

PROSIDING

ISBN: 978-979-95620-6-7

SEMINAR NASIONAL

Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri Ke-16



KPTU Fakultas Teknik UGM
Yogyakarta, 27 Mei 2010

**PANITIA SEMINAR NASIONAL
PERKEMBANGAN RISET DAN TEKNOLOGI
DI BIDANG INDUSTRI KE-16**

*Pusat Studi Ilmu Teknik UGM
Jl. Teknik Utara, Berek, Kampus UGM, Yogyakarta 55281
Telp. 0274-565834, 0274-902287
Fax. 0274-565834
email : psit@ugm.ac.id*



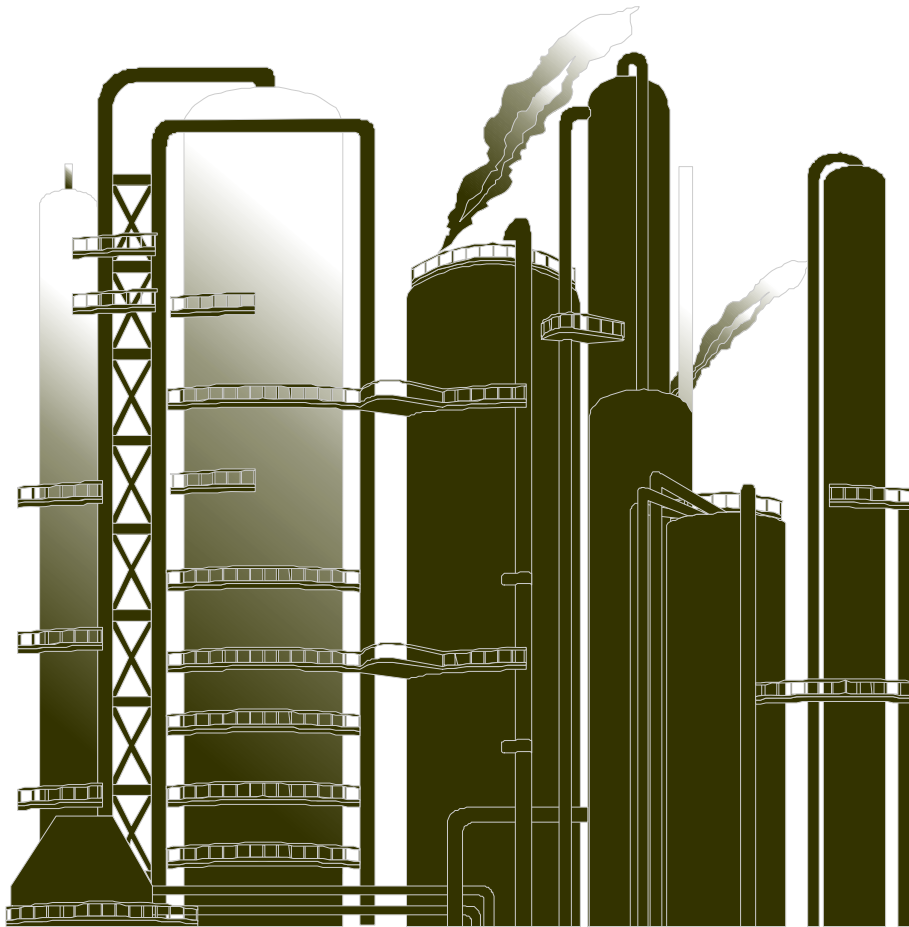
Pusat Studi Ilmu Teknik
Jurusan Teknik Mesin dan Industri
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
Perkembangan Riset dan Teknologi
di Bidang Industri Ke-16

ISBN: 978-979-95620-6-7

KPTU Fakultas Teknik UGM
Yogyakarta, 27 Mei 2010



Pusat Studi Ilmu Teknik
Jurusan Teknik Mesin dan Industri
Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada

- Editor:**
1. Ir. Aswati Mindaryani, MSc.
 2. Dr. Ing. Ir. Harwin Saptoadi, MSE
 3. Dr. Ir. Rini Dharmastiti, MSc
 4. Ir. Suprihastuti SR, MSc.
 5. Prof. Dr. Ir. Rochmadi, SU
 6. Dr. Ir. I Made Suardjaja, MSc, PhD
 7. Dr. M. Noer Ilman, ST, MSc
 8. Dr. Ir. Subagyo
 9. Dr. Ir. Sarto, MSc.
 10. Dr. Ir. Harry Sulistyoyo, SU.

**Prosiding Seminar Nasional
Perkembangan Riset dan Teknologi di Bidang Industri ke 16**

© 2010, Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Pusat Studi Ilmu Teknik, Universitas Gadjah Mada – Yogyakarta

IISBN : 978-979-95620-6-7

Alamat : Pusat Studi Ilmu Teknik UGM
Jl. Teknik Utara, Berek, Kampus UGM, Yogyakarta 55281
Telpon : (0274) 565834, 902287
Fax : (0274) 565834
E-mail : psit@ugm.ac.id

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Perkembangan Riset dan Teknologi Di Bidang Industri yang ke 16 yang dilaksanakan tanggal 27 Mei 2010, bertempat di KPTU Fakultas Teknik UGM merupakan seminar rutin yang diselenggarakan oleh Pusat Studi Ilmu Teknik (PSIT) Universitas Gadjah Mada. Seminar ini terlaksana atas kerjasama antara PSIT UGM dengan Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik UGM. Seminar nasional ini merupakan forum diskusi dan tukar informasi bagi para peneliti, praktisi di bidang industri dan diharapkan dapat menghasilkan interaksi yang sinergis antara akademisi dan praktisi sehingga dapat mempercepat peningkatan laju perkembangan industri nasional.

Dalam seminar ini telah disampaikan 90 makalah yang terbagi dalam sub topik : Bahan Teknik dan Mekanika Bahan, Perpindahan Panas dan Massa, Teknik Reaksi dan Teknik Pembakaran, Mekanika Fluida, Pengolahan Limbah Industri dan Lingkungan, Teknik Industri, serta *Maintenance* Peralatan Industri.

