



PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI XI 2017  
Program Studi Teknik Mesin dan Program Studi Teknik Industri

ISBN 978-602-71459-7-9

# SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI

SNMI XI - 2017



Riset Multidisiplin Untuk Menjunjang  
Pengembangan Industri Nasional

The Jayakarta Hotel, Lombok  
27 - 29 April 2017

Diterbitkan oleh :  
Program Studi Teknik Mesin  
Program Studi Teknik Industri  
Fakultas Teknik  
Universitas Tarumanagara

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440  
Telp. 021-5672548, 5663124, 5638335; Fax. 021-5663277  
e-mail: snmi@ft.untar.ac.id ; Website: www.untar.ac.id



**UNTAR**  
Universitas Tarumanagara

ISBN 978-602-71459-7-9



9

786027

145979



# PROSIDING

## SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI XI 2017

### *RISET MULTIDISIPLIN UNTUK MENUNJANG PENGEMBANGAN INDUSTRI NASIONAL*

The Jayakarta Hotel  
Lombok, 27-29 April 2017

#### REVIEWER:

Prof. Dr. Ir. Eddy S. Siradj, M.Sc. (UPN Veteran Jakarta)  
Prof. Dr. Ir. I Made Kartika D., Dipl.Ing. (UI)  
Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, M.T. (Universitas Gunadarma)  
Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan, S.T., M.T. (UNTAR)  
Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel (UI)  
Dr. Ir. Iftikar Z. Sitalaksana, M.Sc. (ITB)  
Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. (UNTAR)  
Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D. (UNTAR)  
Anak Agung Alit Triadi, S.T., M.T. (UNRAM)  
I Kade Wiratama, S.T., M.Sc., Ph.D. (UNRAM)

#### EDITOR:

Lithrone Laricha S., S.T., M.T. (UNTAR)  
Sugiman, S.T., M.T., Ph.D. (UNRAM)  
Dr. Steven Darmawan, S.T., M.T. (UNTAR)  
I Wayan Joniarta, S.T., M.T. (UNRAM)  
Ahmad, S.T., M.T. (UNTAR)  
Dr. Abrar Riza, S.T., M.T. (UNTAR)  
Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. (UNTAR)  
Ir. Sofyan Djamil, M.Si. (UNTAR)  
Dr. Adianto, M.Sc. (UNTAR)  
Ir. Rosehan, M.T. (UNTAR)  
Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D. (UNTAR)  
Dr. Ir. M. Sobron Yamin Lubis, M.Sc. (UNTAR)  
Hendry Sakke Tyra, S.T., M.T., Ph.D. (UNRAM)  
Mirmanto, S.T., M.T., Ph.D. (UNRAM)  
Prof. Ir. Ngakan Putu Gede Suardana, M.T., Ph.D. (UNUD)  
I Wayan Sukania, S.T., M.T. (UNTAR)  
Syahrul, S.T., MA.Sc., Ph.D. (UNRAM)  
Wilson Kosasih, S.T., M.T. (UNTAR)  
Endro Wahyono (UNTAR)



Diterbitkan oleh:

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440  
Telp. 021-5672548, 5663124, 5638335; Fax. 021-5663277  
e-mail: snmi@ft.untar.ac.id ; Website: www.untar.ac.id

## **SUSUNAN PANITIA**

### **Panitia Pengarah:**

Ketua : Prof. Dr. Ir. Eddy S. Siradj, M.Sc. (UPN Veteran Jakarta)

Anggota : Prof. Dr. Ir. I Made Kartika D., Dipl.Ing. (UI)  
Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan, M.T. (Universitas Gunadarma)  
Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan, S.T., M.T. (UNTAR)  
Prof. Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel (UI)  
Dr. Ir. Iftikar Z. Sitalaksana, M.Sc. (ITB)  
Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. (UNTAR)  
Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D. (UNTAR)  
Anak Agung Alit Triadi, S.T., M.T. (UNRAM)  
I Kade Wiratama, S.T., M.Sc., Ph.D. (UNRAM)

### **Panitia Pelaksana:**

Ketua I : Lithrone Laricha S., S.T., M.T. (UNTAR)

Ketua II : Sugiman, S.T., M.T., Ph.D. (UNRAM)

Wakil Ketua I : Dr. Steven Darmawan, S.T., M.T. (UNTAR)

Wakil Ketua II : I Wayan Joniarta, S.T., M.T. (UNRAM)

Sekretariat : I Wayan Sukania, S.T., M.T., (Sekretaris/Koordinator)  
Syahrul, S.T., MA.Sc., Ph.D. (UNRAM)  
Wilson Kosasih, S.T., M.T. (UNTAR)  
Endro Wahyono (UNTAR)

