

# PROSIDING

ISBN: 978-979-99723-8-5



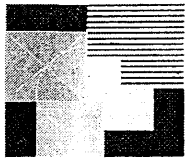
TEMU ILMIAH NASIONAL  
DOSEN TEKNIK (TINDT) X  
TAHUN 2012

## PERAN PERGURUAN TINGGI DALAM PENGEMBANGAN TEKNOLOGI BERWAWASAN LINGKUNGAN

Auditorium Gedung Utama Kampus I  
Universitas Tarumanagara  
29 Maret 2012

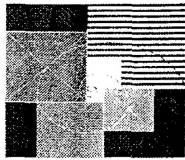
Diterbitkan oleh:  
Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
Jakarta





**SUSUNAN PANITIA**  
**TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK (TINDT) X-2012**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TARUMANAGARA**  
**29 MARET 2012**

<b>Pelindung</b>	: Dr. Ir. Danang Priatmodjo, M.Arch. Dekan Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
<b>Penanggung Jawab</b>	: Dr. Ir. Najid, MT. Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
<b>Komite Ilmiah</b>	: Dr. Ir. Naniek Widayati, MT. Prof. Ir. Chaidir A. Makarim, MSCE, Ph.D. Ir. Sofyan Djamil, M.Si. Dr. Lamto Widodo, ST., MT. Ir. Hadian Satria Utama, MSEE. Ir. Priyendiswara, M.Com.
<b>Ketua Pelaksana</b>	: Dr. Adianto, M.Sc.
<b>Wakil Ketua</b>	: Dr. Ir. M. Sobron Yamin Lubis, M.Sc.
<b>Sekretaris</b>	: Drs. Sutardjo
<b>Sekretariat</b>	: Euis Susanty, SH. Siti Maharani, S.Kom.
<b>Bendahara</b>	: Sutardi, B.Sc.
<b>Seksi Makalah</b>	: Doddy Yuono, ST., MT. Ir. Henny Wiyanto, MT. Wilson Kosasih ST., MT. Steven Darmawan, ST., MT. Drs. F.X. Sigit Wijono, MT. Regina Suryadjaja, ST. Endro Wahyono
<b>Seksi Acara</b>	: Dr. Agustinus Purna Irawan, ST., MT.
<b>Seksi Konsumsi</b>	: Elly Kusumaningsih, SE. Euis Susanty, SH.
<b>Seksi Publikasi &amp; Sponsor</b>	: Regina Suryadjaja, ST.
<b>Seksi Dokumentasi</b>	: Ch. Pujo Yuhono, ST. Adhit Anjar Dwiputra
<b>Seksi Perlengkapan</b>	: Amir Syarifudin Wagiyarto Aryadi Ismail Adji



# TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK X-2012

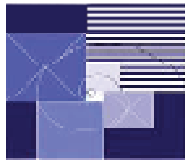
*Peran Perguruan Tinggi Dalam Pengembangan Teknologi Berwawasan Lingkungan*