Prosiding seminar ini diharapkan dapat memberikan informasi perkembangan yang paling mutakhir dalam bidang riset dan teknologi di bidang industri di Indonesia. Panitia telah berusaha semaksimal mungkin untuk menyusun semua makalah dalam bentuk prosiding yang representatif, namun masukan dan kritik dari para pembaca masih sangat diharapkan.

Seminar ini dapat terlaksana dengan sukses berkat partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Panitia mengucapkan terima kasih kepada para pemakalah, para peserta dan para sponsor (PT Indofood, Kyoto University) serta semua pihak yang telah membantu penyelenggaraan acara seminar.

Yogyakarta, Juli 2010

**Panitia Seminar Nasional
Perkembangan Riset dan Teknologi Di Bidang Industri ke 16**



DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv

KENDALI PROSES

1	Modifikasi di Unit Vacuum Evaporation untuk Meningkatkan Kualitas Produk Larutan Urea Pabrik Urea Kaltim-4 Budi Setiawan dan Jaka Kirwanto	KP – 1
2	Automatic Precision Machine Vision-Aided Three-Axis Alignment System Hendro Nurhadi, Yeong-Shin Tarnng	KP – 5
3	Implementasi Teknologi Zero Reformer Pada Pabrik Besi Spons HYL-3 PT Krakatau Steel Hendy Triatmanto dan Sulistyadi	KP – 11
4	Aplikasi Chlorine Dioxide di Sistem Air Pendingin Nurni Astuti	KP – 17

MAINTENANCE PERALATAN INDUSTRI

5	<i>ANALISIS SAFETY INSTRUMENTED SYSTEM</i> SIL 1 PADA SISTEM EVAPORATOR AMMONIA HASIL HAZOPS SIL (Studi Kasus di PT. DSM KALTIM Melamine) Basuki Rachmad	MPI – 1
6	EVALUASI UNJUK KERJA MOTOR PENGGERAK KOMPRESOR PADA KONDISI BEBAN MAKSIMAL DENGAN METODE FBD (Studi Kasus di DSM KALTIM Melamine) Basuki Rachmad	MPI – 7
7	Manajemen Sistem Informasi Perawatan Sebagai Pendukung Operasional di Pertambangan Batubara Raden Heru Prasetio, Heru Santoso B Rocharjo	MPI – 14
8	EVALUASI PEMILIHAN POMPA KARBAMAT TEKANAN TINGGI dengan PENDEKATAN TINGKAT KEANDALAN dan <i>LIFE-CYCLE COST</i> (Studi kasus di pabrik Urea K3 dan Popka PT. Pupuk Kaltim) Akhmad Rosadi, Rini Dharmastiti	MPI – 19
9	Identifikasi Permasalahan Utama Sistem Manajemen Pemeliharaan dan Usulan Perbaikan Di PT Kaltim Methanol Industri Rusdian Noor, Heru S.B. Rochardjo	MPI – 33

MEKANIKA BAHAN – BAHAN TEKNIK

10	PERANCANGAN STRUKTUR NOSEL RX 320 LAPAN AKIBAT BEBAN TERMAL DAN TEKANAN Agus Budi Djatmiko	MBT – 1
----	---	---------

11	BASIC MATERIAL SELECTION DESIGN OF ALUMINUM IN AIRCRAFT STRUCTURE Akhmad Farid	MBT – 8
12	RANCANG BANGUN MESIN PEMOTONG KONTUR SAMBUNGAN PIPA Amnur Akhyan	MBT – 14
13	Analisa Metode Lapisan Brazing pada Pencegahan Korosi Daerah HAZ Heri Wibowo dan Riswan Dwi Jatmiko	MBT – 21
14	Pengaruh Laju Regangan Linier Terhadap Data Uji Tarik Bahan Baja Tahan Karat Seri 304 Handoko dan Benidiktus Tulung Prayoga	MBT – 28
15	PENGARUH PENAMBAHAN CARBON (C) PADA BAJA PADUAN RENDAH 41xx TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS Lilik Dwi Setyana dan Tarmono	MBT – 34
16	Pengaruh Variasi Carbon Equivalent Untuk Kandungan 0,5% Cu Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Besi Cor Nodular Lilik Dwi Setyana dan Tarmono	MBT – 40
17	Optimalisasi Komposit Epoksi Yang Diperkuat Serat Rami (<i>Boehmeria Nivea</i>) sebagai Prototipe Panel Tahan Peluru Level II Standar NIJ Alaya F. H. Mukhammad, Jamasri	MBT – 46
18	PENGARUH VARIASI TEMPERATUR CETAKAN DAN INOKULAN Ti-B TERHADAP KEKUTAN MEKANIK HASIL CORAN ALUMINIUM Nugroho Santoso, Priyo Tri Iswanto, Suyitno	MBT – 52
19	PENGARUH PERLAKUAN PANAS <i>TRANSIENT</i> TERHADAP SIFAT MEKANIK LAS PADA PENGELASAN <i>FRICTION STIR WELDING</i> ALUMINIUM PADUAN 2024-T3 Pujono, Mochammad Noer Ilman dan Priyo Tri Iswanto	MBT – 58
20	DOSIS RADIASI GAMMA DARI PRODUK SEMEN DI INDONESIA Rasito, R.H. Oetami, Tri Cahyo L, Z. Arifin, S. Sofyan, dan P. A. Arianta	MBT – 64
21	Qualification Procedures for Silver Plating Process Satya Krisnawan	MBT – 70
22	PENURUNAN BERAT STRUKTUR NOSEL MOTOR ROKET RX-200 DENGAN MENGGUNAKAN MATERIAL KERAMIK Sauman dan Sugiarmadji HPS	MBT – 76
23	ANALISIS DIMENSI STRUKTUR CAP PELAT DATAR DAN SAMBUNGANNYA DENGAN TABUNG MOTOR ROKET RX-550 MENGGUNAKAN BAUT M12 Setiadi	MBT – 82
24	RANCANGAN STRUKTUR CAP MOTOR ROKET RXPS-01 DENGAN DINDING BERBENTUK PARABOLIK DARI BAHAN BAJA KARBON S-45C Setiadi dan Sugiarmadji HPS	MBT – 88
25	Pengukuran Getaran untuk Pengembangan dan Pemantauan dalam Rekayasa Teknologi Peralatan poros berputar Subagyo, R. Wibawa Purabaya dan Matza Gusto A.	MBT – 94
26	KARAKTERISTIK DINAMIK STRUKTUR ROKET RKN BERTINGKAT PADA KONDISI TERBANG-BEBAS Sugiarmadji HPS	MBT – 98