Bendahara I : Ir. Sofyan Djamil, M.Si (UNTAR)

Bendahara II : Nurchayati, S.T., M.T. (UNRAM)

Seksi Publikasi & Sponsor : Dr. Ir. Erwin Siahaan, M.Si (Koordinator)  
Paryanto Dwi Setiawan, S.T., M.T. (UNRAM)  
Agus Halim, S.T., M.T. (UNTAR)  
Lucia Indah Pramanti, S.T., M.Arch. (UNTAR)

Seksi Makalah : Ahmad , S.T., M.T (Koordinator)  
Dr. Abrar Riza, S.T., M.T. (UNTAR)  
Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. (UNTAR)  
Ir. Sofyan Djamil, M.Si (UNTAR)  
Dr. Adianto, M.Sc. (UNTAR)  
Ir. Rosehan, M.T. (UNTAR)  
Harto Tanujaya, S.T., M.T., Ph.D. (UNTAR)  
Dr. Ir. M. Sobron Yamin Lubis, M.Sc. (UNTAR)  
Hendry Sakke Tyra, S.T., M.T., Ph.D. (UNRAM)  
Mirmanto, S.T., M.T., Ph.D. (UNRAM)  
Prof. Ir. Ngakan Putu Gede Suardana, M.T., Ph.D (UNUD)

Seksi Acara & Dokumentasi : Didi Widya Utama, S.T., M.T. (Koordinator)  
Agus Dwi Catur, S.T., M.T. (UNRAM)  
Made Wirawan, S.T., M.T. (UNRAM)  
I Wayan Sukania, S.T., M.T. (UNTAR)  
M. Agung Saryatmo, ST., M.M., M.T. (UNTAR)  
Dr. Lamto Widodo, S.T., M.T. (UNTAR)

Seksi Perlengkapan	: Ida Bagus Alit, S.T., M.T. (Koordinator-UNRAM) : Made Wijana (UNRAM) : Dr. Ir. M. Sobron Yamin Lubis, M.Sc. (UNTAR) : Farida, S.E. (UNTAR)
Seksi Konsumsi	: Sulastini, S.E. (UNTAR)

15. Karakteristik Pola Aliran Dua-Fase Udara-Campuran Akuades Dan Butanol 4% Pada Saluran Mini Horisontal, <b>Eli Kumolosari, Sudarja, Indarto, Deendarlianto, Dian Indra Siregar</b>	116
16. Pengendalian Motor Penggerak Mekanisme Penggerak Pahat Mesin Router NC pada Arah Sumbu X, Sumbu Y, dan Sumbu Z Secara Serempak, <b>Rachmad Hartono, Sugiharto, Bukti Tarigan</b>	122
17. Simple Machine Winding Design and Fabrication, <b>Dedi Lazuardi, Dede Wirno</b>	130
18. Karakteristik Energi Gap dan Sifat Magnetik Nanopartikel $Zn_{0,80}Mn_{0,20}O$ sebagai Bahan <i>Diluted Magnetic Semiconductors</i> , <b>Heru Harsono, Zahratul Jannah AR, Darminto</b>	135
19. Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Pola Aliran dan Fluktuasi Tekanan pada Aliran <i>Kerosene</i> –Air di <i>T-Junction</i> , <b>Gunawan</b>	140
20. Simulasi Dinamik Batang Hubung Elastik pada Mekanisme Empat Batang, <b>Rizky Arman</b>	147
21. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Nitrat Terhadap Laju Korosi Kuningan Hasil Coran, <b>Femiana Gapsari, Wahyono Suprpto, Dwi Hadi Sulistyarini</b>	155
22. Variasi Orientasi Objek dan Layer Bahan Polymer pada Proses 3D Printing Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan, <b>Rosehan, Sobron Yamin Lubis, dan Christofer</b>	160
23. Analisis Statik Sistem Pemipaan Pengolahan Limbah Pabrik Baja Berdasarkan ASME B31.3, <b>Iman Satria</b>	168
24. Penentuan Karakteristik Hidrodinamika Wavy Airfoil Sudu Turbin Air Sumbu Vertikal Dengan Menggunakan Perangkat Lunak CFD-Numeca, <b>Carolus Bintoro, Vicky Wuwung, Y. Sinung Nugroho</b>	176
25. Pengembangan Mesin Penyegar Udara dengan Tenaga Matahari, <b>Kamaruddin A., Aep S. Uyun, Syukri M. Nur, Alie Bamahry dan Rino Imanda</b>	184
26. Rancang Bangun Pengecoran <i>Sentrifugal</i> untuk Peningkatan Kualitas Hasil Coran, <b>Bukti Tarigan</b>	190
27. Perhitungan Reachable Workspace pada Robot Paralel yang Memiliki 4 Kaki, <b>Teguh Prasetyo</b>	201
28. Studi Numerik Pelelehan <i>Paraffin-Wax</i> RT52 pada Kapsul Silinder Horisontal dengan Pemanas Air Panas, <b>Fajar Anggara, Suhanan, Joko Waluyo, T.A. Rahmat</b>	207
29. Unjuk Kerja Kulkas Termoelektrik dengan Rangkaian Seri dan Paralel pada Beban Air 1500 ml, <b>Hendra Ananta, Yesung Allo Padang, Mirmanto</b>	213
30. Metode Investigasi Proses Pelelehan (Melting Solid-Liquid) Paraffin Wax pada Model Silinder Annulus Horizontal LHTES, <b>Pathur Razi Ansyah, Joko Waluyo, Suhanan</b>	220
31. Metode Investigasi Parameter Sudut Kemiringan dan Panjang Resonator Terhadap Kinerja <i>Standing-Wave Thermoacoustic Engine</i> , <b>Rinasa Agistya Anugrah, Adhika Widyaparaga, I Made Miasa</b>	228
32. Pengaruh Variasi Jumlah Lilitan dan RPM Alat Magnetisasi Bahan Bakar Berbasis Elektromagnetik Terhadap Unjuk Kerja Mesin Bensin 4 Langkah 1 Silinder, <b>Rian Utama, I Made Mara, I Wayan Joniarta</b>	237
33. Studi Eksperimental Penggunaan Konsentrator Pada Turbin Angin Savonius Tipe L, <b>Asnawi, Ida Bagus Alit, Yesung Allo Padang</b>	245
34. Efektivitas Penggunaan Baffle Satu Segmen pada Alat Penukar Kalor Jenis Shell-Tube, <b>Harto Tanujaya</b>	253



## EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BAFFLE SATU SEGMENT PADA ALAT PENUKAR KALOR JENIS SHELL-TUBE

**Harto Tanujaya**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

Jl. Letjen S Parman No. 1, Jakarta Barat 11440

e-mail: hartotan@gmail.com, hartot@ft.untar.ac.id

### **Abstrak**

*Alat Penukar Kalor (APK) di dunia industri banyak digunakan sebagai salah satu peralatan untuk proses manufaktur. Saat sekarang para peneliti berusaha untuk meningkatkan efisiensi dari APK secara berkelanjutan yang hasilnya dapat berkontribusi terhadap pengurangan biaya operasi suatu perusahaan. Penelitian ini akan menggunakan APK jenis Shell & Tube (STHC). Peralatan APK akan dilihat efektivitasnya dengan menggunakan fluida air. Parameter yang akan diambil dan dihitung adalah pressure drop, faktor kekotoran (fouling factor), tekanan, temperatur, dan laju alir fluida. Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil koefisien perpindahan kalor konveksi rata-rata, luas penampang APK, pressure drop, dan kalor yang dipindahkan antara coolant dan air dengan membandingkan efektivitas dari kedua macam susunan baffle dan tube yang berbeda. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen laboratorium.*

**Kata kunci:** APK, kalor, pressure drop, temperatur

### **PENDAHULUAN**

Optimasi digunakan untuk mencari nilai terbaik dari berbagai fungsi, sehingga dapat meningkatkan kinerja suatu alat dengan kualitas hasil yang baik. Dalam penelitian ini parameter-parameter yang digunakan dalam menentukan optimasi dari APK antara lain dengan menentukan luas permukaan perpindahan kalor yang efektif, *pressure drop* yang kecil, menghasilkan biaya konstruksi pembuatan yang murah dengan menghitung jumlah pipa, panjang pipa, diameter pipa dan *shell*, dan jumlah *baffle*.