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TARUMANAGARA

Jakarta, 29 Maret 2012

## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Sambutan Dekan Fakultas Teknik	ii
Daftar Isi	iii
Susunan Panitia	v
Susunan Acara	vi
Jadwal Presentasi	vii
<b>Bidang Arsitektur</b>	
1. Produk Teknologi Penggergajian Kayu Yang Berwawasan Lingkungan, <i>James Rilatupa</i>	1
2. Arsitektur Tidak Hanya Seni dan Teknik, <i>Franky Liauw</i>	9
<b>Bidang Perencanaan Wilayah dan Kota</b>	
1. Integrasi Komponen Bangunan Dan Metode Konstruksi Inovatif Pada Elemen Bangunan Yang Ramah Lingkungan, <i>Sylvie Wirawati</i>	18
2. Pemberdayaan Masyarakat Lokal Dalam Menghadapi Perubahan Iklim (Studi kasus Teluk Bituni Papua Barat), <i>Parino Rahardjo</i>	27
<b>Bidang Teknik Sipil</b>	
1. Koefisien Distribusi Kendaraan Untuk Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Di Palembang Dan Denpasar, <i>Leksmono Suryo Putranto, Ni Luh Putu Shinta Eka Setyarini</i>	38
2. Faktor-Faktor Kritis yang Berkontribusi pada Kesuksesan Pelaksanaan Proyek Jalan dan Jembatan Kabupaten, <i>Cut Zukhrina Oktaviani, Ibnu Abbas Majid, Sri Murni Arya</i>	46
3. Identifikasi Faktor-Faktor Proses Konstruksi Bangunan Rumah Tradisional Merlimau-Melayu Dan Palembang-Indonesia, <i>Manlian Ronald. A. Simanjuntak, Muhammad Agung Wibowo</i>	55
4. Evaluasi Harga Sewa Rumah Susun Sewa Berdasarkan Metode Pelaksanaan Konstruksi Konvensional Dan Pracetak (Studi Kasus: Rumah Susun Sewa 10 lantai di Jakarta), <i>Dwi Dinariana, Nestika Smita Srimaya</i>	63
5. Pengaruh Geotekstil dan Susunan Bambu Terhadap Daya Dukung Pondasi Dangkal di Atas Tanah Gambut, <i>Soewignjo Agus Nugroho, Rahmat Riyadi, Muhamad Yusa</i>	70
6. Hasil Analisis Data Kecelakaan Untuk Mengetahui Kontribusi Penyebab Kecelakaan, <i>Najid</i>	78
7. Metode Penyederhanaan Perhitungan Lendutan Pada Struktur Rangka Batang Statis Tak Tentu Derajat Satu, <i>Jemy Wijaya dan Fannywati Itang</i>	87



### Bidang Teknik Elektro

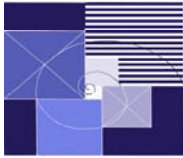
1. Perancangan Alat Monitoring Status DVOR (*Doppler VHF Omny Range*) Pada Desk Tower Di Bandara Halim Perdana Kusuma Menggunakan SMS (*Short Message Service*), **ABD. Rahmat T. dan Nurwijayanti KN** 1

### Bidang Teknik Mesin

1. Analisis Korosi Pendidihan Pada Alat Penukar Kalor Tipe Shell & Tube Dengan Metode CFD, **Ahmad Indra Siswantara, Steven Darmawan, dan Candra Damis W.** 1
2. Design Development of Fixture Model in Manufacturing Spring Shackle, **Didi Widya Utama, Jemmy Septiawan, Edward Suhartono, Roby** 9
3. Analisis Kebocoran Pipa Pengisian Minyak Solar Mesin Diesel Dan Pengembangan Disain Konstruksi Instalasi Pipa, **Syafrizal** 15
4. Verifikasi Ulang Alat Penukar Kalor Kapasitas 1 kW dengan Program Shell and Tube Heat Exchanger Design, **Harto Tanujaya, Suroso dan Edwin Slamet Gunadarma** 26
5. Perhitungan Nilai Efektivitas Alat Penukar Kalor Tengah Kedua Pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Tipe Reaktor Temperatur Tinggi (RTT), **Fazlur Rahman, Adianto, Masdin** 31

### Bidang Teknik Industri

1. Perencanaan Kebutuhan Material Mesin Cuci WM-ADS-86 dan WM-ADS-96 dengan Menggunakan Metode *Lot Sizing* Terbaik pada PT. XYZ, **Lina Gozali, I Wayan Sukania, Sedy** 1
2. Perbaikan Metode Perakitan Steker Melalui Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan, **I Wayan Sukania, Oktaviangel, Julita** 12
3. Continous Improvement Proses Pengecatan Part Plastik CFT Black Tipe KWWX di PT. X Menggunakan Metodologi Lean Six Sigma, **Wilson Kosasih, Lithrone Laricha S., Silvie Valensia** 20
4. Perancangan Perbaikan Sistem Informasi Pada Toko Meubel "X", **Andrianto Djafar, Marsellinus Bachtiar** 32
5. Perancangan Pengukuran Kinerja pada PT. Jaya Celcon Prima dengan Metode *Performance Prism* dan *Scoring OMAX (Objectives Matrix)*, **Lithrone Laricha S., Delvis Agusman dan Sanvy Agrida** 42
6. Pengembangan Alat Pemecah Bijih Kemiri, **Vivi Triyanti, Vincent Chant, Angga Aditya Wicaksan** 56