27	PEMILIHAN MATERIAL TABUNG MOTOR ROKET RXPS-01 Sugiarmadji HPS	MBT – 104
28	PENGARUH DEFORMASI DINGIN DAN <i>SANDBLASTING</i> TERHADAP KEKERASAN BAJA TAHAN KARAT 316L Teguh Dwi Widodo dan Suyitno	MBT – 110
29	Karakterisasi Sifat Korosi dan Kekerasan dari Lapisan Implantasi Ion Chromium (Cr) dan Chromium Nitrida (CrN) pada Baja Poros AISI 4140 Viktor Malau dan Reza Putra	MBT – 114
30	PERBANDINGAN SAMBUNGAN (VEE, CORNER, DAN LAP) PENGELASAN ALUMINIUM 2024-T3 DENGAN METODA FRICTION STIR WELDING (FSW) TERHADAP SIFAT MEKANIK Widia Setiawan dan Nugroho Santoso	MBT – 120
31	Pengaruh Implantasi Ion Nitrogen Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi Baja Tahan Karat Tipe SS 304 Winda S. Slat, Viktor Malau dan Tjipto Sujitno	MBT – 126

MEKANIKA FLUIDA

32	RANCANG BANGUN BLOWER PADA ALAT UJI TEROWONGAN ANGIN SUBSONIK LAPAN Agus Budi Djatmiko	MF – 1
33	Karakteristik Daya Turbin Pelton Sudu Setengah Silinder Dengan Variasi Perbandingan Jet (D/d) Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Bono dan F.Gatot Sumarno	MF – 7
34	Analysis Getaran Induksi Vortex Struktur Fleksibel Fariduzzaman	MF – 13
35	Eksperimen untuk Mengatasi Induksi Vortex Pada Struktur Fariduzzaman	MF – 18
36	ANALISIS KECEPATAN SPIN ROKET RX-2020 DAN KEKUATAN STRUKTUR SIRIP FOLDEDNY Novi Andria dan Saeri Azis	MF – 23
37	Rekayasa Desain Sistem Sambungan Nosel-Tabung Roket RX-70 Menggunakan Multi Fin Pirnadi. H.	MF – 30
38	Simulasi Aliran Kecepatan Tinggi di Belakang Rectangular Cylinder Rudhi Kurniawan dan Tri Agung Rohmat	MF – 37
39	Kaji Eksperimental Unjuk Kerja Model Turbin Pelton Sudu Basis Konstruksi Elbow Sahid dan Sunarwo	MF – 44
40	Analisis Pola Penetrasi Air ke dalam Celah Sempit Anulus pada Kasus Double Heating Sinta Tri Habsari, Bambang Riyono, Indarto, Mulya Juarsa, Kiswanta, Ainur R., Edy S., Joko P.W., Ismu H.	MF – 50
41	Simulasi Numerik Aliran Disekitar Selinder Lingkaran Berputar Subagyo	MF – 57
42	Simulasi Numerik Aliran Disekitar Penampang Lintang Jembatan Subagyo	MF – 63

- 43 Studi Eksperimental Karakteristik Lapis Batas Turbulen (*Turbulent Boundary Layer*) pada Pelat Datar Beralur Bujursangkar Tunggal yang Dimodifikasi
Sutardi dan Yudhi Ari Wibowo MF – 70
- 44 PENGARUH HAMBATAN ALIRAN PADA *DOWNSTREAM* TERHADAP KARAKTERISTIK PEMISAHAN *KEROSENE*-AIR PADA T-JUNCTION SUDUT 90⁰ RADIUS BELOKAN 25 mm
Tineke Saroinsong, Indarto, Dewi puspitasari MF – 76
- 45 PEMODELAN NUMERIK ALIRAN MELINTASI DUA SILINDER SIRKULAR TERSUSUN TANDEM DENGAN PENGARUH SIDE WALL DENGAN JARAK GAP (G/D = 0.2)
Wawan Aries Widodo MF – 83
- 46 Perancangan Fuel Dump System pada Pesawat CN235 Dilihat dari Aspek Aerodinamika
Wuryadi Kundarta dan Novarius Gayus MF – 90

PENGOLAHAN LIMBAH

- 47 POTENSI LIMBAH PERTANIAN KHUSUSNYA SEKAM PADI DI HAURGEULIS KABUPATEN INDRAMAYU SEBAGAI BAHAN BAKAR GAS HASIL GASIFIKASI UNTUK SUBSTITUSI BBM MESIN DIESEL PEMBANGKIT LISTRIK DI PABRIK PENGGILINGAN GABAH
Muhammad Affendi PL – 1
- 48 Sistem Pengelolaan Limbah Cair Pabrik Pupuk Kujang 1B
Maryono, Arlyza Eka Wijayanti, dan Yoyon Daryono PL – 8

