



# PROSIDING

## Bagian III

ISBN: 978-979-8510-20-5

SEMINAR NASIONAL  
SAINS DAN TEKNOLOGI III

"Peran Strategis Sains dan Teknologi  
Dalam Mencapai Kemandirian Bangsa"

Universitas Lampung, 18 -19 Oktober 2010



Supported by:



VARIAN



PT VANADIA UTAMA

# **PROSIDING**

## **Seminar Nasional Sains dan Teknologi III**

**Universitas Lampung, 18 -19 Oktober 2010**

### **Penyunting**

**Dr. Eng. Admi Syarif**  
**Prof. Dr. John Hendri, M.S.**  
**Dr. Irwan Ginting Suka, M.Eng.**  
**Dr. Murhadi, M. S.**  
**Dra. Nuning Nurcahyani, M.Sc.**  
**Warji, S.TP., M.Si.**  
**Wasinton Simanjuntak, Ph.D.**  
**Dr. G. Nugroho S, M.Sc.**  
**Dr. Wamiliana**  
**Prof. Dr. Cipta Ginting, M.Sc.**  
**Dr. FX Susilo**  
**Dr. Diah Permata, S.T., M.T.**  
**Dr. Ahmad Zakaria, M.S.**  
**Dr. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**  
**Dr. Suropto Dwi Yuwono, M.Sc.**  
**Dwi Asmi, Ph.D.**  
**Asnawi Lubis, S.T., M.Sc., PhD.**  
**Dr. Ir. I Gede Swibawa, M.S.**

### **Penyunting Pelaksana**

**Adiguna Setiawan**  
**Hasan Azhari N.**  
**Wawan Yulistio**

Prosiding Seminar Hasil-Hasil  
Seminar Sains dan Teknologi :  
Oktober 2010

Penyunting, Admi Syarif...[et al.]-Bandar Lampung  
Lembaga Penelitian, Universitas Lampung 2010.  
528 hlm. ; 21 X 29,7 cm

**ISBN 978-979-8510-20-5**

Diterbitkan oleh :

**LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS LAMPUNG**

JL. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro no.1 Gedungmeneng Bandar Lampung 35145  
Telp. (0721) 705173, 701609 ext. 136, 138, Fax. (0721) 773798  
e-mail lemlit@unila.ac.id

Design Layout by adiguna.setiawan@gmail.com



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga terlaksananya Seminar Nasional Sains dan Teknologi III, 18 – 19 Oktober 2010 dengan lancar dan tiada kurang suatu apapun.

Seminar nasional dengan Tema : PERAN STRATEGIS SAINS DAN TEKNOLOGI DALAM MENCAPAI KEMANDIRIAN BANGSA ini bertujuan sebagai (a) Wadah penyebar luasan informasi hasil penelitian (b) Ajang pertemuan ilmiah para peneliti dan (c) Sarana tukar informasi kalangan para peneliti di bidang Sains dan Teknologi. Seminar nasional ini ternyata mendapatkan sambutan yang sangat baik dari berbagai kalangan yang terkait dengan Sains dan Teknologi. Antusiasme ini terlihat dari jumlah peserta yang mencapai lebih kurang 200 orang yang berasal dari perguruan tinggi, lembaga penelitian dan juga para mahasiswa dari Sabang sampai Merauke. Kehadiran para peserta dari berbagai daerah di Indonesia ini merupakan cerminan kepercayaan yang sangat besar kepada Universitas Lampung. Oleh karena itu, kami berharap kiranya kegiatan seminar ilmiah terus dapat dikembangkan di tahun-tahun mendatang.

Pertama-tama kami menyampaikan terimakasih yang setulusnya kepada Bapak Rektor Universitas Lampung beserta seluruh jajaran pimpinan Universitas Lampung atas kepercayaan dan dukungan moril maupun material yang diberikan kepada panitia sehingga seluruh kegiatan seminar dapat terlaksana dengan baik. Kami juga menyampaikan terimakasih dan penghargaan kepada seluruh peserta yang telah berkenan berpartisipasi, sehingga gerak langkah pengembangan Sains dan Teknologi di seluruh Nusantara terpapar secara luas. Ucapan terimakasih yang tulus juga kami sampaikan kepada seluruh civitas akademika Universitas Lampung, yang berpartisipasi langsung dalam kegiatan seminar, maupun



# SEMINAR NASIONAL SAINS & TEKNOLOGI - III

LEMBAGA PENELITIAN - UNIVERSITAS LAMPUNG, 18 - 19 OKTOBER 2010

partisipasinya dalam menjaga suasana Kampus Unila sebagai tempat yang nyaman dan bersahabat.

Kami juga berterima kasih kepada para reviewer, penyunting dan kepada berbagai pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu atas partisipasinya memfasilitasi dan membantu, baik dana, sarana dan dukungan lainnya untuk terselenggaranya Seminar Nasional Sains dan Teknologi III tahun 2010 dan sehingga prosiding ini dapat diterbitkan. Atas nama Panitia, kami mohon maaf sebesar-besarnya atas keterlambatan penerbitan Prosiding ini disebabkan satu dan lain hal yang tidak dapat dihindari. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan, utamanya bagi pengambil kebijakan pembangunan di bidang Sains dan Teknologi dalam upaya Mencapai Kemandirian Bangsa.

Bandar Lampung, 08 Desember 2010

**Ketua Panitia**

**Seminar Nasional Sains dan Teknologi III**

**Prof. Dr. John Hendri, M. S.**



## DAFTAR ISI

### **A STUDY PERIODIC MODELING OF DAILY RAINFALL AT PURAJAYA REGION**

Ahmad Zakaria

*Halaman 1 – 15*

### **DIAGNOSIS KESALAHAN RANGKAIAN KOMBINASIONAL IC SN 74153 DENGAN METODA TABEL KESALAHAN**

Ageng Sadnowo Repelianto

*Halaman 17 – 32*

### **ANALISA STABILITAS *LEARNING RATE* PADA JARINGAN SYARAF TIRUAN**

Agus Trisanto

*Halaman 33 – 41*

### **ANALISA SPM JALAN PERKOTAAN KOTA BANDAR LAMPUNG**

Aleksander Purba

*Halaman 43 – 51*

### ***ELECTRONIC POLICE* DAN PELAYANAN PRIMA KEPOLISIAN REPUBLIK INDONESIA (STUDI SMS CENTER DI POLRESTA BANDAR LAMPUNG)**

Ariefaldi Warganegara dan Arizka Warganegara

*Halaman 53 – 65*

### **PENGELOLAAN SAMPAH TERPADU KOTA BANDAR LAMPUNG DENGAN MODEL R4P (*REUSE, RECYCLE, REDUCE, REPLACE DAN PARTICIPATION*)**

Arinal Hamni, Indra Mamad Gandidi dan Harmen Burhanuddin

*Halaman 67 – 80*

### **REPORT DAN VISUALISASI SISTEM KEAMANAN MODEL BUKA TUTUP GERBANG PABRIK MELALUI ANTAR MUKA PORT SERIAL BERBASIS AT89S51 DAN VB6**

