen Batan²⁾ M1-M6
34. EVALUASI RANCANGAN DALAM RANGKA PENGEMBANGAN SEPEDA *PASCA STROKE* BERDASARKAN MEKANISME GERAK, ERGONOMI, DAN KEKUATAN MATERIAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE CATIA V5R20*
Arifa Candrawati Imama¹⁾, I Made Londen Batan²⁾ M7-M14

35. ANALISIS TINGKAT PERFORMANCE MESIN *INJECTION* PADA PT XYZ DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*
Hana Catur Wahyuni, Setiawan M15-M18
36. STUDI LAPISAN PELINDUNG PADA KOMPOSIT PLASTIK-KARET TERHADAP KETAHANAN PEMAPARAN CUACA
Heru Sukanto¹⁾, Kresna Nurhadewa²⁾, Wijang Wisnu Raharjo¹⁾ M19-M24
37. PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN LAPISAN ENAMEL TERHADAP KEKUATAN REKAT GESER KOMPOSIT TAMBAL GIGI
Lega Putri Utami¹⁾, kusmono²⁾ M25-M28
38. *EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS (EMA)* UNTUK MENGETAHUI *MODAL PARAMETER* PADA ANALISIS DINAMIK BALOK KAYU YANG DIJEPIT DI SATU UJUNG
Oegik Soegihardjo¹⁾, Suhardjono²⁾, Bambang Pramujati³⁾, Agus Sigit Pramono⁴⁾ M29-M34
39. *STUDI PERTUMBUHAN BUTIR PRIOR AUSTENIT* AKIBAT PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN SELAMA PEMANASAN AWAL BAJA HSLA
Richard A.M. Napitupulu^{}* M35-M38
40. STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH JENIS CAIRAN DIELEKTRIK TERHADAP MRR, EWR DAN VWR PADA TEGANGAN 340 VOLT DAN 580 VOLT DENGAN PROSES *DRILLING* EDM MENGGUNAKAN SPARK GENERATOR TIPE RELAKSASI (RC)
Susiswo¹⁾, Suhardjono²⁾ dan Bambang Pramujati³⁾ M39-M42
41. PENINGKATAN SIFAT KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS PERMUKAAN BAJA TAHAN KARAT AISI 410 DENGAN TEKNIK PLASMA HELIUM-METANA
Wahyu Anhar¹⁾, Viktor Malau²⁾, Tjipto Sujitno³⁾ M43-M46
42. STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK KEAUSAN PERMUKAAN AKIBAT *MULTI-DIRECTIONAL CONTACT FRICTION*
Yusuf Kaelani¹⁾, Muhammad Hasry²⁾ M47-M50
43. RANCANG BANGUN *RIVET JOINT MACHINE* DENGAN METODE *FUNCTIONAL MODELLING* PADA PERANCANGAN KONSEPTUAL
Beni Tri Sasongko¹⁾, Taufiq Hidayat²⁾, Muslim Mahardika³⁾ M51-M54
44. PENGARUH METODE Pengerjaan DINGIN DAN *BLASTING ABRASIVE* TERHADAP KARAKTERISTIK MATERIAL BIOMEDIS
Mirza Pramudia¹⁾, Khamdi Mubarak²⁾ M55-M58
45. DESAIN KOMPOSIT EPOKSI BERPENGISI SERBUK SABUT KELAPA DAN ALUMINIUM UNTUK BAHAN KAMPAS REM DENGAN VARIASI BENTUK GEOMETRI ALUR KAMPAS
Eko Marsyaho¹⁾, Eko Yohanes S²⁾, Yafhed Octavianus³⁾, Virginia C.W⁴⁾ M59-M62
46. PENGARUH VARIASI TEMPERATUR INTERPASS PADA PROSES PENGELASAN SMAW AISI 304L TERHADAP *FERRIT CONTENT* KEKUATAN TARIK DAN IMPAK
Moh. Syaiful Amri¹⁾, Sulistijono²⁾ M63-M68
47. LAJU PENETRASI KOROSI PADA MATERIAL ALTERNATIF BANGUNAN KAPAL
Prantasi Harmi Tjahjanti¹⁾, Eko Panunggal²⁾, Darminto³⁾, Wibowo Harso Nugroho⁴⁾ M69-M74

48. PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA ST42 SEBAGAI DASAR PROSES OPERASIONAL LAS GESEK (*FRICITION WELDING*) DALAM UPAYA MEMPRODUKSI KOMPONEN PENGAIT
Nur Husodo¹⁾, Budi Luwar Sanyoto²⁾, Sri Bangun Setyawati³⁾ Rachmad Hidayat⁴⁾ M75-M80

OTOMOTIF

49. SISTEM PENGAMAN SEPEDA MOTOR DENGAN STANDAR TENGAH HIDROLIK DAN PENERAPANNYA PADA SEPEDA MOTOR MATIC YAMAHA MIO SPORTY
Joni Dewanto dan Ferryando Tanicka 01-04
50. OPTIMASI UNJUK KERJA MESIN SINJAI 650 CC MELALUI PENGATURAN SISTEM PENDINGINAN ENGINE
Bambang Sudarmanta¹⁾, Ary Bachtiar Krisna Putra²⁾, Devy Ratna Sari³⁾, Dwi Cahyo Andrianto⁴⁾ 05-08
51. MENEJEMEN ENERGI UNTUK PENGATURAN FWD, RWD, 4WD, DAN SAAT BELOK DENGAN *DIRECT WHELL DRIVE*
Herry Sufyan Hadi¹⁾, I Nyoman Sutantra²⁾, Bambang Sampurno²⁾ 09-016
52. PROTOTYPE SISTEM HEADLAMP DENGAN PERGERAKAN ADAPTIVE STEERING
Ian Hardianto Siahaan, David Setiawan Prayogo 017-022
53. STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK *SHOCK ABSORBER* UNTUK MEN-CARI KOMPONEN PENGGANTI *SHOCK ABSORBER* SISTEM SUSPENSİ MOBİL PEDESAAN (GEA)
Wiwiek Hendrowati^{1,a)}, Harus L.G.^{1,b)}, Agus S.P.^{1,c)} dan I.N. Sutantra^{1,d)} 023-026



PENGARUH BENTUK DAN UKURAN GELOMBANG PLAT PENYERAP TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR SURYA

Ekadewi A. Handoyo, Gideon Indrata

Prodi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra

Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia

E-mail :ekadewi@petra.ac.id

ABSTRAK

Kolektor surya merupakan piranti yang mengkonversi radiasi matahari menjadi energi termal. Meskipun kolektor surya memiliki konstruksi yang sederhana, namun sangat memungkinkan digunakan di daerah tropis. Fluida kerja yang umum digunakan adalah air atau udara. Efisiensi kolektor yang memanaskan udara lebih rendah dibandingkan air, karena kalor jenis dan konduktivitas termal udara yang lebih rendah dari air. Karenanya banyak penelitian dilakukan untuk memperbaiki kinerja kolektor pemanas udara. Kolektor yang umum digunakan adalah yang jenis plat datar. Namun, plat bergelombang memiliki luasan lebih besar, sehingga dapat menyerap lebih banyak radiasi dan memberikan hasil lebih baik daripada plat datar.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk dan ukuran gelombang plat penyerap pada suatu kolektor surya yang memberikan efisiensi tinggi. Di samping plat gelombang, diteliti juga kolektor dengan plat penyerap plat datar. Penelitian dilakukan dengan simulasi numerik dan percobaan. Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan hasil percobaan. Setelah model yang digunakan dalam simulasi numerik dinyatakan valid, penelitian dilanjutkan secara numerik untuk mencari perbandingan ukuran gelombang plat penyerap yang memiliki efisiensi paling tinggi dan pressure drop paling rendah dengan software ANSYS FLUENT.