PERPINDAHAN KALOR DAN MASSA

- 49 Analisis Eksperimental Fluks Kalor pada Celah Sempit Anulus Berdasarkan Variasi Temperatur Air Pendingin Menggunakan Bagian Uji HeaTiNG-01
Bambang Riyono, Indarto, Sinta Tri Habsari, Mulya Juarsa, Kiswanta, Ainur R., Edy S., Joko P.W., Ismu H. PKM – 1
- 50 OPTIMASI MESIN REFINER Kajian Teori Praktis
Darono Wikanaji PKM – 7
- 51 Biosorption of Cu²⁺, Zn²⁺ and Cr⁶⁺ from aqueous solution by *Pseudomonas putida* biomass
Ambarwati M. Kosasih, Hanggara Sudrajat, Stella Magdalena, Amri Ismail, and Eddy Kurniawan PKM – 15
- 52 Performa Sistem *Autocascade* Dengan Menggunakan Karbondioksida Sebagai Refrigeran Campuran
Nasruddin, Ardi Yuliono dan Darwin Rio Budi Syaka PKM – 21
- 53 ANALISIS PERPINDAHAN PANAS KONDUKSI TRANSIENT PADA NOZZLE SUSTAINER RKN 200 LP 200
Novi Andria PKM – 27
- 54 Kajian Numeris Karakteristik Perpindahan Panas pada Kolam Penyimpanan Sementara Bahan Bakar Nuklir Bekas MTR
Nur Syamsi Syam, Andang Widiharto, Tri Agung Rohmat PKM – 34
- 55 PENENTUAN EFISIENSI PENYERAPAN KOLOM SEMBUR UNTUK PENYISIHAN TOLUEN SEBAGAI MODEL TAR DARI ALIRAN GAS
Suharto dan Herri Susanto PKM – 40



56	PENGUKURAN KAPASITAS ABSORPSI DAN KECEPATAN PINDAH MASSA SISTEM UDARA, UAP TOLUEN DAN MINYAK Suhartono, Takao Kokugan dan Herri Susanto	PKM – 46
57	Pemilihan Konstruksi Dinding Untuk Memperkecil Energi Panas Masuk Ke Dalam Gedung Toto Supriyono, Herry Mulajaya	PKM – 51
58	Pemilihan Sumber Panas Sistem Pemanas Air untuk penghematan Biaya dan Energi Toto Supriyono, Mardefi Andri	PKM – 56

TEKNIK INDUSTRI

59	Evaluasi Penerapan Sistem Pendaftaran Studi On-Line Menggunakan Model Penerimaan Teknologi (Studi Kasus di Fakultas Ekonomi Universitas Katolik Parahyangan) Ali Sadiyoko, Yogi Y Wibisono, Marlius Rustandi	TI – 1
60	Aplikasi Berbagai Algoritma Pelatihan <i>Backpropagation Neural Network</i> untuk Peramalan Data Runtun Waktu Non-Linier Hermawan Soesilo dan Andi Sudiarso	TI – 7
61	Perancangan Algoritma Pembuatan <i>Routing Process</i> Ignatius A. Sandy, Marihot Nainggolan dan Kinley Arintonang	TI – 13
62	IDENTIFIKASI PENYEBAB KECACATAN DENGAN KONSEP <i>FAULT TREE ANALYSIS</i> (FTA) DALAM <i>SIX SIGMA</i> Wahyu Oktri Widyarto	TI – 19
63	Validasi HEDPERF dan Penerapannya Pada Pengukuran Mutu Layanan Di Teknik Industri Unpar Yogi Yusuf W. dan Marihot Nainggolan	TI – 25

TEKNIK REAKSI DAN TEKNIK PEMBAKARAN

64	Studi Awal Pembuatan Plastik Semi-Biodegradable dari Ester Pati Singkong dan LDPE Albert Setiadi, Erland Erlangga Chitra, Asaf Kleopas Sugih, Buana Girisuta	TRTP – 1
65	Sintesis Plastik <i>Biodegradable</i> dari Pati Jagung Asetat dan LDPE Anindita Pamaputri, Tamrin, Buana Girisuta, Asaf Kleopas Sugih	TRTP – 8
66	Variasi Rasio Gasifying Agent-Biomassa Terhadap Karakterisasi Gasifikasi Biomassa Tongkol Jagung Pada Reaktor Downdraft Bambang Sudarmanta, Kadarisman	TRTP – 14
67	Karakteristik Mesin Bersilinder Tunggal Dengan Sistem Injeksi Etanol Bambang Sulistyono, Jayan Sentanuhady, Adhi Susanto	TRTP – 21
68	Karakteristik Kinetika Slow Pyrolysis Sampah Kota Tersortir : Pengaruh Komposisi Campuran Budi Dharma, Dwi Aries Himawanto, Harwin Saptoadi	TRTP – 27
69	KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET BAMBU DAN BRIKET DAUN PISANG Dwi Aries Himawanto, Indarto, Harwin Saptoadi, Tri Agung Rohmat	TRTP – 34
70	PENGARUH <i>HOLDING TIME</i> PROSES PIROLISIS PADA KARAKTERISTIK PEMBAKARAN BRIKET ARANG BAMBU Eddi Dosoputranto, Dwi Aries Himawanto, Tri Agung Rohmat	TRTP – 39