B. S. Rahayu Purwanti, Arfan N.R, Wijanarko, dan Hidayat

*Halaman 81 – 91*

### **KEAKURATAN INPUT PEMBACAAN JARAK DENGAN ANALISIS TEORI INTERPOLASI SEBAGAI PEMBANDING FUNGSI BASIS *B-SPLINE* PADA KONVERSI {0,1}**

B.S. Rahayu Purwanti, Benny, Iwa Garniwa M. K dan Feri Yusivar

*Halaman 93 – 104*



## **SIFAT DAN MORFOLOGI KOMPOSIT KARET ALAM-POLIPROPILEN YANG DIPERKUAT DENGAN SABUT BUAH SAWIT DAN ABU SAWIT**

Bahrudin, Ida Zahrina, Zulfansyah, Adhy Prayitno, dan Adrianto Ahmad  
*Halaman 105 – 116*

## **PENGARUH UKURAN PARTIKEL FLY ASH SAWIT TERHADAP SIFAT DAN MORFOLOGI KOMPOSIT KARET ALAM-POLIPROPILEN**

Cecep Sunandar Dana Surya, Irdoni, dan Bahrudin  
*Halaman 117 – 126*

## **PERANCANGAN CHOPPER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ATMEGA 8535 UNTUK PERALATAN PRAKTIKUM PADA LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO UNIVERSITAS LAMPUNG**

Charles Ronald Harahap, F.X.Arinto Setyawan dan Aditya Krisnawan  
*Halaman 127 – 138*

## **PENGARUH INTENSITAS CAHAYA DAN PERIODE PENGGANTIAN MIKROALGA TERHADAP PENYERAPAN GAS CO<sub>2</sub> MENGGUNAKAN NANNOCHLOROPSIS OCULATA DALAM BUBBLE FOTOBIOREAKTOR**

Didik Supriyadi dan Elida Purba  
*Halaman 139 – 145*

## **TRANSFORMASI HUJAN-ALIRAN PADA TAMPUNGAN DI DALAM DAERAH ALIRAN SUNGAI**

Dyah Indriana Kusumastuti  
*Halaman 147 – 154*

## **THE REMOVAL MECHANISMS OF Hg FROM WATER USING TWO DIFFERENT TYPES OF ACTIVATED CARBONS**

Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati, M. Rangga Sururi, dan Nita Kurniati  
*Halaman 155 – 163*

## **HUBUNGAN FAKTOR LINGKUNGAN, SOSIAL-EKONOMI, DAN PENGETAHUAN IBU DENGAN KEJADIAN INFESI SALURAN PERNAPASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA DI KELURAHAN CIDADAS KOTA BANDUNG**

Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati, M. Rangga Sururi, dan Nita Kurniati  
*Halaman 165 – 173*

## **QUALITY AND QUANTITY OF ALGAL OIL EXTRACTED FROM DRIED NANNOCHLOROPSIS OCULATA AND TETRASELMIS CHUII USING HEXANE AND ETHANOL**

Elida Purba, Dwita Rosari Saragih, dan Karolina Ranti  
*Halaman 175 – 182*



**RANCANG BANGUN PROTOTIPE  
SISTEM PENGENDALIAN KONVEYOR PENYORTIRAN  
DAN PENGISIAN BARANG BERBASIS PLC**

Emir Nasrullah, Agus Trisanto dan Kurnia Ramdhani

*Halaman 183 – 197*

**GERUSAN LOKAL AKIBAT DEFORMASI GELOMBANG:  
MODEL FISIK SILINDER PELINDUNG BAKAU**

Endro P Wahono

*Halaman 199 – 207*

**STUDI AWAL MONITORING PENURUNAN TANAH  
DI PROPINSI LAMPUNG**

Fauzan Murdapa

*Halaman 209 – 215*

**DELIGNIFIKASI TANDAN KOSONG SAWIT DALAM MEDIA ASAM FORMIAT**

Feuby Lady Mariana, Zulfansyah dan Muhammad Iwan Fermi

*Halaman 217 – 225*

**IDENTIFIKASI KEAUSAN PAHAT MENGGUNAKAN PENGOLAHAN CITRA**

Fx Arinto Setyawan dan Suryadiwansa Harun

*Halaman 227 – 235*

**ANALISIS EFISIENSI ENERGI DI INDUSTRI STUDI KASUS:  
INDUSTRI FURNITURE DI SEMARANG, JAWA TENGAH**

Harmen

*Halaman 237 – 247*

**ANALISA SIMULASI UNJUK KERJA JARINGAN SENSOR NIRKABEL  
UNTUK PENGAMATAN TEMPERATUR LINGKUNGAN**

Helmy Fitriawan, Fadil Hamdani dan Herlinawati

*Halaman 249 – 258*

**PENGARUH PENYARINGAN (FILTERING)  
TERHADAP KARAKTERISTIK MINYAK JARAK PAGAR  
SEBAGAI ALTERNATIF MINYAK ISOLASI TRANSFORMATOR DAYA**

Henry. B. H. Sitorus, Diah Permata dan Tri Hariyadi

*Halaman 259 – 279*

**PEMODELAN KINETIKA REAKSI DAN SIMULASI DISTRIBUSI PRODUK  
PADA REAKSI METANOLISIS MINYAK JARAK  
DITINJAU SECARA HOMOGEN TIGA TAHAP**

Heri Rustamaji, Hary Sulistyono dan Arief Budiman

*Halaman 281 – 289*



## **KEMAMPUAN ZEOLIT ALAM LAMPUNG BENTUK GRANULAR YANG TERAKTIVASI BASA-FISIK UNTUK MENINGKATKAN PRESTASI MESIN MOBIL KARBURATOR**

Herry Wardono

*Halaman 291 – 297*

## **PERBANDINGAN SIFAT DAN MORFOLOGI KOMPOSIT KARET ALAM-POLIPROPILEN-ABU SAWIT YANG MENGGUNAKAN PLASTICIZER PARAFIN DENGAN MINYAK SAWIT**

Ice Gusnita, Bahrudin, Ida Zahrina, Adhy Prayitno

*Halaman 299 – 306*

## **NERACA ENERGI PADA PABRIK CPO DAN KERNEL PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V SEI PAGAR**

Ikmal Maulvi Sani, Muhammad Iwan Fermi dan Muhammad Salman Hari Budiman

*Halaman 307 – 311*

## **PEMANFAATAN NIRA AREN (*ARENKA PINNATA*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL**

Rendy Satria, Nirwana Hamzah dan Irdoni HS

*Halaman 313 – 317*

## **KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH RASIO HEAD PEMOPAAAN DAN HEAD SUMBER TERHADAP UNJUK KERJA MODEL POMPA TANPA MOTOR (*HYDRAULIC RAM PUMP*)**