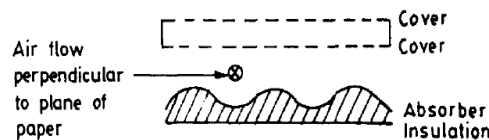
Hasil dari percobaan adalah bahwa plat penyerap bentuk gelombang memiliki efisiensi lebih tinggi dibandingkan plat datar. Sedangkan menurut simulasi, perbandingan ukuran plat gelombang yang menghasilkan efisiensi kolektor paling tinggi dengan pressure drop paling rendah adalah pada $\omega = 4$, dan $\gamma = 8$.

Kata kunci: kolektor surya, plat penyerap bentuk gelombang, pemanas udara.

1. Pendahuluan

Dengan semakin menipisnya persediaan minyak bumi dan bahan bakar tidak terbarukan, maka pemanfaatan energi matahari semakin digalakkan. Salah satu peralatan untuk itu adalah kolektor surya yang umumnya digunakan untuk memanaskan air atau udara. Kolektor surya pemanas air memiliki efisiensi lebih tinggi dari udara, karena kalor jenis dan konduktivitas termal air yang lebih tinggi dibanding udara. Namun, kolektor surya pemanas udara juga mempunyai kelebihan, yaitu udara lebih ringan dibanding air sehingga peralatan lebih ringkas, udara tidak bersifat korosif dibandingkan air. Kelebihan lain adalah konstruksi kolektor surya pemanas udara lebih sederhana, karena tidak menghadapi masalah kebocoran seperti pada pemanas air.

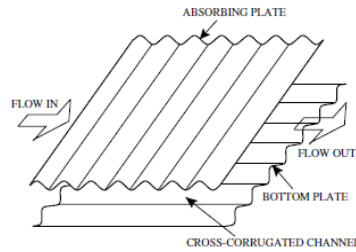
Banyak penelitian dilakukan untuk meningkatkan kinerja kolektor surya pemanas udara. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan meningkatkan luas permukaan perpindahan panas dan menambah turbulensi di dalam aliran fluida kerja, dalam hal ini udara. (Choudhury & Garg, 1991) meneliti kolektor surya pemanas udara dengan plat penyerap bentuk gelombang seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Plat penyerap bergelombang (Choudhury & Garg, 1991)

Ada pula penelitian untuk mengetahui pengaruh besarnya celah ketinggian dan arah aliran fluida terhadap efisiensi pada kolektor surya yang jenis fluida kerjanya mengalir di bawah plat penyerap berbentuk gelombang (Lin, Gao, & Liu, 2006). Kemudian juga terdapat penelitian untuk mengetahui pengaruh ditambahkannya gelombang pada plat sebelah bawah dan arahnya dirubah menjadi tegak lurus arah gelombang plat penyerap dan arah kebalikannya terhadap efisiensi, seperti pada Gambar 2 (Gao, Lin, Liu, & Xia, 2007). Hasilnya adalah ternyata yang paling efisien adalah ketika arah aliran fluida sejajar dengan arah gelombang plat bawah dan tegak lurus arah gelombang plat penyerap yang berarti membuat turbulensi yang cukup pada aliran dan luas plat penyerap yang terbesar. Sehingga arah aliran yang digunakan

dalam tugas akhir ini adalah sejajar dengan gelombang plat penyerap pada tipe kolektor yang arah alirannya di atas plat penyerap.