## VERIFIKASI ULANG ALAT PENUKAR KALOR KAPASITAS 1 kW DENGAN PROGRAM *SHELL AND TUBE* *HEAT EXCHANGER DESIGN*

Harto Tanujaya, Suroso dan Edwin Slamet Gunadarma

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

Jl. Letjend S Parman No. 1 Jakarta Barat 11440

e-mail: hart\_tan18@yahoo.com

**Abstract:** In this study the numerical simulation/verification program is used to provide the effectiveness of the heat exchanger. Design, numerical simulation, and experimental study are carried out to study the heat transfer characteristic and fluid flow for the heat exchanger type shell and tube 1 kW. Parameter such as flow rates, temperature, physical characteristics, and geometries are used to calculations. The verification result show that the power is increased 20% than design to reach the same temperature as a design condition. In addition, the results of heat transfer coefficient of design, program, and experiment are 125, 94.6, and 118 W/m<sup>2</sup> °C, respectively.

**Keywords:** verification, heat exchanger, program, shell and tube

### Pendahuluan

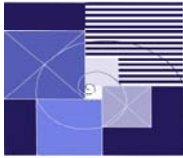
Alat penukar kalor (APK) banyak digunakan di industri-industri untuk menunjang proses produksi sehingga hasil produksi yang diharapkan dapat terpenuhi. Prinsip dasar dari APK adalah mampu memindahkan energy kalor. Untuk mendesain sebuah APK dapat dilakukan dengan menggunakan metode *trial and error*. Metode ini digunakan untuk memperoleh parameter koefisien perpindahan panas ( $U_0$ ) hingga mempunyai nilai yang konvergen. Metode ini sangat menghabiskan banyak waktu. Pada awalnya nilai  $U_0$  harus diasumsikan terlebih dahulu untuk kemudian dapat ditentukan kembali di akhir perhitungan. Kriteria keberhasilan dari perhitungan verifikasi pada perancangan APK adalah dengan diperolehnya  $U_0$  dimana syarat batas rugi tekanan  $\Delta P$  terpenuhi. Pada perhitungan desain tersebut juga memerlukan langkah opsi berulang untuk memilih data geometri standar yang ada. Pada proses perhitungan yang berulang, tentu akan lebih cepat dan efisien apabila dilakukan dengan menggunakan bantuan program komputer. Program *shell and tube heat exchanger* merupakan salah satu program untuk mendesain dan merancang APK. Diharapkan penggunaan program ini dapat dapat memberikan manfaat dalam perhitungan yang lebih cepat dan akurat pada desain APK.

### Teori

APK merupakan suatu alat untuk memindahkan energi dalam bentuk panas antara dua fluida yang berbeda temperaturnya. APK jenis *shell and tube* menggunakan dua fluida kerja yang dipisahkan satu sama lain<sup>3)</sup>.

Metode yang digunakan untuk mendesain APK *shell and tube* ini menggunakan metode *Log Mean Temperature Difference* (LMTD). Prinsip perhitungannya menggunakan selisih suhu rata-rata, yang dipengaruhi oleh sifat aliran dan sifat mediumnya. Nilai selisih suhu rata-rata LMTD yang digunakan untuk aliran yang berlawanan adalah<sup>1)</sup>,

$$LMTD = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} \quad (1)$$



Keterangan:

- $T_1$  : Temperatur awal untuk fluida panas
- $T_2$  : Temperatur akhir untuk fluida panas
- $t_1$  : Temperatur akhir untuk fluida dingin
- $t_2$  : Temperatur awal untuk fluida dingin

Sedangkan untuk mengukur kemampuan APK tersebut memindahkan panas dari fluida panas ke fluida dingin dapat menggunakan persamaan<sup>2)</sup>,

$$Q = U.A.F.\Delta T \tag{2}$$

Keterangan:

- U : Koefisien perpindahan panas
- A : Luas permukaan yang bersinggungan
- F : Faktor koreksi
- $\Delta T$  : Selisih suhu rata-rata

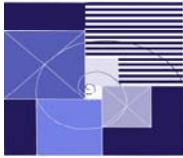
### Shell and Tube Heat Exchanger Design Program

Program tersebut digunakan untuk mendesain sebuah APK tipe *shell and tube*. Fitur utama dari program tersebut adalah software, hasil, perhitungan, dan database. Fitur software akan menjelaskan langkah-langkah perencanaan dan kalkulasi penilaian, penyimpanan dan pemuatan hasil. Fitur hasil digunakan untuk antara lain mengeksport dan mencetak hasil rata-rata ke dalam bentuk MS Word atau excel. Fitur perhitungan merupakan fitur yang penting dan digunakan untuk menentukan antara lain koefisien perpindahan panas menyeluruh, perbedaan korelasi untuk menghitung koefisien perpindahan panas, penurunan tekanan, menghitung shell, tenaga pompa, dll. Fitur database mempunyai kemampuan antara lain untuk memperkirakan konduktivitas panas, massa jenis, kapasitas panas, dan viskositas.

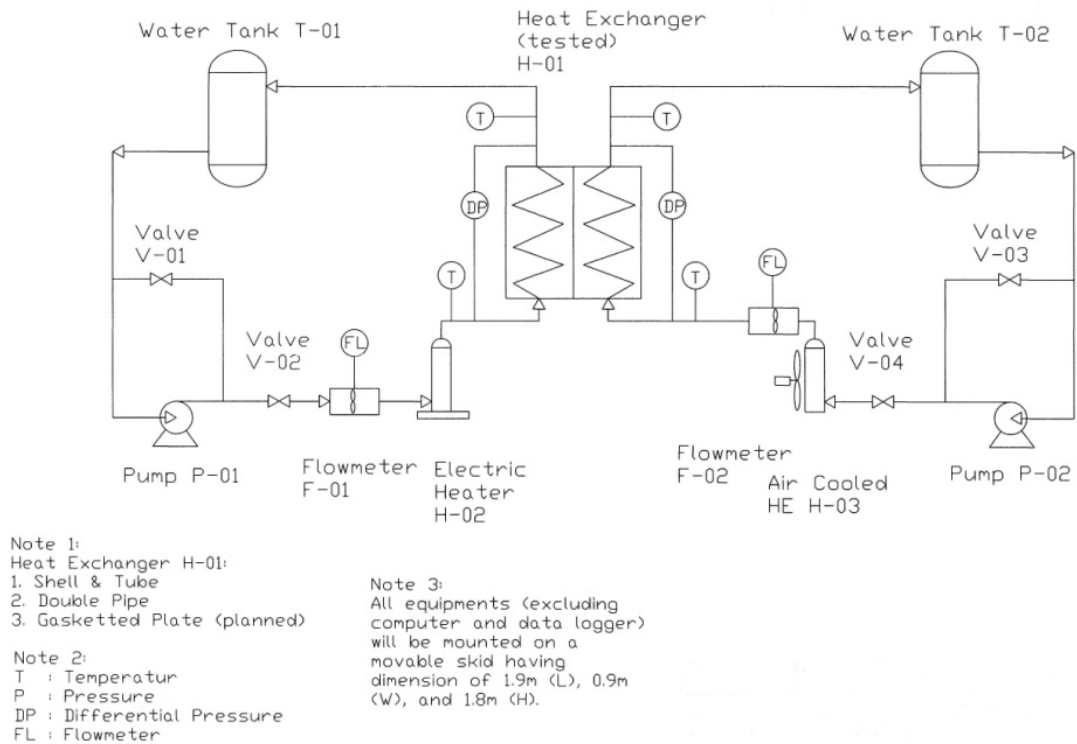
Untuk proses verifikasi dari APK tersebut diperlukan data teknis dan spesifikasi peralatan tersebut. Tabel 1 memperlihatkan spesifikasi dari APK tersebut.