Jorfri B. Sinaga, A. Suudi, Sugiman dan Azhar

*Halaman 319 – 326*

## **PENYISIHAN Fe-ORGANIK PADA AIR TANAH DENGAN PROSES OZONISASI**

Kancitra Pharmawati, Moh. Rangga Sururi, Eka Wardhani dan Indra Suryana

*Halaman 327 – 335*

## **ANALISIS KEKAKUAN BENDING DAN LIMIT MOMEN PIPA ELBOW**

Laila Utari Ratna, Asnawi Lubis dan Novri Tanti

*Halaman 337 – 347*

## **EFISIENSI OZONISASI AIR TANAH DALAM PROSES DESINFEKSI**

Moh. Rangga Sururi, Kancitra Pharmawati, Eka Wardhani dan Sofi Widayani

*Halaman 349 – 354*

## **ANALISA DATA GEOLOGI DAN GEOFISIKA DAERAH SELAT SUNDA SERTA KAJIAN RENCANA LINTASAN JEMBATAN SELAT SUNDA**

Muh Sarkowi

*Halaman 355 – 363*





## **VERTICAL TAKE-OFF AND LANDING FLYING ROBOT FOR RAPID AERIAL PHOTOGRAPHY**

Muhamad Komarudin, Mona Arif Muda dan Yulianto Raharjo  
*Halaman 365 – 370*

## **PENGARUH DIAMETER LUBANG BUANG PADA VORTEX BASIN TERHADAP KINERJA TURBIN AIR**

Muhammad Irsyad  
*Halaman 371 – 379*

## **PEMBUATAN PULP TANDAN KOSONG SAWIT DENGAN PROSES MILOX TAHAP TUNGGAL**

Muhammad Iwan Fermi, Zulfansyah dan Sari Kumala Dewi  
*Halaman 381 – 387*

## **SIMULASI LINTASAN PAHAT PADA OPERASI PEMBUBUTAN DENGAN METODE VIRTUAL MANUFAKTUR**

Rahmatullah, Yohanes dan Mohd Razali Muhamad  
*Halaman 389 – 398*

## **PEMANFAATAN NIRA AREN (*ARENGA PINNATA*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIOETANOL**

Rendy Satria, Nirwana Hamzah dan Irdoni HS  
*Halaman 399 – 403*

## **TELAAH KUALITAS AIR SUNGAI WAY SEKAMPUNG DENGAN METODE *WATER QUALITY INDEX***

Rina Febrina  
*Halaman 405 – 411*

## **PENGARUH PENAMBAHAN ARANG TEMPURUNG KELAPA (ATK) TERHADAP CAMPURAN ASPAL**

Sasana Putra, Taharuddin, dan Aditya S.  
*Halaman 413 – 420*

## **KAJIAN PEMANFAATAN ZEOLIT PELET PEREKAT PEMANASAN ASAL LAMPUNG YANG DIAKTIVASI FISIK TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR MOTOR DIESEL 4 LANGKAH, UMUR EFEKTIF ZEOLIT, DAN METODE REGENERASINYA**

Simparmin br Ginting, Herry Wardono dan Harnowo Supriadi  
*Halaman 421 – 430*

## **UJI KARAKTERISTIK MEKANIS BAJA KARBON RENDAH HASIL PROSES PERLAKUAN PANAS DAN PERMUKAAN DENGAN REAKTOR *FLUIDIZED BED***

Soeparno Djiwo, Teguh Rahardjo, Mochtar Asroni dan Totok Soegiarto  
*Halaman 431 – 439*



## **DESIGN AND IMPLEMENTATION OF TEMPERATURE CONTROLLED SYSTEM FOR BIOREACTOR SYSTEM**

Sumadi, Mario M. Gultom dan Emir Nasrullah

*Halaman 441 – 448*

## **PENGARUH TEKANAN TRANSMEMBRAN PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI CPO PARIT DENGAN REAKTOR MEMBRAN**

Syarfi, Nazaruddin dan Ida Zahrina

*Halaman 449 – 455*

## **REAKTOR UNGGUN 3 FASE PADA METHANOLISIS MINYAK JARAK SECARA KONTINYU**

Taharuddin

*Halaman 457 – 466*

## **PEMBUATAN ESTER METIL SULFONAT DARI ESTER METIL PALM STEARIN**

Taufiq Riadi, Sri Helianty dan Zulfansyah

*Halaman 467 – 471*

## **PERBAIKAN KUALITAS PROSES PEMBUATAN PROTOTIPE DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI**

Trisna

*Halaman 473 – 480*

## **NERACA AIR PABRIK CPO DAN KERNEL PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V SEI PAGAR**

Valiant Holy, Zulfansyah dan Muhammad Salman Hari Budiman

*Halaman 481 – 484*

## **KONVERSI PALM FATTY ACID DISTILLATE MENJADI BIODIESEL DENGAN KATALIS H-ZEOLITE**

Weri Ramadhan, Ida Zahrina dan Elvie Yeni

*Halaman 485 – 489*

## **PLASTIK HIJAU DARI SORGUM**

Yuli Darni

*Halaman 491 – 498*

## **HIDROLISIS SISA KETAMAN KAYU DALAM PROSES ACETOSOLV**

Zulfansyah, Ida Zahrina dan Muhammad Iwan Fermi

*Halaman 499 – 505*

## **PEMBUATAN PULP AMPAS TEBU DENGAN PROCESS ACETOSOLV**

Zulfansyah, Said Zul Amraini, Roza Linda dan Renia Debi Lestari

*Halaman 507 – 514*



## ANALISIS EFISIENSI ENERGI DI INDUSTRI STUDI KASUS: INDUSTRI *FURNITURE* DI SEMARANG, JAWA TENGAH

Harmen

*Jurusan Teknik Mesin, FT Universitas Lampung*

**E-mail:** harmenbur@unila.ac.id

### ABSTRACT

Industri merupakan salah satu sektor pengguna energi terbesar. Konsumsi energi final sektor industri berdasarkan data tahun 2006 adalah 317.106.778 sbm atau sekitar 36% dari total konsumsi energi final Indonesia pada tahun tersebut. Komponen biaya energi suatu industri berkisar antara 10% - 30% dari total biaya produksi. Fluktuatifnya harga energi di pasar global menambah ketidakpastian dalam hal perencanaan biaya produksi dan ini menambah pentingnya untuk melakukan kegiatan efisiensi energi. Hal tersebut dapat dicapai dengan beberapa cara seperti, perilaku pemakaian yang efisien, perawatan yang baik, penggunaan peralatan yang hemat energi, dan pemanfaatan kembali energi yang terbuang. Besarnya penghematan yang dapat dilakukan sangat tergantung pada bentuk usaha yang dapat dilakukan. Tujuan dari penelitian ini adalah penghematan dalam hal biaya energi, efisiensi energi untuk meningkatkan daya saing produk suatu industri. Langkah pertama yang dilakukan adalah audit energi. Usaha ini dilakukan untuk menentukan ketidakefisienan yang ada, untuk penyusunan target penghematan, dan penentuan potensi penghematan yang akan dapat dicapai. Setelah audit dilakukan, target yang rasional ditentukan, baru kemudian dilanjutkan dengan penyusunan rencana aksi dan pengimplementasiannya. Pada industri furniture ini, langkah yang diusulkan adalah penggunaan sistem pembangkit listrik sendiri dengan menggunakan sistem pembangkit kogenerasi. Dimana sistem pembangkit ini nantinya, selain akan menghasilkan energi listrik juga akan menghasilkan uap air/steam yang akan digunakan sebagai pengering kayu. Dari hasil audit juga ditemukan suatu kesalahan yang fatal akibat terbaliknya pemasangan alat pengukur pemakaian listrik pada waktu beban puncak dan pemakaian waktu beban normal. Besar kerugian akibat hal ini diprediksikan sebesar Rp 403,917,239,- selama dua tahun pemakaian.