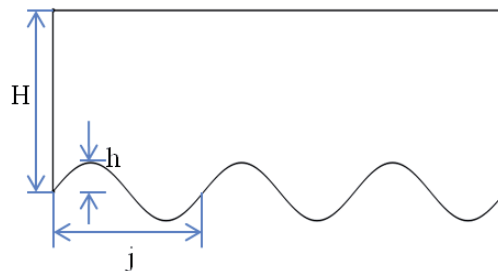


Gambar 2. Aliran udara melintang plat penyerap bentuk gelombang (Gao, Lin, Liu, & Xia, 2007)

Plat penyerap dengan permukaan bergelombang memiliki luas permukaan yang lebih besar jika dibandingkan dengan plat datar. Selain itu, kolektor dengan plat gelombang juga cenderung membuat aliran udara memiliki turbulensi lebih besar daripada kolektor dengan plat datar, sehingga diharapkan efisiensi kolektor dengan plat gelombang lebih tinggi dari kolektor plat datar. Akan tetapi, belum ada penelitian yang mencari bentuk dan ukuran gelombang plat penyerap yang memberikan efisiensi terbaik suatu kolektor surya pemanas udara. Dalam penelitian ini, dicari rasio

jarak/lebar gelombang, j , terhadap tinggi gelombang, h ($\frac{j}{h} = \omega$) dan rasio lebar celah, H , terhadap tinggi gelombang, h

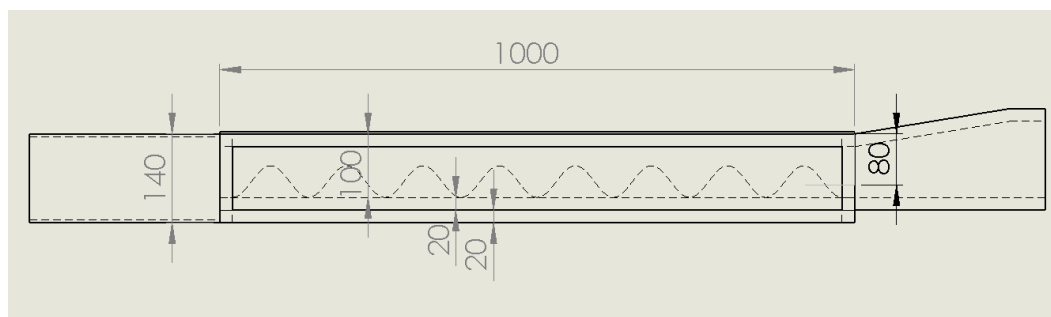
($\frac{H}{h} = \gamma$), seperti terlihat pada Gambar 3.



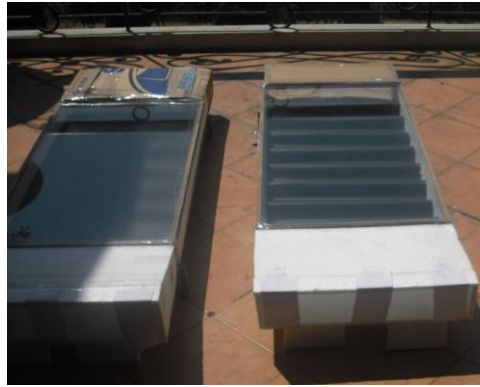
Gambar 3. Bentuk dan dimensi gelombang plat penyerap

2. Metodologi

Penelitian diawali dengan penentuan model kolektor yang akan diteliti secara eksperimen/percobaan. Ukuran plat penyerap plat datar adalah sama dengan ukuran kaca, yaitu $P \times L = 1 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$. Plat penyerap yang digunakan berupa aluminium yang dicat hitam dengan ketebalan 0,3 mm. Skema dan foto dari kolektor surya yang digunakan dalam percobaan adalah seperti pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Skema kolektor surya plat gelombang yang digunakan dalam percobaan.



Gambar 5. Kolektor plat datar dan gelombang yang digunakan dalam percobaan.

Setelah peralatan siap, percobaan dilakukan di *outdoor*. Untuk mengalirkan udara melalui kolektor digunakan dua kipas komputer yang dilengkapi dengan potensio untuk mengatur kecepatan aliran udara. Udara dialirkan dengan kecepatan 0,5 m/s dan 0,8 m/s. Kecepatan udara diukur dengan anemometer. Temperatur udara diukur pada masukan dan keluaran. Percobaan dilakukan secara bersamaan untuk kolektor plat gelombang dan plat datar seperti pada Gambar 5.