Tabel 1. Desain Alat Penukar Kalor (APK)

No	Alat Penukar Kalor	Keterangan	
1	Tube: Stainless steel <ul style="list-style-type: none"><li>• Diameter OD ½” BWG 20</li><li>• Panjang nominal</li><li>• Jumlah</li></ul>	12,7 700 20	mm mm Buah
2	Shell: Flexiglass (acrylic) <ul style="list-style-type: none"><li>• Diameter dalam</li></ul>	110	mm
3	Bundle: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pitch</li><li>• Lay out</li></ul>	17,8 30 <sup>0</sup>	mm
4	Baffle: <ul style="list-style-type: none"><li>• Jumlah</li><li>• Jarak</li><li>• Jenis</li><li>• Cut</li><li>• Orientation</li></ul>	10 53 Single segmental 20 90	mm % %



Skema instalasi pengujian APK dapat dilihat pada gambar berikut;



Gambar 1. Instalasi alat penukar kalor eksperimental

### Hasil dan analisa

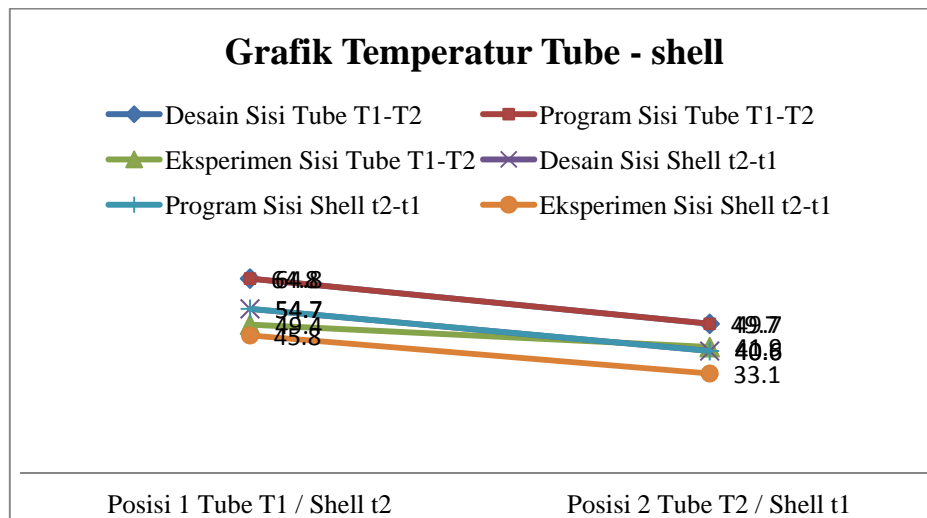
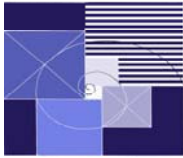
Hasil verifikasi dengan menggunakan program *shell and tube heat exchanger design* untuk APK dengan daya 1 kW, seperti ditampilkan di tabel berikut,