**Keywords:** *Efisiensi Energi, Audit Energi, Kogenerasi, Dehumidifikasi, Steam*

### PENDAHULUAN

Industri merupakan salah satu pengguna energi terbesar. Konsumsi energi final sektor industri berdasarkan data tahun 2006 adalah sebesar 317.106.778

setara barel minyak atau sekitar 36% dari total konsumsi energi final Indonesia pada tahun tersebut [ESDM, 2007]. Komponen biaya energi suatu industri berkisar antara 10% - 30% dari total biaya produksi [BPS, 2007]. Fluktuatifnya harga energi di pasar global menambah ketidakpastian dalam hal perencanaan biaya produksi dan ini menambah pentingnya untuk melakukan kegiatan efisiensi energi.

Efisiensi energi adalah suatu usaha untuk menggunakan lebih sedikit energi dalam menjalankan suatu proses dengan kinerja yang sama. Hal tersebut dapat dicapai dengan beberapa cara, antara lain dengan perilaku pemakaian yang efisien, perawatan yang baik, penggunaan peralatan yang hemat energi, dan pemanfaatan kembali energi yang terbuang. Besarnya penghematan yang dapat dilakukan sangat tergantung pada bentuk usaha yang dapat dilakukan. Selain penghematan dalam hal biaya energi, efisiensi energi juga dapat meningkatkan daya saing produk suatu industri. Sehingga Tujuan dari penelitian ini adalah penghematan dalam hal biaya energi, efisiensi energi untuk meningkatkan daya saing produk suatu industri

Kajian awal atau audit energi merupakan langkah pertama yang harus dilakukan untuk menentukan ketidakefisienan yang ada, untuk penyusunan target penghematan, dan penentuan potensi penghematan yang akan dapat dicapai. Setelah audit dilakukan, target yang rasional ditentukan baru kemudian dilanjutkan dengan penyusunan rencana aksi dan pengimplemen-tasiannya. kompleks dan sulit diselesaikan dengan metode-metode konvensional.

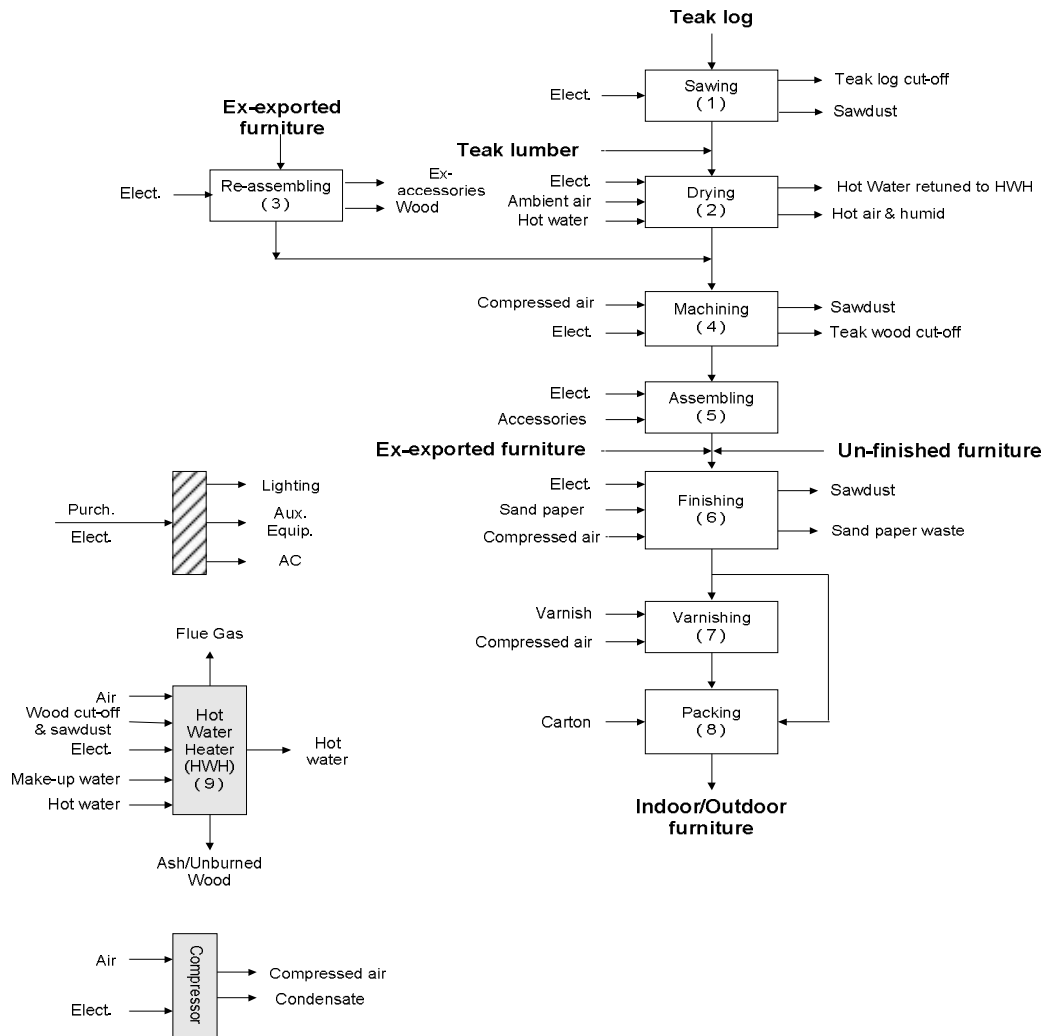
Dalam suatu industri *furniture*, jenis energi yang dominan yang digunakan untuk kegiatan produksi adalah energi listrik sebagai penggerak motor listrik yang digunakan untuk berbagai keperluan seperti mesin pemotong, mesin sekrup, mesin pengering, dan lain-lain. Selain energi listrik, industri ini juga menggunakan uap air/*steam* untuk proses pengeringan kayu. Dimana *steam* ini diperoleh melalui proses penguapan air dari suatu *steam boiler* berbahan bakar kayu sisa proses produksi.

Dengan adanya penggunaan listrik dan *steam* secara bersamaan, maka industri ini memiliki potensi untuk menggunakan sistem pembangkit kogenerasi yang merupakan sistem pembangkit yang terbukti paling efisien saat ini dengan efisiensi total dapat mencapai 85%, [Boyce,2002; Harlock, 1997].