Data yang didapat dari percobaan digunakan untuk mem-validasi model yang digunakan dalam simulasi numerik. Setelah model numerik dinyatakan valid, maka penelitian dilanjutkan secara numerik saja untuk mendapatkan rasio ω dan rasio γ yang memberikan efisiensi kolektor terbaik.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil percobaan yang dilakukan di *outdoor* dengan pengukuran serentak adalah seperti pada Tabel 1 untuk kecepatan aliran udara sebesar 0,8 m/s dan Tabel 2 untuk 0,5 m/s.

Tabel 1. Hasil percobaan ketika kecepatan aliran udara 0,8 m/s

Jenis plat	T _i , C	T _o , C	ΔT, C	T _{amb} , C	V _{fan} , m/s	Jenis plat	T _i , C	T _o , C	ΔT, C	T _{amb} , C	V _{fan} , m/s
Datar	34,7	39,3	4,6	34,7	0,8	gelombang	34,4	40	5,6	34,4	0,8
	34,8	38,7	3,9	34,8	0,8		35,2	41,3	6,1	35,2	0,8
	34,6	41,3	6,7	34,6	0,9		35,2	40,4	5,2	35,2	0,9
	34,8	41,1	6,3	34,8	0,9		34,9	43,4	8,5	34,9	0,8
	35	41,6	6,6	35	0,8		35	40,5	5,5	35	0,8

Tabel 2. Hasil percobaan ketika kecepatan aliran udara 0,5 m/s

Jenis plat	T _i , C	T _o , C	ΔT, C	T _{amb} , C	V _{fan} , m/s	Jenis plat	T _i , C	T _o , C	ΔT, C	T _{amb} , C	V _{fan} , m/s
Datar	33,6	36,5	2,9	33,6	0,5	gelombang	34	40,8	6,8	34	0,6
	33,8	39,1	5,3	33,8	0,6		34,2	40,4	6,2	34,2	0,6
	33,7	38,7	5	33,7	0,6		33,7	39,7	6	33,7	0,5
	34	39,3	5,3	34	0,5		33,8	39,6	5,8	33,8	0,6
	33,8	39,6	5,8	33,8	0,5		33,9	41	7,1	33,9	0,5

Efisiensi kolektor tergantung pada kalor yang diserap udara, Q_u , luasan kolektor, A_c , dan intensitas radiasi, I_T , sesuai dengan persamaan: $\eta = \frac{Q_u}{I_T \times A_c}$ (Duffie, 1991). Pada percobaan, I_T diukur dengan Pyrometer berkisar 800 W/m².

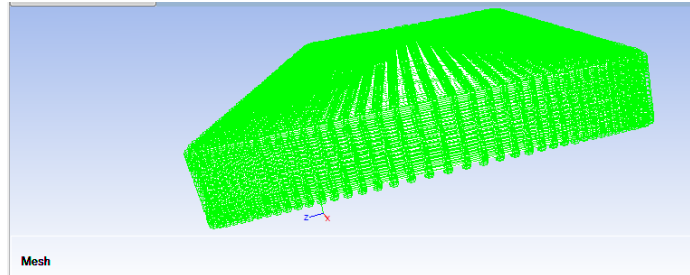
Perbandingan hasil perhitungan efisiensi kedua kolektor pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kinerja kolektor dengan plat datar dan gelombang

Bentuk	Kenaikan temperatur, K		Efisiensi	
	V _{udara} = 0,8 m/s	V _{udara} = 0,5 m/s	V _{udara} = 0,8 m/s	V _{udara} = 0,5 m/s
Datar	4,6	4,9	0,55	0,36
gelombang	6,2	6,4	0,64	0,45

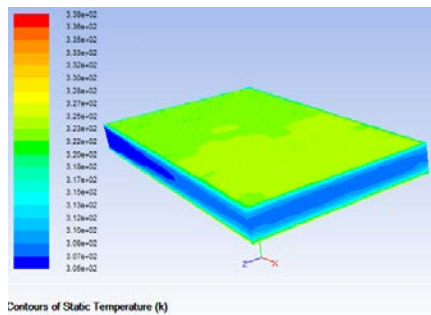
Mesh dari model numerik dibuat sesuai dengan model pada percobaan seperti pada Gambar 6. Selain mendapatkan

distribusi temperatur, juga didapatkan hasil numerik temperatur dan tekanan udara di masukan-keluaran. Arah aliran fluida kerja diambil searah dengan sumbu x positif, dan arah radiasi matahari searah dengan sumbu y negatif.