- 71 Kinetika Reaksi Absorpsi CO₂ Menggunakan Kalium Karbonat (K₂CO₃) dengan Promotor Asam Borat (H₃B0₃) TRTP – 46
Erwan Adi Saputro, Dwita Rakhma Febriana, Ratih Bina Wardani, Lily Pudjiastuti, Ali Altway , Kusno Budhikarjono, Susianto
- 72 TEKNIK PEMBUATAN BRIKET CAMPURAN ECENG GONDOK DAN BATUBARA SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF BAGI MASYARAKAT PEDESAAN TRTP – 52
A. Rasyidi Fachry, Tuti Indah Sari, Arco Yudha Dipura, Jasril Najamudin
- 73 Preparation and Characterization of Activated Carbon from Jackfruit Peel and Durian Peel Waste TRTP – 59
Amri Ismail, Hanggara Sudrajat, Eddy Kurniawan
- 74 EFEK SUDUT INDUKSI LPG PADA INTAKE MANIFOLD TERHADAP UNJUK KERJA MESIN SATU SILINDER BERBAHAN BAKAR GANDA (GASOLINE-LPG) TRTP – 65
Jayan Sentanuhady dan Arditya Fajar Hidayana
- 75 PENGARUH PENAMBAHAN UAP BAHAN BAKAR BENSIN TERHADAP UNJUK KERJA MESIN SATU SILINDER EMPAT LANGKAH TRTP – 71
Jayan Sentanuhady dan Irawan Sugiyono
- 76 EFEK SUDUT SERANG INJEKSI BAHAN BAKAR KE DALAM MANIFOLD TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN FLUIDA DALAM SILINDER TRTP – 77
Jayan Sentanuhady dan Mukhamad Nashir
- 77 EFEK CALCIUM PADA AKTIFITAS ENSIM PADA HIDROLISA ENSIMATIS KULIT SINGKONG UNTUK BAHAN BAKU BIOETHANOL TRTP – 82
Lieke Riadi, Indra Lesmana, Surya Budi Widagdo dan Akbarningrum Fatmawati
- 78 Pemodelan Absorpsi Karbon Dioksida (CO₂) Non-Isothermal dalam Larutan Potassium Karbonat (K₂CO₃) dengan Promotor Diethanolamine (DEA) pada *Packed Column* TRTP – 88
Lily Pudjiastuti, Sanita Sari, Lela Kumalasari, Ali Altway dan Susianto
- 79 EVALUASI EFEK PANAS TERHADAP KEKUATAN MATERIAL BEJANA BOILER UNTUK INDUSTRI KECIL TRTP – 94
Mamat
- 80 EVALUASI PENGARUH OPERASIONAL BURNER DI DALAM RUANG ABU TERHADAP PERFORMANSI INSINERATOR TRTP – 99
Mamat
- 81 PEMBUATAN KATALIS NiMo BERPENYANGGA GAMMA ALUMINA UNTUK PROSES *HYDROTREATING* TRTP – 105
Maria Ulfah, Subagjo, IGBN Makertihartha, Melia Laniwati
- 82 PERENKAHAN TOLUEN SEBAGAI SENYAWA MODEL TAR TRTP – 111
MENGUNAKAN KATALIS *STEAM REFORMING* DAN BATU KAPUR Mukyi, Subagjo, dan Herri Susanto
- 83 Modifikasi Susunan Bed Katalis Desulfurizer untuk Meningkatkan Efisiensi dan Fleksibilitas Operasional di Amoniak Kaltim-4 TRTP – 117
Mustanginah dan Nugroho Heruanto
- 84 Esterifikasi Gliserol dan Asam asetat Dengan Katalisator Indion 225 Na TRTP – 122
Nuryoto, Hary Sulistyoyo, Suprihastuti Sri Rahayu, Sutijan



85	STUDI EXPERIMEN APLIKASI SISTEM <i>BROWN GAS</i> PADA MESIN MOTOR BAKAR Rasiawan, Harus Laksana G., Bambang Sampurno, I Nyoman Sutantra	TRTP – 127
86	ANALISIS IMPULS SPESIFIK PROPELAN HTPB ROKET RX LAPAN Sauman	TRTP – 132
87	ANALISIS SAMPEL UJI STATIK ROKET K – ROUND – LAPAN Sauman	TRTP – 137
88	Pengaruh Variasi Heating Rate Proses Pirolisis Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Char MSW Terseleksi Kasus Daun Pisang Sigit Mujiarto, Dwi Aries Himawanto, Tri Agung Rohmat	TRTP – 143
89	PELEPASAN KALSIUM KE DALAM MINYAK NABATI Supriyono, Kurnia Wijayanti	TRTP – 148
90	PENGARUH VARIASI TEMPERATUR AKHIR PIROLISIS TERHADAP BRIKET ARANG BERBAHAN BAKU BAMBU MELALUI ANALISA <i>THERMOGRAVIMETRY</i> Yudi Setiawan, Dwi Aries Himawanto, Harwin Saptoadi	TRTP – 152

Pemilihan Sumber Panas Sistem Pemanas Air untuk penghematan Biaya dan Energi

Toto Supriyono

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung
Jl. Dr. Setiabudi No. 193 Bandung
E-mail : toto_supriyono@yahoo.com

Mardefi Andri

Senior Mechanical Engineer, PT TeamworX Indonesia
Beltway Office Park, Jalan TB Simatupang No. 41 Cilandak Jakarta Selatan 12550

Intisari

Penelitian ini merupakan studi awal untuk mengetahui kebutuhan daya pemanas dan pemilihan suplai pemanas untuk memproduksi air panas bertemperatur 45 °C yang dibutuhkan oleh sebuah pabrik farmasi untuk gedung produksi, teknikal area dan gedung locker. Memproduksi air panas akan dilakukan dengan cara memanaskan air dingin bertemperatur 20 °C. Analisa energi dan biaya telah dilakukan untuk pabrik baru (new) dan pabrik yang sudah beroperasi (existing) untuk mengetahui berapa kebutuhan daya pemanas yang dibutuhkan dan pemilihan jenis pemanas yang diinginkan. Alternatif sumber pemanas yang dapat digunakan untuk proses pemanasan ini adalah 1) Uap, 2) Solar Kolektor dan Uap, dan 3) Chiller dan Heat pump. Hasil studi awal yang telah mempertimbangkan aspek biaya, energi dan mampu konstruksi (constructable) memberikan hasil: Daya pemanas untuk pabrik baru adalah sebesar 219.2 kW; Laju aliran massa uap yang dibutuhkan sebesar 379 kg/h, jumlah solar panel yang diperlukan sebanyak 156 panel, luas area untuk panel yang dibutuhkan 600 m² dan kapasistas heat pump yang diperlukan sebesar 80 kW. Biaya investasi alternatif kedua paling tinggi dibandingkan alternatif lainnya. Biaya operasi untuk alternatif pertama paling tinggi dibandingkan dengan alternatif lainnya karena biaya produksi uap tinggi.