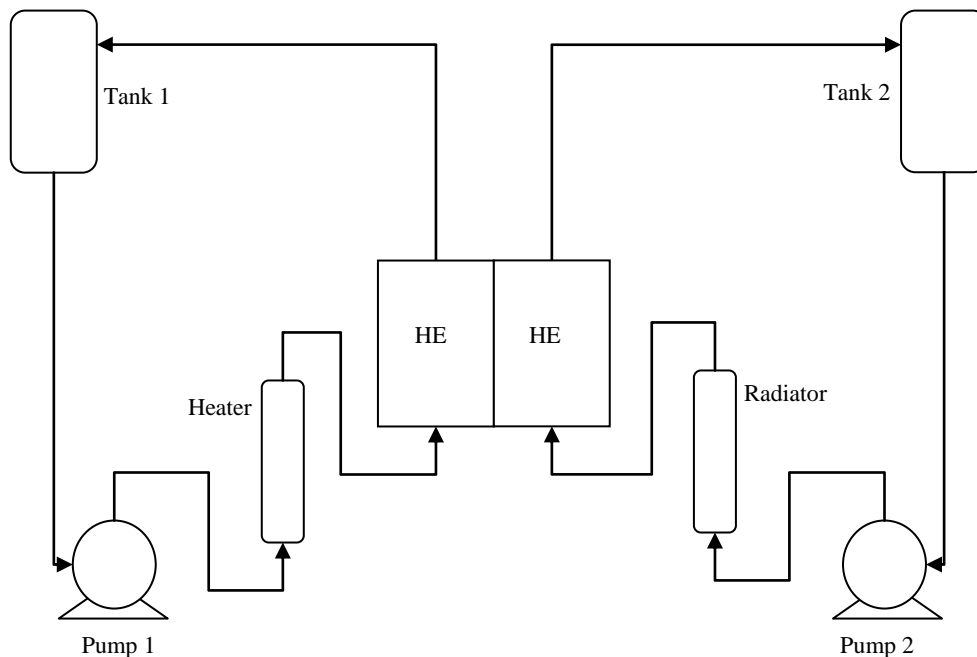
*Baffle* merupakan salah satu bagian penting yang perlu diperhatikan pada peralatan APK. *Baffle* digunakan untuk mengaktifkan perpindahan kalor antara sisi *shell* dengan sisi *tube* dan juga untuk mendukung konstruksi dan meredam getaran dari *tube*. *Baffle* terdiri dari dua jenis tipe, yaitu tipe pelat dan rod. Tipe pelat terdiri dari single, double, and triple segmental. Secara umum single segmental yang paling banyak digunakan. Jarak *baffle* dapat mempengaruhi getaran dari *tube* dan dapat mengoptimalkan perpindahan kalor dan *pressure drop* dari sistem. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini akan dianalisa dan diteliti pengaruh desain dan jarak *baffle* tipe *single segmental* terhadap efektivitas dari peralatan APK.

Penelitian mengenai jenis APK *shell and tube* banyak diteliti oleh para peneliti, diantaranya mengenai perpindahan kalor APK jenis *Shell – Tube* yang telah dimodifikasi, dengan menambahkan *seal* di *baffle* platnya, sehingga kinerja dari APK tersebut dapat meningkat sampai dengan 25% (Simin Wang, etc, 2008). Peneliti yang lain juga telah meneliti untuk jenis APK *Shell-Tube* dengan modifikasi *Spiral Tube* yang menghasilkan penurunan *pressure drop* nya lebih besar dibandingkan dengan yang bukan spiral (Xuesheng Wang, etc, 2004). Pada penelitian ini akan memvariasikan jarak dan model *baffle* dan susunan *tube* dengan model tertentu, untuk mendapatkan efektivitas APK yang baik.

### **METODE DAN MATERIAL**

Peralatan APK yang digunakan dalam penelitian ini adalah APK jenis *shell and tube*. Adapun desain dari APK jenis *shell and tube*, diameter dalam *shell* menggunakan 110 mm

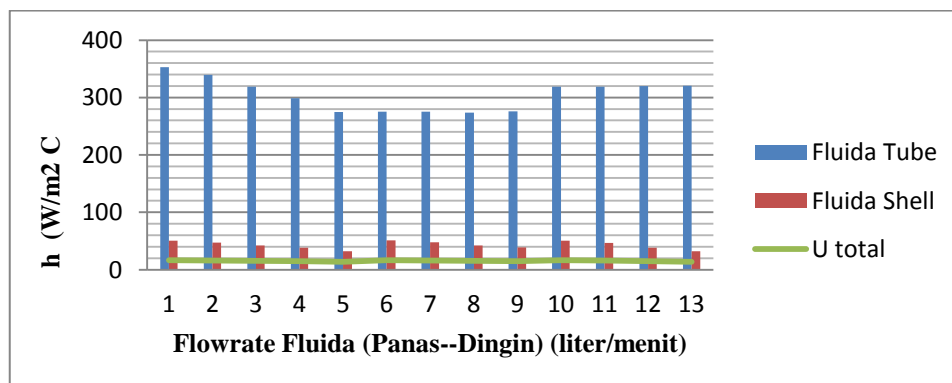
dengan material flexiglass (*acrylic*) dan diameter luar *tube* sebesar 12,7 mm dengan material *stainless steel*, panjang nominal 700 mm, dan jumlah *tube* sebanyak 20 buah. Jumlah *baffle* yang digunakan divariasikan antara 8 - 12 buah dengan jarak antar *baffle* disesuaikan dengan panjang pipa. *Baffle* yang digunakan dari material *acrylic*. Pengambilan data pertama tanpa menggunakan *baffle*, kemudian dilanjutkan dengan memvariasikan jumlah *baffle*. Pengambilan data menggunakan minimal 4 buah termokopel dan 2 buah *flowmeter* untuk mengukur kecepatan aliran dari masing-masing fluida panas dan dingin. Pompa yang digunakan bertipe sentrifugal dan berjumlah 2 buah masing-masing berguna untuk mensirkulasikan fluida panas dan fluida dingin. Sifat air menggunakan nilai panas spesifik 4174 kJ/kg.C dengan densitas 1000 kg/m<sup>3</sup>.