Gambar 6. Mesh dari model kolektor surya plat datar.

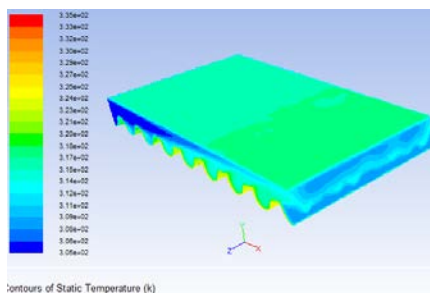
Distribusi temperatur pada aliran udara yang mengalir di bawah plat penyerap dari tiap bentuk kolektor dengan kecepatan 0,8 m/s sebagai hasil simulasi numerik dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Pada kedua gambar tersebut juga ditunjukkan hasil numerik dari simulasi untuk temperatur udara serta penurunan tekanan aliran masuk dan ke luar saluran.



Area-Weighted Average Static Pressure		(pascal)
inlet		0.14272104
outlet		0
Net		0.071360521
Area-Weighted Average Static Temperature		(k)
inlet		305
outlet		309.56711
Net		307.28354

Gambar 7. Distribusi temperatur pada kolektor datar

Dapat terlihat pada Gambar 7 bahwa temperatur keluar dari kolektor datar tidak merata atas-bawah dan temperatur pada pertengahan adalah sekitar 306-307 K. Dari Gambar 7 dan 8, temperatur udara keluar kolektor dengan plat gelombang terlihat lebih tinggi daripada kolektor plat datar. Sedang dari rata-rata temperatur yang didapatkan, terlihat bahwa kolektor plat datar memiliki temperatur rata-rata keluar yang lebih tinggi dari plat gelombang. Pada plat datar, temperatur rata-rata keluaran udara adalah 309,567 K. Sedangkan pada kolektor plat gelombang, temperatur keluaran udara adalah 310,175 K. Perbandingan kenaikan temperatur udara dan efisiensi dari hasil simulasi numerik ditunjukkan pada Tabel 4.



Area-Weighted Average Static Pressure		(pascal)
inlet		1.8917694
outlet		-0.00087021792
Net		0.94544959
Area-Weighted Average Static Temperature		(k)
inlet		305
outlet		310.17505
Net		307.58752

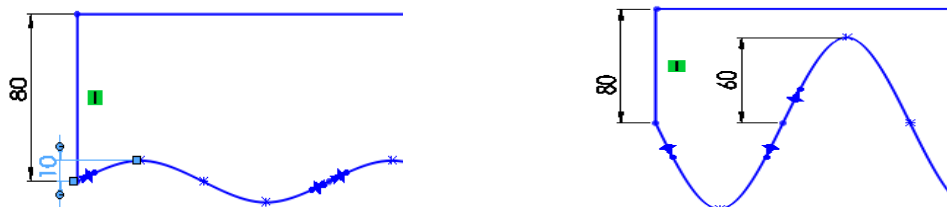
Gambar 8. Distribusi temperatur pada kolektor gelombang