Kata kunci: Pemanas Air, uap, solar collector, chiller

Pendahuluan

Sistem penyediaan air panas adalah instalasi yang menyediakan air panas dengan menggunakan air bersih, dipanaskan dengan berbagai cara baik secara langsung dari alat pemanas maupun melalui sistem perpipaan seperti halnya untuk air bersih, peralatan air panas juga harus memenuhi syarat sanitasi. Ada dua macam instalasi sistem air panas, yaitu instalasi lokal dan sentral. Pada instalasi lokal, suatu pemanas air dipasang di tempat atau berdekatan dengan alat plambing yang membutuhkan air panas. Pemanas dapat menggunakan gas, listrik atau pun uap sebagai sumber panasnya. Pada instalasi sentral, air panas dibangkitkan di suatu tempat dalam gedung, kemudian dengan pipa distribusi dialirkan ke seluruh lokasi alat plambing yang membutuhkan air panas. Biasanya digunakan bahan bakar minyak, namun karena bahan bakar minyak cenderung meningkat harganya maka penggunaan gas semakin banyak digunakan di industri sebagai sumber panasnya. Sumber panas dari listrik jarang sekali digunakan di industri karena harganya yang mahal. Walaupun harga alat pemanas sentral mahal, tetapi untuk gedung-gedung yang banyak menggunakan air panas, harga air panas secara keseluruhan menjadi lebih murah. Oleh karena itu instalasi sentral banyak dipasang di berbagai industri, hotel, rumah sakit dan perkantoran yang besar.

Dari pemanas biasanya air disimpan dalam suatu tangki air panas yang besar dan kemudian dialirkan ke dalam alat-alat plambing oleh pipa distribusi. Ada dua macam sistem pipa distribusi air panas, yaitu sistem langsung dan sistem sirkulasi. Pada sistem langsung atau sistem terbuka, pipa hanya mengalirkan air dari tangki ke alat-alat plambing. Dengan demikian walaupun pipa tersebut diisolasi, tetapi setelah satu malam tidak dipakai, keran air panas yang jauh letaknya dari tangki air panas akan menghasilkan air yang temperaturnya lebih rendah dari pada temperatur dalam tangki. Pada sistem sirkulasi atau sistem tertutup, jaringan pipa merupakan jaringan tertutup, di mana dalam keadaan berbagai keran air panas tidak ada yang terbuka, air panas dialirkan oleh suatu pompa sirkulasi kembali ke dalam tangki. Dengan demikian dapat dijamin bahwa di setiap tempat dalam pipa



air panas tidak banyak berbeda temperaturnya dengan temperaturnya air di dalam tangki. Pompa sirkulasi harus dipasang sedemikian rupa agar menghisap air dari cabang untuk keran terakhir dan memompakan kembali ke dalam tangki.

Dalam penelitian ini telah dipelajari pemilihan sumber panas sistem pemanas sentral. Sistem pemanas sentral dirancang untuk menghasilkan 7.6 m³/h air panas pada temperatur 45 °C. Air dingin akan masuk ke dalam pemanas air pada temperatur 20 °C. Air panas ini akan didistribusikan oleh sistem pipa distribusi air panas ke berbagai alat plambing untuk kebutuhan sanitasi dan peralatan produksi. Sumber panas yang dikaji ada tiga alternatif, yaitu:

1. Uap
2. Panas matahari menggunakan kolektor surya (*solar collector*)
3. Kombinasi chiller dan heat pump

Tabel 1 Konsumsi air panas dan daya pemanasan

KONSUMSI AIR PANAS DAN PEMANASAN		
Flow rate [CMH]	:	7.6
Temp. Inlet [C]	:	20.0
Temp. Outlet [C]	:	45.0
Delta Temp. [C]	:	25.0
Density at 32.5C [kg/m ³]	:	992.1
Specific heat [kJ/kg.K]	:	4.186
Heating Power [kW]	:	219.2

Besar daya pemanasan dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$Q = M c_p (T_2 - T_1) \quad (1)$$

Dimana, Q = daya pemanasan (W), M = laju aliran air (kg/s), c_p = panas spesifik (kJ/kg.K), T₂ = temperatur air panas (C) dan T₁ = temperatur air dingin masuk ke dalam pemanas (C). Hasil perhitungan daya pemanasan diperlihatkan pada tabel 1 di atas. Untuk memanaskan air sebanyak 7.6 m³/h dari 20°C menjadi 45°C dibutuhkan daya pemanasan sebesar 219.2 kW.

Uap

Untuk menggunakan uap sebagai sumber panas pada instalasi pemanas air sentral diperlukan penukar kalor. Uap masuk ke dalam penukar kalor dan memanaskan air dingin didalamnya dan kemudian keluar sebagai kondensat. Tipe penukar kalor yang akan digunakan adalah *steam fired heat exchanger*. Laju aliran massa uap yang dibutuhkan memanaskan air dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