### PROSES PEMBUATAN *FURNITURE*

Untuk mengetahui jenis dan kuantitas energi yang digunakan dalam suatu industri, maka langkah awal yang perlu dikaji adalah alur proses produksinya. Pada industri pembuatan *furniture* ini ada tiga jenis bahan baku yang digunakan yaitu kayu jati gelondongan, *ex-exported furniture*, dan *furniture* jati yang belum di *finishing*. Proses perlakuan yang diberikan kepada ketiga bahan baku ini sehingga menjadi produk jadi di berikan dalam bentuk diagram alir produksi seperti yang diperlihatkan pada gambar 1.

Pada gambar satu juga diperlihatkan *input* dan *output* untuk setiap langkah proses. Kemudian juga diperlihatkan sumber-sumber energi yang digunakan. Hal ini akan mempermudah dalam melakukan audit energi pada suatu industri.



Gambar 1 Diagram proses pembuatan furniture

### PASOKAN DAN KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK

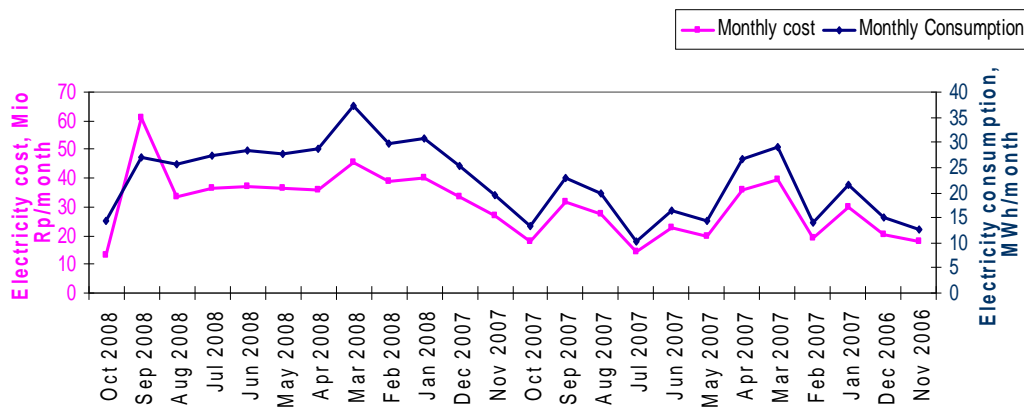
Pasokan energi listrik dengan kapasitas terpasang sebesar 105 kVA dialirkan dari jaringan listrik PLN. Daya listrik sebesar ini belum mencukupi untuk kondisi puncak produksi. Sehingga direncanakan untuk menambah daya lagi dari PLN atau dengan penggunaan sistem pembangkit milik sendiri.

Sebelum penambahan daya dilakukan terlebih dahulu harus dilihat pola pemakaian listrik. Ini dilakukan untuk menghindari over estimasi yang berakibat pada tingginya harga yang harus dibayar. Pola pemakaian listrik dan biaya per bulannya dari bulan Nop 2006 – Okt 2008 diberikan pada gambar 2. Terlihat bahwa tingkat konsumsi listrik per bulannya sangat fluktuatif. Ini mencerminkan belum konstannya kegiatan produksi yang dilakukan. Dan karakteristik pemakaiannya diberikan pada gambar 3. Rata-rata biaya yang dikeluarkan per kWh adalah Rp 1,369,-.

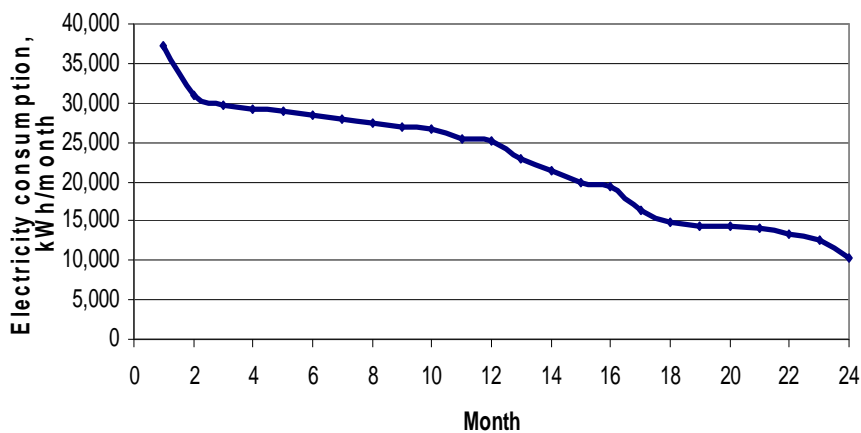
Bila di perhatikan gambar 2 dan 3 diatas terlihat bahwa pemakaian terbesar hanya terjadi dalam satu bulan yaitu sebesar 37,280 kWh pada bulan Maret 2008. Rentang pemakaian antara 25,000 – 30,000 kWh terjadi selama 10

bulan. Jadi dapat dikatakan bahwa dalam rentang ini pemakaian dalam kondisi optimal. Sehingga besar daya terpasang juga sebaiknya disesuaikan dengan kondisi pemakaian pada bulan-bulan tersebut.

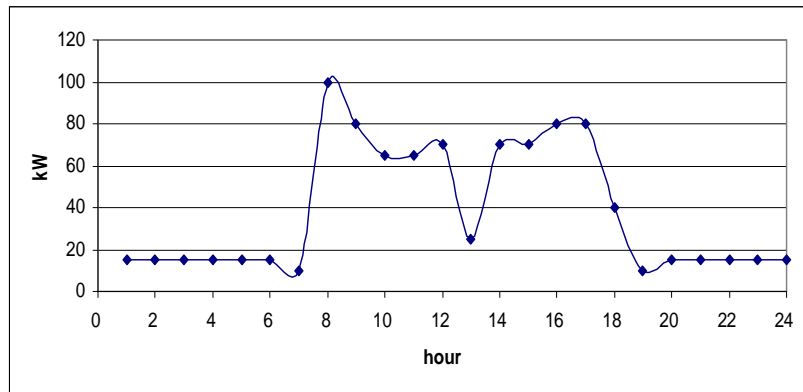
Untuk mengetahui karakteristik pemakaian listrik sebaiknya dilihat pada pola pemakaian per jam, seperti yang diperlihatkan pada gambar 4. Data ini diambil pada tanggal 18 – 19 September 2008 dan kondisi sedang dilakukan proses pengeringan kayu. Pola pemakaian untuk jam 07.00 – 17.00 merupakan data aktual yang diperoleh dari pencatatan langsung pada kWh meter yang ada. Sedangkan untuk pola pemakaian pada malam harinya dilakukan estimasi berdasarkan pencatatan kWh meter tanggal 18-09-2008 jam 17.00 dan tanggal 19-09-2008 jam 07.00. Beban puncak terjadi pada jam 07.00 – 08.00 dimana saat jam kerja dimulai dan mesin-mesin mulai dihidupkan. Besar pemakaiannya adalah 100 kWh. Nilai ini sangat dekat sekali dengan daya maksimum yang tersedia 105 kVA dan besar pemakaian listrik dibulan September tersebut adalah 26,840 kWh. Sehingga diperkirakan untuk kondisi produksi yang melebihi keadaan ini akan terjadi putusnya arus listrik karena pemakaian melebihi kapasitas terpasang dan penambahan daya listrik sangat diperlukan.