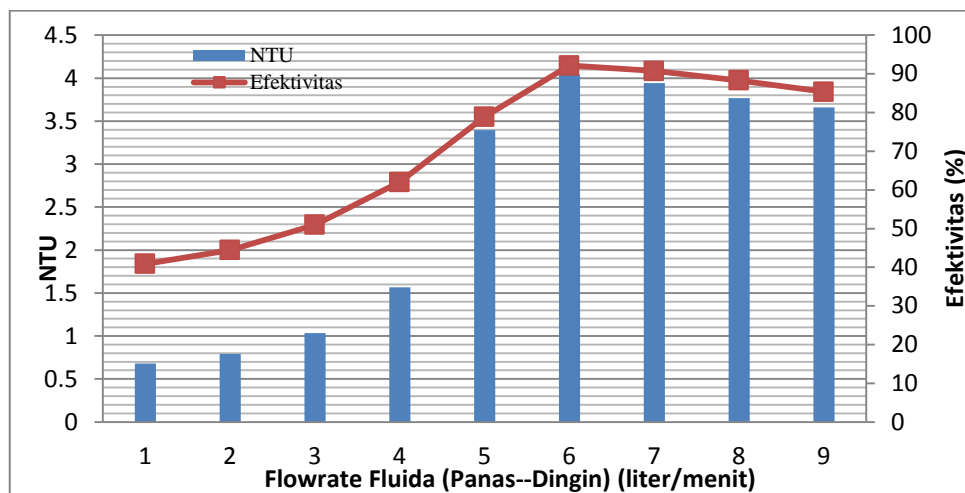
Gambar 1. Sistem instalasi Alat Penukar Kalor

## HASIL DAN DISKUSI

Hasil perhitungan untuk nilai  $h$ ,  $U$ ,  $NTU$ , dan efektivitas untuk APK *shell and Tube* seperti ditunjukkan pada gambar 2 dan 3. Nilai perpindahan panas konveksi di sisi *Tube* dan *Shell* untuk fluida panas dan dingin adalah seperti terlihat pada Gambar 2. Sedangkan Gambar 3 adalah grafik untuk nilai perpindahan panas menyeluruh ( $U$ ) untuk sistem dan nilai *Number Thermal Unit* ( $NTU$ ) dengan Efektivitasnya ( $\epsilon$ ).



Gambar 2. Koefisien Perpindahan Panas Fluida



Gambar 3. Effectiveness and NTU

## KESIMPULAN

Hasil perhitungan untuk nilai efektivitas terbaik sebesar 92,14 % untuk sistem *Shell and Tube* dengan menggunakan fluida panas air dan fluida dingin *coolant* adalah pada kecepatan *flowrate* fluida panas 1,5 L/min dan kecepatan *flowrate* fluida dingin 11,75 L/min. Sedangkan nilai efektivitas terendah terjadi pada kecepatan *flowrate* yang sama untuk fluida panas dan dingin di 9 L/min dan 11,75 L/min, keduanya sebesar 40,89%.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1].Incropera F P., Dewitt D. P., 1996, Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley & Sons, Inc., 4 th edition.
- [2].Cengel, Y.A., 2007, Heat and Mass Transfer: A Practical Approach. 3rd Edition .McGraw-hill. New York.
- [3].Simin Wang, Jian Wen, Yanzhong Li, An experimental investigation of heat transfer enhancement for a shell-and-tube heat exchanger, Applied Thermal Engineering 29 (2009), pp 2433-2438.
- [4].Xuesheng Wang, Ruzhu Wang, Jingyi Wu, Experimental investigation of a new-style double-tube heat exchanger for heating crude oil using solar hot water, Applied Thermal Engineering 25 (2005), pp 1753-1763.