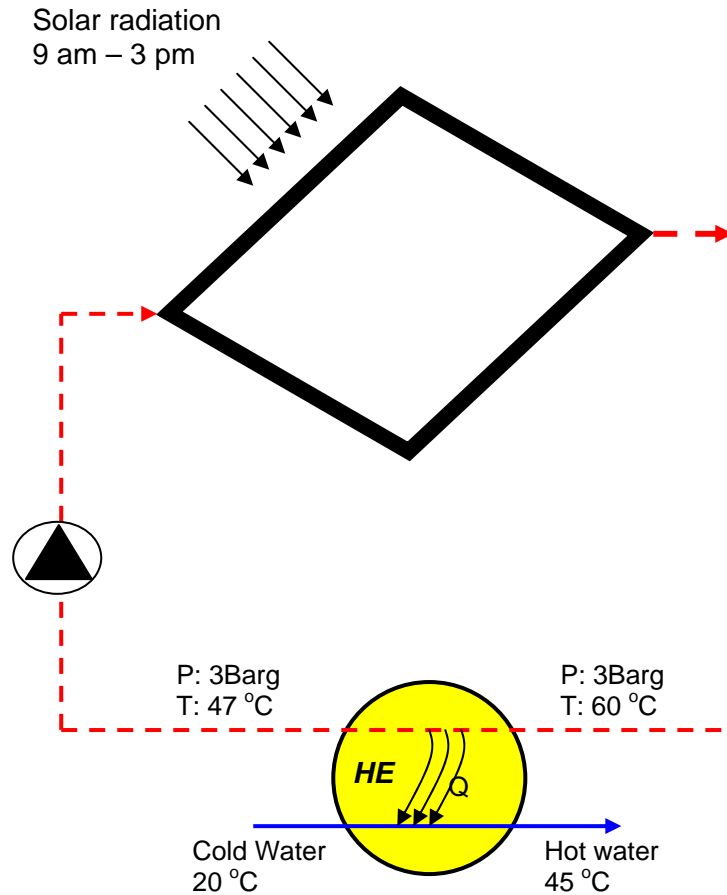
$$Q = M (h_1 - h_2) \quad (2)$$

Dimana Q = panas yang harus diberikan oleh uap pada air untuk memanaskan air dari 20°C menjadi 45°C pada laju 7.6 m³/h. Besar harga Q harus mempertimbangkan efisiensi/efektivitas penukar kalor yang digunakan. Dalam kasus ini, efektivitas penukar kalor diambil 0.8. Dengan demikian panas yang harus diberikan uap adalah sebesar 219.2 kW/0.8 = 274.0 kW; M = laju aliran massa uap (kg/s), h₁ = entalpi uap air masuk penukar kalor (kJ/kg), h₂ = entalpi uap keluar penukar kalor (kondensat, kJ/kg). Diketahui bahwa uap masuk penukar kalor pada 8 barg, 175 °C dan keluar pada 70 °C. Dari sifat-sifat termodinamika air, diperoleh h₁ = 2773.9 kJ/kg, h₂ = 250 kJ/kg. Menyelesaikan persamaan (2) di atas, didapat laju aliran massa uap yang diperlukan adalah sebesar 379 kg/h.



Panas Matahari (Solar collector)

Gambar 1 di bawah ini memperlihatkan sketsa sumber panas dengan memanfaatkan panas matahari untuk sumber panas instalasi pemanas air sentralnya. Solar kolektor akan menyerap panas dari radiasi matahari kemudian memindahkannya ke dalam air yang ada didalamnya. Air panas yang dihasilkan akan digunakan untuk memanaskan air sanitasi yang dibutuhkan untuk sanitasi dan peralatan dalam suatu penukar kalor. Tabel 1 menyajikan spesifikasi penukar kalor yang dibutuhkan.



Gambar 1. Sketsa pemanas air memanfaatkan panas matahari

Spesifikasi kolektor surya yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- Luas kolektor = 3.716 m²
- Kapasitas pemanasan = 1.758 kW
- Jumlah kolektor surya yang diperlukan = 156
- Luas area yang diperlukan = 600 m²

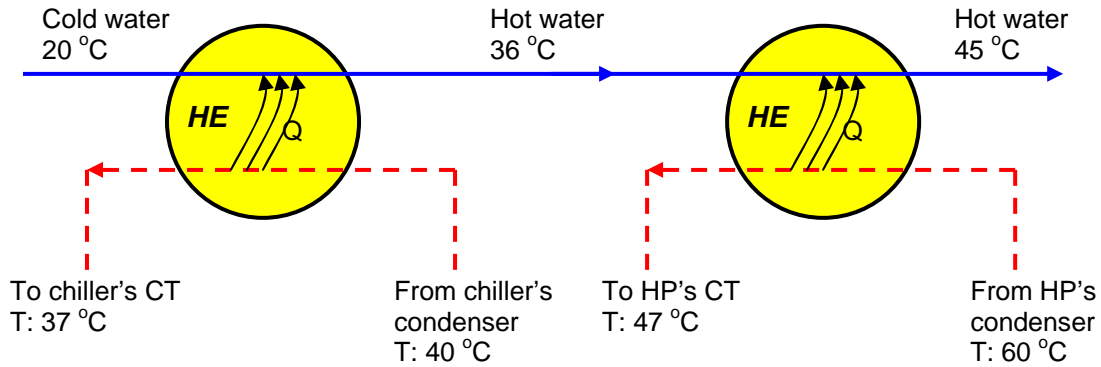
Tabel 2 Spesifikasi Penukar kalor

PENUKAR KALOR	HOT	COLD
Temp. Outlet [C]	60.0	20.0
Temp. Inlet [C]	47.0	45.0
Pressure [Barg]	3.0	3.0
Mass flow rate [kg/s]	5.0	2.094
Minimum Heat Transfer Area [m ²]	5.674	



Kombinasi Chiller dan Heat Pump

Kombinasi chiller dan heat pump dapat digunakan untuk memanaskan air hingga 45°C. Panas yang dibuang dari kondensor chiller akan digunakan untuk pre-heating sedangkan panas yang dibuang dari kondensor heat pump akan digunakan untuk menghasilkan air panas pada 45°C. Tabel 3 memperlihatkan spesifikasi heat pump dan penukar kalor yang dibutuhkan.