Tabel 2. Parameter terukur pada desain, simulasi, dan eksperimental

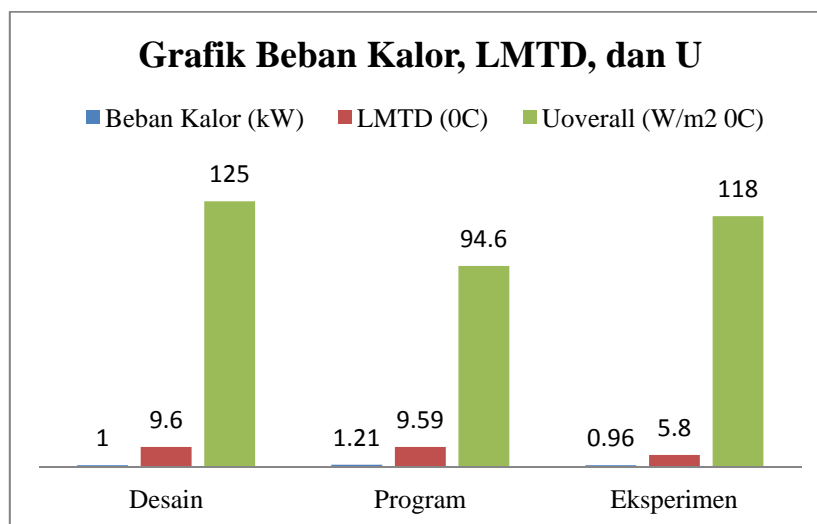
No	Parameter	Desain	Program	Eksperimen	Error
1	Beban Kalor (kW)	1	1,21	0,96	+21%
2	Sisi tube $T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	64,8	64,8	49,4	-
3	Sisi tube $T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	49,7	49,7	41,9	-
4	Sisi shell $t_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	40,6	40,6	33,1	-
5	Sisi shell $t_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	54,7	54,7	45,8	-
6	Laju aliran panas (kg/mnt)	1,15	1,15	1,19	-
7	Laju aliran dingin (kg/mnt)	1,15	1,15	1,09	-
8	LMTD ( $^{\circ}\text{C}$ )	9,6	9,59	5,8	-1%
9	$U_{\text{overall}}$ ( $\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ )	125	94,6	118	-24,3%

Dari hasil yang tercantum di tabel 2 diatas untuk desain APK dengan beban 1 kW dan arah aliran berlawanan, terukur beban kalor desain dengan program terdapat selisih sebesar 21 %. Hal ini berarti bahwa untuk mendapatkan kinerja APK seperti pada kondisi desain diperlukan daya yang lebih besar 20% dari kondisi desain 1 kW.





Gambar 2. Perbedaan temperatur sisi *tube* dan *shell*



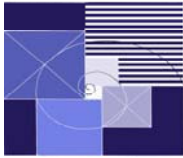
Gambar 3. Grafik untuk Beban Kalor, LMTD, dan U

LMTD pada desain dan program juga terdapat selisih perbedaan sebesar 1%. Hal ini diperjelas dari kondisi operasional APK yang terukur suhu masuk dan keluar *tube* sebesar 49,4 °C dan 41,9 °C, sedangkan pada sisi *shell* suhu masuk dan keluarnya adalah 33,1 °C dan 45,8 °C dengan LMTD sebesar 5,8, seperti diperlihatkan pada gambar 2 dan 3. Laju aliran pada sisi *tube* adalah 1,19 kg/mnt dan laju aliran pendingin 1,09 kg/mnt. Pada gambar 3 juga memperlihatkan nilai koefisien perpindahan panas untuk desain, program, dan eksperimen terukur 125, 94,6 dan 118 W/m<sup>2</sup> °C. Pada eksperimen tersebut juga diketahui nilai faktor pengotor dari APK tersebut sebesar 0,00257 yang menunjukkan bahwa alat tersebut masih digolongkan layak pakai.

### Kesimpulan

Hasil verifikasi program *shell and tube heat exchanger design* menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan pada perhitungan geometrinya dan untuk mendapatkan kinerja seperti pada kondisi desain diperlukan daya yang lebih besar 20% dari desain. Nilai koefisien





## TEMU ILMIAH NASIONAL DOSEN TEKNIK X-2012

*Peran Perguruan Tinggi Dalam Pengembangan Teknologi Berwawasan Lingkungan*

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS TARUMANAGARA

Jakarta, 29 Maret 2012

---

perpindahan panas dan LMTD untuk desain, program, dan eksperimen terukur 125, 94,6 dan  $118 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  dan 9,6, 9,59 dan 5,8.

### **Daftar Pustaka**

1. Holman, Jack P., Heat Transfer, 6<sup>th</sup> edition, McGraw-Hill, New York, 2009
2. Kreith Frank, Principles of Heat Transfer, 6<sup>th</sup> edition, Brooks/cole, USA, Prijino, Prinsip-Prinsip Perpindahan Panas, Jakarta, Erlangga, 1995
3. Shah, Ramesh K., Dusan P Sekulic, Fundamentals of Heat Exchanger Design, John Wiley & sons, New Jersey, 2003.