Gambar 2 Pemakaian dan biaya listrik per bulan

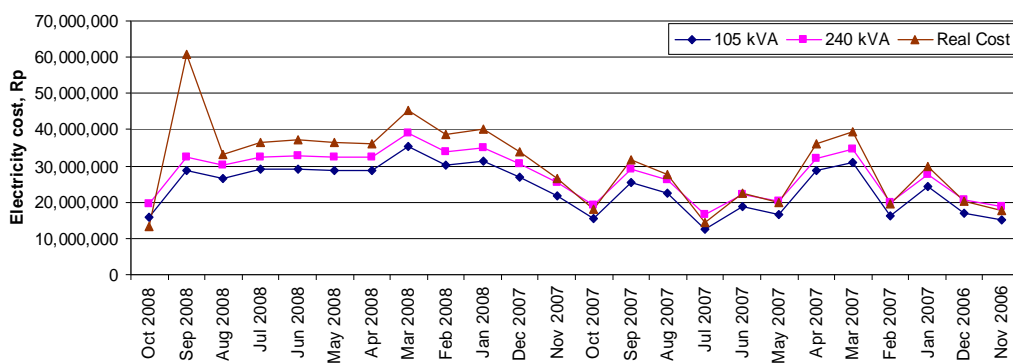


Gambar 3 Karakteristik pemakaian listrik bulanan



Gambar 4 Karakteristik pemakaian listrik per jam dalam 1 hari

Perbandingan perkiraan besarnya biaya listrik yang harus dibayar bila daya terpasang dinaikan menjadi 240 kVA diberikan dalam gambar 5. Sedangkan perkiraan biaya untuk kenaikan menjadi 197 kVA tidak ditampilkan karena kenaikan ini hanya menambah biaya beban dari Rp 3,412,500,- per bulannya menjadi Rp 6,402,500,- perbulannya. Untuk biaya pemakaiannya sama dengan daya terpasang 105 kVA karena struktur tarifnya sama (I2). Besar biaya penyambungan yang diperlukan untuk menambah daya listrik adalah sebesar Rp 350,- per VA-nya untuk golongan tarif I-2 dan Rp 250,- per VA-nya untuk golongan tarif I-3 (dapat diakses di [www.plnjateng.co.id](http://www.plnjateng.co.id)). Sehingga untuk menaikkan daya menjadi 197 atau 240 kVA diperkirakan diperlukan biaya sekitar Rp, 32,200,000,- atau Rp 33,750,000,- ditambah dengan biaya uang jaminan pelanggan dan biaya materai. Skema ini adalah estimasi untuk daerah distribusi Jateng & Jogjakarta untuk golongan tarif I-1 karena skema untuk gol tarif I-2 dan I-3 tidak tersedia.



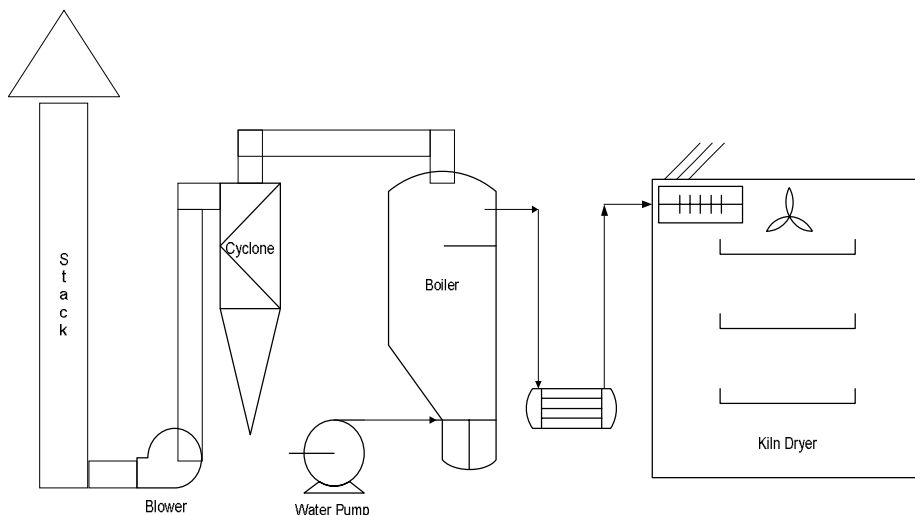
Gambar 5 Perbandingan biaya listrik per bulan bila dilakukan penambahan daya

Biaya pemakaian yang ditampilkan dalam gambar 5 ini tidak termasuk adanya biaya deinsentif, karena berapa deinsentif yang harus dibayar perbulannya bila biaya dinaikan menjadi 240 kVA tidak diketahui. Rata-rata kenaikan biaya yang harus dibayar perbulannya adalah sebesar Rp 3,634,743,-. Kenaikan ini terjadi karena adanya perbedaan struktur tarif untuk daya 105 kVA (I2) dan daya 240 (kVA). "Real cost" merupakan biaya listrik yang telah dibayarkan perbulannya.

Dalam pengamatan yang telah dilakukan terhadap rekening tagihan listrik tiap bulannya, ditemui adanya suatu kejanggalan yang sangat mencolok, yaitu besarnya konsumsi listrik pada waktu beban puncak (WBP) dibandingkan konsumsi di luar waktu beban puncak (LWBP). Padahal diketahui WBP hanya selama 5 jam (17.00 – 22.00) dalam 24 jam. Jadi ada terjadi kesalahan fatal dalam alat ukurnya (kWh meter). Selain itu power faktor,  $\text{Cos } \phi$  tiap bulannya juga cukup rendah sehingga hampir tiap bulan perusahaan harus membayar kelebihan pemakaian beban reaktif, padahal perusahaan telah menggunakan peralatan *capacitor bank* sebagai alat yang dapat mengurangi pemakaian beban reaktif dari jaringan listrik PLN dan indikator dari alat tersebut juga menunjukkan nilai  $\text{cos } \phi$  yang tinggi. Jadi juga telah terjadi kerusakan pada meteran kVArh sehingga mengakibatkan kerugian yang besar pada pelanggan. Besarnya nilai kerugian ini diperkirakan mencapai Rp 403,917,239,- selama dua tahun pemakaian ( periode Nopember 2006 – Oktober 2008).