Tabel 4. Perbandingan hasil simulasi numerik pada kecepatan aliran 0,8 m/s

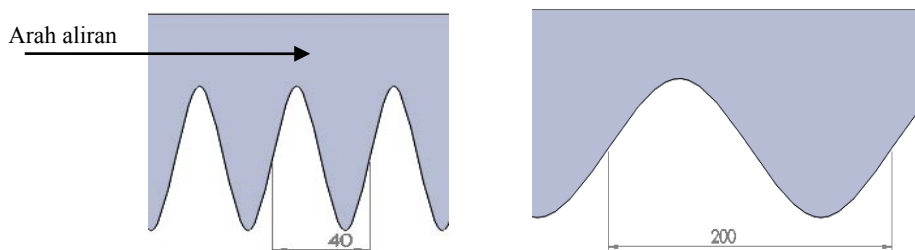
Bentuk	ΔP (Pa)	ΔT (K)	η
Datar	0,143	4,567	0,46
Gelombang	1,892	5,175	0,52

Dari Tabel 3 dan 4 terlihat bahwa kenaikan temperatur udara dan efisiensi kolektor dengan plat penyerap bentuk gelombang lebih tinggi daripada plat datar. Terdapat perbedaan antara angka yang didapat dari percobaan dengan simulasi. Hal ini disebabkan kontur gelombang pada simulasi didekati dengan kurva sinus, sedangkan pada percobaan lebih menyerupai setengah lingkaran. Penyebab lain adalah pada simulasi intensitas radiasi dijaga konstan 800 W/m^2 , sedangkan pada percobaan dapat lebih tinggi.

Selanjutnya adalah meneliti rasio ω dan γ terbaik. Dari beberapa kali simulasi, didapatkan hasil seperti berikut ini. Tinggi gelombang, h , diteliti dengan interval 10 mm dari ketinggian minimum 10 mm hingga tinggi maksimum 60 mm , seperti pada Gambar 9. Jarak atau panjang gelombang, j , diteliti dengan interval 40 mm , dari panjang terpendek 40 mm hingga 200 cm , seperti pada Gambar 10.

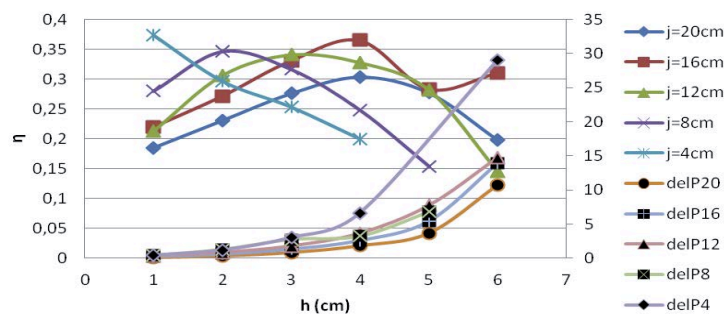


Gambar 9. Ketinggian gelombang minimum 10 mm dan maksimum 60 mm



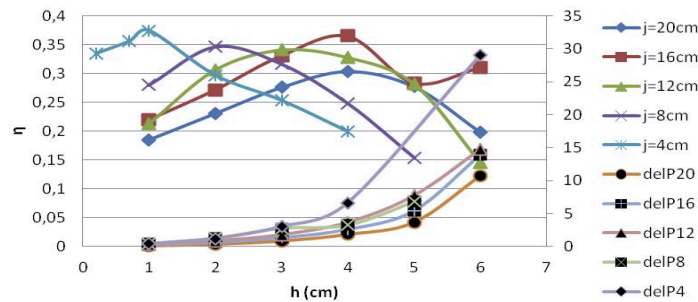
Gambar 10. Panjang gelombang minimum 40 mm dan maksimum 200 mm

Dari hasil simulasi numerik untuk tinggi gelombang, h , dari 10 mm hingga 60 mm dan panjang gelombang, j , dari 40 mm hingga 200 mm , didapatkan efisiensi kolektor seperti pada Gambar 11. Semakin tinggi gelombang maka semakin tinggi pula pressure drop. Dari Gambar 11 terlihat bahwa pressure drop untuk plat dengan tinggi gelombang, h , lebih dari 4 sangat tinggi dan sebaiknya dihindari. Jarak antar gelombang atau panjang gelombang yang memberikan efisiensi paling tinggi adalah ketika 4 cm pada ketinggian gelombang 1 cm . Pada Gambar 11 terlihat bahwa ketika tinggi gelombang, $h = 1 \text{ cm}$, semakin kecil jarak antar gelombang, j , semakin tinggi efisiensi kolektor. Ada kemungkinan efisiensi tertinggi tercapai ketika tinggi gelombang di bawah 1 cm . Oleh karena itu diadakan simulasi 2 kali lagi, yaitu pada tinggi gelombang $0,3$ dan $0,7 \text{ cm}$ dengan hasil pada Gambar 12.