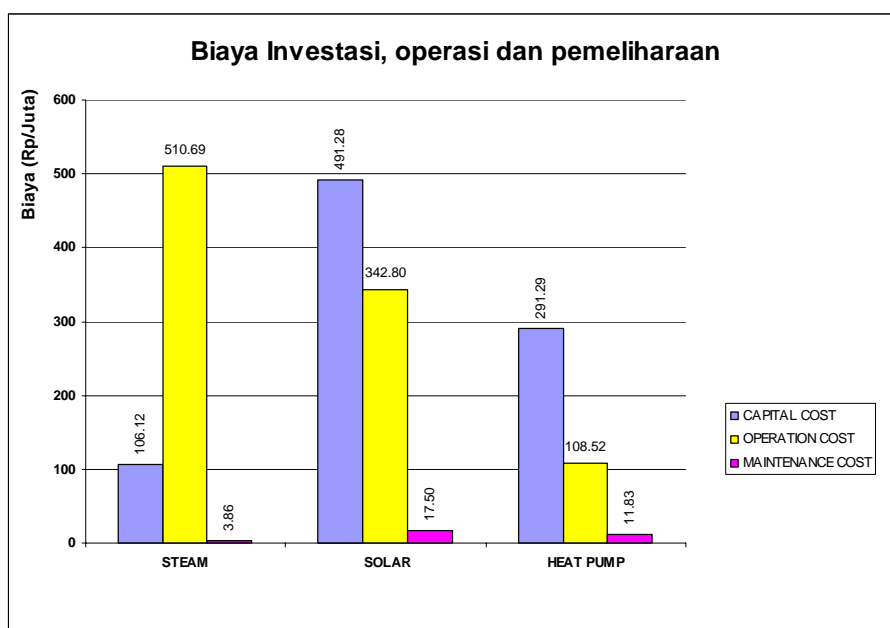


Gambar 2. Sketsa kombinasi chiller dan heat pump untuk pemanas air

Tabel 3 Spesifikasi Heat pump dan Penukar Kalor yang diperlukan

HEAT PUMP		
Heating Capacity [kW/TR]	78.8	22.4
Temp. Outlet [C]	60.0	
Temp. Inlet [C]	37.0	
Pressure [Barg]	3.0	
Mass flow rate [kg/s]	2.092	
PENUKAT KALOR PRE-HEATING		
Temp. Inlet [C]	40.0	20.0
Temp. Outlet [C]	37.0	36.0
Pressure [Barg]	3.0	3.0
Mass flow rate [kg/s]	14.0	2.094
Mass Flow rate [kg/h]	50,266.4	7540.0
Minimum Heat Transfer Area [m2]	7.510	
PENUKAR KALOR-HEATING		
Temp. Inlet [C]	60.0	36.0
Temp. Outlet [C]	47.0	45.0
Pressure [Barg]	3.0	3.0
Mass flow rate [kg/s]	1.8	2.094
Mass Flow rate [kg/h]	6,525.0	7540.0
Minimum Heat Transfer Area [m2]	3.090	





Gambar 3 Biaya investasi, operasi dan pemeliharaan masing-masing sumber pemanas

Gambar 3 di atas memperlihatkan biaya investasi, operasional dan pemeliharaan yang dibutuhkan untuk masing-masing alternatif sumber pemanas yang yang digunakan untuk instalasi air panas sentral. Biaya investasi alternatif kedua (panas matahari) paling tinggi dibandingkan dengan alternatif lainnya dan biaya investasi terkecil adalah sumber panas alternative pertama, yaitu sumber panas menggunakan uap. Biaya operasi terkecil akan dikeluarkan untuk sumber pemanas alternatif ketiga dan biaya operasi terbesar adalah penggunaan uap sebagai sumber panasnya.

Metodologi

Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam pemilihan sumber panas untuk instalasi system pemanas air:

- Mempelajari fungsi ruangan-ruangan dalam gedung.
- Menentukan temperatur air dingin dan air panas yang akan dihasilkan dan kebutuhan konsumsi air panas yang diperlukan.
- Menghitung kebutuhan energi dan daya pemanasan.
- Menghitung biaya investasi dan biaya operasi
- Analisis energi dan biaya.
- Kesimpulan dan saran.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 4 di bawah ini menunjukkan matrik kelebihan dan kekurangan dari alternatif sumber panas yang dikaji. Sumber panas menggunakan uap akan menjamin ketersediaan air panas setiap saat namun memerlukan biaya operasi yang tinggi, karena harga produksi uap cukup besar sekitar Rp. 125.000 hingga Rp. 200.000/ton. Sumber panas dengan memanfaatkan panas matahari memberikan banyak kerugian daripada kelebihanannya, yaitu biaya investasi tinggi dibandingkan alternatif lainnya, biaya operasi tinggi karena masih memerlukan uap jika cuaca tidak cerah atau pada malam hari. Alternatif ketiga, yaitu pemanfaatan buangan panas kondensor chiller dan heat pump akan memerlukan biaya investasi dan operasi yang rendah serta efisiensi tinggi.



Tabel 4 Matrik alternatif sumber pemanas

PEMILIHAN SUMBER PEMANAS			
ALTERNATIF		KERUGIAN	KEUNTUNGAN
I	UAP	<ul style="list-style-type: none">- Memerlukan uap- Harga uap Rp. 125.000/ton- Biaya operasi tinggi	<ul style="list-style-type: none">- Air panas tersedia setiap saat- Investasi relatif rendah- Biaya pemeliharaan rendah
II	SOLAR COLLECTOR dan UAP	<ul style="list-style-type: none">- Hanya untuk cuaca cerah- Waktu operasi jam 9 hingga jam 15- Dibutuhkan solar kolektor banyak- Perlu tempat yang luas untuk solar kolektor- Memerlukan uap pada saat malam- Biaya investasi tinggi	<ul style="list-style-type: none">- Biaya pemeliharaan rendah
III	CHILLER+HEAT PUMP	<ul style="list-style-type: none">- Temperatur rendah	<ul style="list-style-type: none">- Energi cukup besar- Evaporator dan kondensor dapat dimanfaatkan- lebih efisien- Biaya operasi dan pemeliharaan rendah

Kesimpulan

1. Daya pemanas yang diperlukan untuk memanaskan air dari 20°C menjadi 45°C pada 7.6 m³/h adalah sebesar 274 kW.
2. Laju aliran massa uap yang diperlukan untuk memanaskan air dari 20°C menjadi 45°C pada 7.6 m³/h adalah sebesar 379 kg/h.
3. Jumlah solar kolektor yang diperlukan sebanyak 156 buah dan luas area yang dibutuhkan untuk tempat solar kolektor sekitar 600 m².
4. Biaya investasi paling rendah adalah penggunaan uap sebagai sumber panas dan investasi paling tinggi adalah untuk penggunaan solar kolektor.
5. Biaya operasi paling rendah adalah penggunaan kombinasi chiller dan heat pump, sedangkan biaya operasi paling tinggi adalah penggunaan uap sebagai sumber panas karena harga produksi uap tinggi, sekitar Rp. 125.000 – Rp. 200.000 per ton.

Daftar Pustaka

- Noerbambang, Morimura, 2000, Perancangan Dan Pemeliharaan Sistem Plambing, cetakan ke-8, Pradnya Paramita, Jakarta
- J.P. Holman, 2001, Heat Transfer, Ninth Edition, McGraw Hill, New York.
- Reynolds, Perkins, Engineering Thermodynamics, McGraw Hill, New York.
- Thermaflo, Engineering compay, Manufacturer of Steam Fired Heat Exchanger
- <http://www.engineeringtoolbox.com>