### SISTEM PENGERING KAYU

Proses pengeringan kayu merupakan proses yang paling banyak mengkonsumsi energi pada proses pembuatan *furniture* ini. Sebagaimana yang dapat dilihat pada gambar 6, proses pengeringan kayu terjadi dalam sebuah ruang pengering (*kiln*) ini memerlukan energi listrik untuk menggerakkan fan untuk mendistribusikan dan menturbulensikan udara dalam kiln, pompa untuk mengalirkan air dari *boiler* ke ruang pengering, dan *blower* untuk mengeluarkan udara sisa pembakaran. Turbulensi udara ini akan mempercepat proses pengeringan. Selain energi listrik, proses pengeringan juga membutuhkan air panas sebagai media penghantar panas dari panas yang berasal dari proses pembakaran kayu sisa produksi dalam suatu *hot water heater* ke udara dalam ruang pengering.



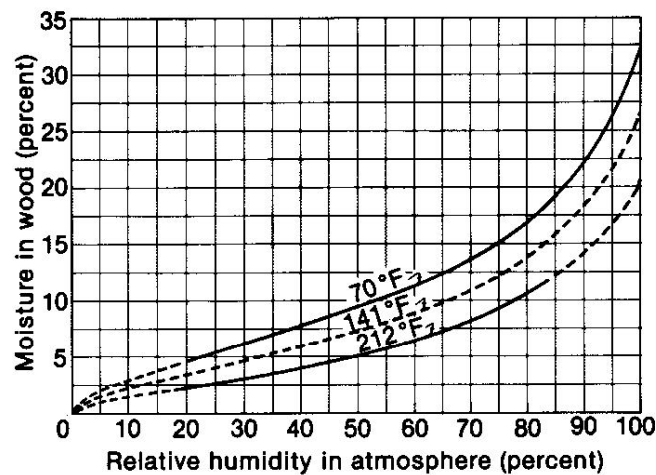
Gambar 6 Sketsa sistem pengeringan kayu

Proses ini memerlukan waktu sekitar satu bulan sampai kadar air dalam kayu (MC) yang diinginkan tercapai. Untuk waktu 1 bulan ini diperlukan  $12 \text{ m}^3$



kayu (19.63 MWh) sebagai bahan bakar untuk memanaskan air dalam HWH dan 10.8 MWh energi listrik untuk menggerakkan fan, *blower* dan pompa. Sehingga jumlah energi yang dibutuhkan untuk mengeringkan kayu tersebut selama satu bulan adalah sekitar 30.43 MWh. Apabila biaya pembelian kayu diabaikan, karena yang digunakan adalah kayu sisa yang sudah dianggap terbuang, maka hanya biaya listrik saja yang diperhitungkan. Rata-rata harga listrik yang dibayar per kWh-nya adalah Rp 1,300,- maka biaya yang dikeluarkan perbulannya adalah sebesar Rp 14,040,000,-.

Mengingat besarnya biaya yang perlu dikeluarkan untuk proses pengeringan ini maka perlu dilakukan suatu usaha penghematan, antara lain melalui pengurangan waktu yang diperlukan untuk pengeringan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan adalah, jumlah kayu yang dikeringkan, kandungan awal air kayu, kemampuan kayu untuk dikeringkan, jumlah dan kecepatan udara dalam kiln, temperatur ruang pengering, dan kelembaban udara [William, 2001]. Kelembaban udara sangat mempengaruhi tingkat kesetimbangan air dalam kayu dengan udara luar (equilibrium moisture content, EMC). Setelah kayu mencapai titik EMC-nya pada suatu temperatur ruang pengering tertentu, maka kayu tersebut tak dapat lagi dikeringkan kecuali dengan mengurangi kelembaban ruang pengering tersebut. Gambar 7 menunjukkan harga EMC untuk berbagai tingkat kelembaban pada temperatur 70°F (21.1°C), 141°F (60.5.1°C), 212°F (100°C). Sehingga penggunaan alat dehumidifier untuk mengurangi kelembaban udara patut dipertimbangkan. Hal ini akan dibahas lebih lanjut dalam bagian alternatif perbaikan sistem.



**Gambar 7** Hubungan antara EMC dari kayu dengan kelembaban relative udara pada tiga temperatur udara [William, 2001]

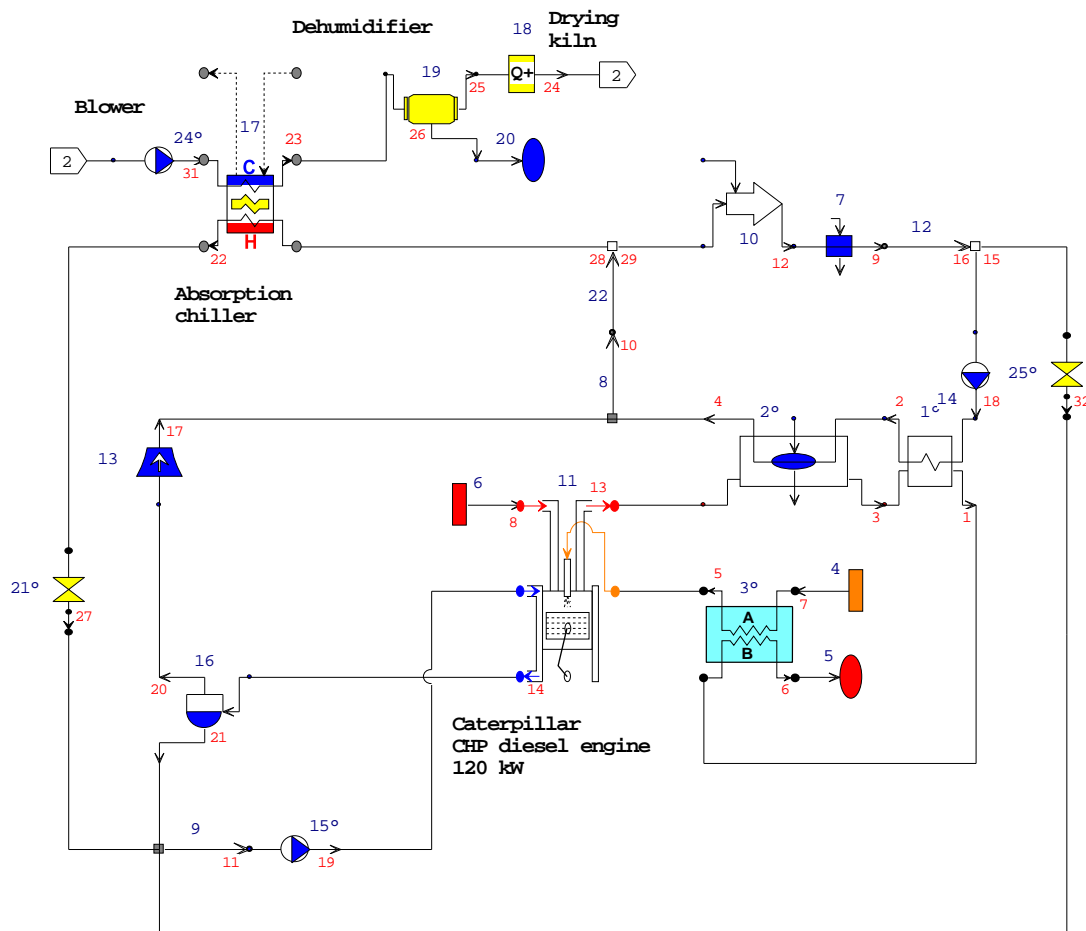
### ALTERNATIF PENINGKATAN EFISIENSI ENERGI

Peningkatan efisiensi energi secara signifikan dapat dilakukan dengan cara mengurangi waktu pengeringan. Perbaikan ini dapat dilakukan dengan mengurangi kadar udara sebelum masuk ke ruang pengering. Karena dalam sistem yang ada sekarang ini, apabila ruang pengering kelembabannya sudah tinggi maka pintu ventilasi udara akan terbuka. Dengan sistem ini yang terjadi adalah hanya perpidahan panas dari dalam ruang pengering ke udara luar yang

temperaturnya lebih rendah. Sedangkan masa udara dan uap air tidak akan mengalami perpindahan karena tidak ada perbedaan tekanan antara dalam ruang pengering dan udara luar. Jadi fenomena yang terjadi adalah hanya perpindahan panas tanpa diikuti oleh perpindahan massa udara maupun uap air.