Gambar 11. Efisiensi terhadap ketinggian gelombang beserta *pressure drop* pada lima panjang gelombang yang diteliti

Dari Gambar 12, ternyata efisiensi kolektor paling tinggi tetap pada tinggi gelombang, h , 1 cm . Jika dibandingkan dengan plat datar yang efisiensinya sekitar $0,29$, maka titik tertinggi plat gelombang memiliki efisiensi lebih tinggi. Jarak antar gelombang atau panjang gelombang terbaik adalah 4 cm dengan tinggi gelombang 1 cm . Dengan demikian, rasio $\omega = j/h = 4$, dan $\gamma = H/h = 8$. Hasil ini bersesuaian dengan hasil yang didapatkan Naphon yang meneliti untuk plat diberi pemanas yang dibuat bergerigi. Naphon menemukan bahwa semakin kecil gerigi yang digunakan, efisiensi perpindahan panas semakin tinggi (Naphon, 2007).



Gambar 12. Efisiensi kolektor dengan tambahan tinjauan tinggi gelombang di bawah 1 cm

4. Kesimpulan

Dari hasil percobaan dan simulasi numerik, didapatkan bahwa:

- Efisiensi kolektor surya dengan plat penyerap bentuk gelombang lebih tinggi daripada kolektor plat datar.
- Penurunan tekanan aliran udara semakin tinggi ketika panjang gelombang lebih pendek dan tinggi gelombang lebih besar. Pada tinggi gelombang kurang atau sama dengan 2 cm, penurunan tekanan hampir tidak berbeda untuk panjang gelombang berapapun.
- Efisiensi kolektor dengan plat penyerap bentuk gelombang tertinggi saat perbandingan ukuran $\omega = 4$, dan $\gamma = 8$.

5. Daftar Pustaka

- Choudhury, C., & Garg, H. P. (1991). Design Analysis of Corrugated and Flat Plate Solar Air Heaters. *Renewable Energy Vol 1, No. 5/6*, p. 595 – 607.
- Duffie, J. A. (1991). *Solar Engineering Of Thermal Processes, 2nd ed.* (2nd ed. ed.). John Wiley & Sons, Inc.
- Gao, W., Lin, W., Liu, T., & Xia, C. (2007). Analytical and experimental studies on the thermal performance of cross-corrugated and flat-plate solar air heaters. *Applied Energy 84*, 425-441.
- Lin, W., Gao, W., & Liu, T. (2006). A parametric study on the thermal performance of cross-corrugated solar air collectors. *Applied Thermal Engineering 26*, 1043–1053.
- Naphon, P. (2007). Heat transfer characteristics and pressure drop in channel with V corrugated upper and lower plates. *Energy conversion and management 48*, 1516 – 1524.



UNIVERSITAS
KRISTEN
PETRA

Didukung oleh :



SERTIFIKAT



Seminar Nasional
Teknik Mesin 9

Diberikan kepada

Ekadewi A. Handoyo

Atas partisipasinya sebagai

PEMAKALAH

dalam

Seminar Nasional Teknik Mesin 9

“Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di Bidang Teknik Mesin
dalam Menyongsong AFTA 2015”

Surabaya, 14 Agustus 2014

Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Dr. Ir. Ekadewi A. Handoyo, M.Sc.

Ketua Panitia SNTM 9



Dr. Willyanto Anggono, S.T., M.Sc.