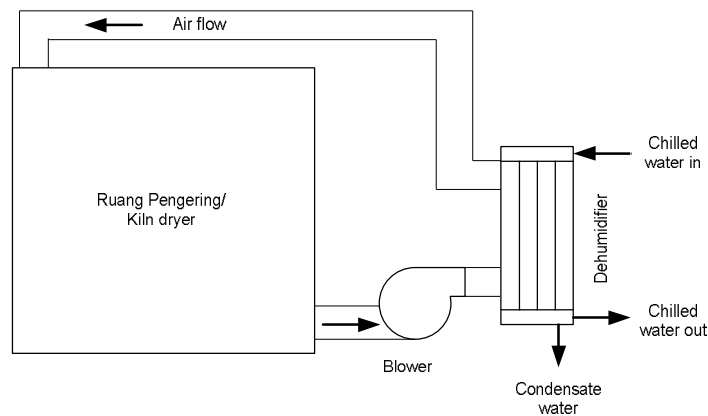
Karena ruang pengering mengalami proses pendinginan maka udara jenuh akan mengalami kondensasi atau proses mencairnya uap air yang ada dalam udara. Selanjutnya air ini akan turun ke lantai ruang pengering atau membasahi kayu yang akan dikeringkan. Setelah pintu ventilasi dibuka, maka akan terjadi kembali proses pemanasan ruang pengering. Dan air yang ada dalam ruang akan kembali menguap. Sehingga proses pengeringan kayu akan berjalan sangat lambat. Hipotesis ini bisa di validasi dengan cara meletakkan bahan yang mudah menyerap air pada saat pintu ventilasi baru saja di buka dan mengambilnya kembali setelah pintu ventilasi akan ditutup atau dengan mengukur kadar kelembaban udara yang keluar dari pintu ventilasi.

Untuk itu disarankan untuk melakukan proses dehumidifikasi terhadap udara yang akan disirkulasikan dalam ruang pengering. *Dehumidifier* ini bisa dihubungkan dengan sistem pendingin absorpsi yang energinya berasal dari uap air/air panas dari *boiler* atau sistem mesin diesel kogenerasi seperti yang diperlihatkan pada gambar 8.



Gambar 8 Skema sistem kogenerasi mesin diesel dengan sistem pendingin absorpsi

Dan skema sistem aliran udara dalam ruang pengering dengan *dehumidifier* diberikan pada gambar 9.



**Gambar 9** Sistem pengering dengan *dehumidifier*

Parameter prestasi dari beberapa motor gas/diesel kogenerasi yang tersedia di pasaran disajikan pada tabel 1. Ini adalah beberapa alternatif yang diperoleh melalui simulasi yang dilakukan menggunakan software Thermoplex dari Thermoflow, USA. Selain menggunakan motor gas/diesel kogenerasi, industri ini juga dapat menggunakan sistem pembangkit kogenerasi dengan gasifier seperti yang diperlihatkan pada gambar 10. Sistem ini juga didapat melalui proses simulasi dengan menggunakan perangkat lunak Thermoplex dari Thermoflow, USA.

## KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil audit ditemukan suatu kesalahan yang fatal akibat terbaliknya pemasangan alat pengukur pemakaian listrik pada waktu beban puncak dengan pemakaian waktu beban normal. Besar kerugian akibat hal ini diprediksikan mencapai Rp 403,917,239,- selama dua tahun pemakaian.
2. Biaya listrik rata-rata saat ini berkisar Rp 1,300,- per kWh. Harga ini cukup tinggi akibat pembacaan meteran listrik yang salah. Diharapkan harga ini akan turun ke level Rp 700,- s/d Rp 800,- per kWh apabila telah dilakukan penggantian meteran listrik.
3. Dengan mengetahui balans massa dan energi dari suatu mesin produksi, langkah pengoptimalan suatu mesin dapat dilakukan sehingga kinerja mesin dan operator dapat ditingkatkan.
4. Waktu pengeringan kayu dapat disingkat dengan mengoptimalkan temperatur air panas dari *boiler* dan penggunaan alat pengurang kelembaban udara.
5. Penggunaan sistem pembangkit kogenerasi dengan output energi listrik dan steam secara simultan merupakan suatu investasi yang sangat perlu dipertimbangkan untuk menjamin ketahanan pasokan listrik dan pengurangan komponen biaya energi.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Riset penulis dibiayai oleh ProLH, *Indonesian - German Environmental Programme*.

**Table 1** Parameter prestasi dari beberapa motor gas/diesel kogenerasi yang tersedia di pasaran

Engine Types	Output, kW		Fuel input, kW	Plant Auxiliary	Electrical Efficiency	Heat Efficiency	CHP Efficiency	
	Electricity	Heat						
With steam compressor	DE CAT 8CM32 3725 kW	3,149.0	3,309.0	8,584.0	575.90	36.68%	38.55%	75.23%
	GE CAT 3626E 3385 kW	2,752.9	4,835.0	9,181.0	632.10	29.98%	52.66%	82.65%
	GE CAT 3626E 3195 kW	2,601.5	4,547.0	8,734.0	593.50	29.79%	52.06%	81.85%
Unless steam compressor	DE CAT 8CM32 3725 kW	3,687.0	2,497.3	8,584.0	38.48	42.95%	29.09%	72.04%
	GE CAT 3626E 3385 kW	3,349.0	3,683.0	9,181.0	35.63	36.48%	40.12%	76.59%
	GE CAT 3626E 3195 kW	3,161.0	3,464.0	8,734.0	33.63	36.19%	39.66%	75.85%

**DAFTAR PUSTAKA**

Boyce, M.P., 2002, *Handbook for Cogeneration and Combined Cycle Power Plants*. New York: ASME Press. p. 567

BPS, 2007: *Jawa Tengah Dalam Angka 2006*. Semarang. Title translation: *Statistics of Jawa Tengah Province 2006*.

Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2007, *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia*, Jakarta. Tersedia online pada: <http://www.esdm.go.id/publikasi/buku.html>.

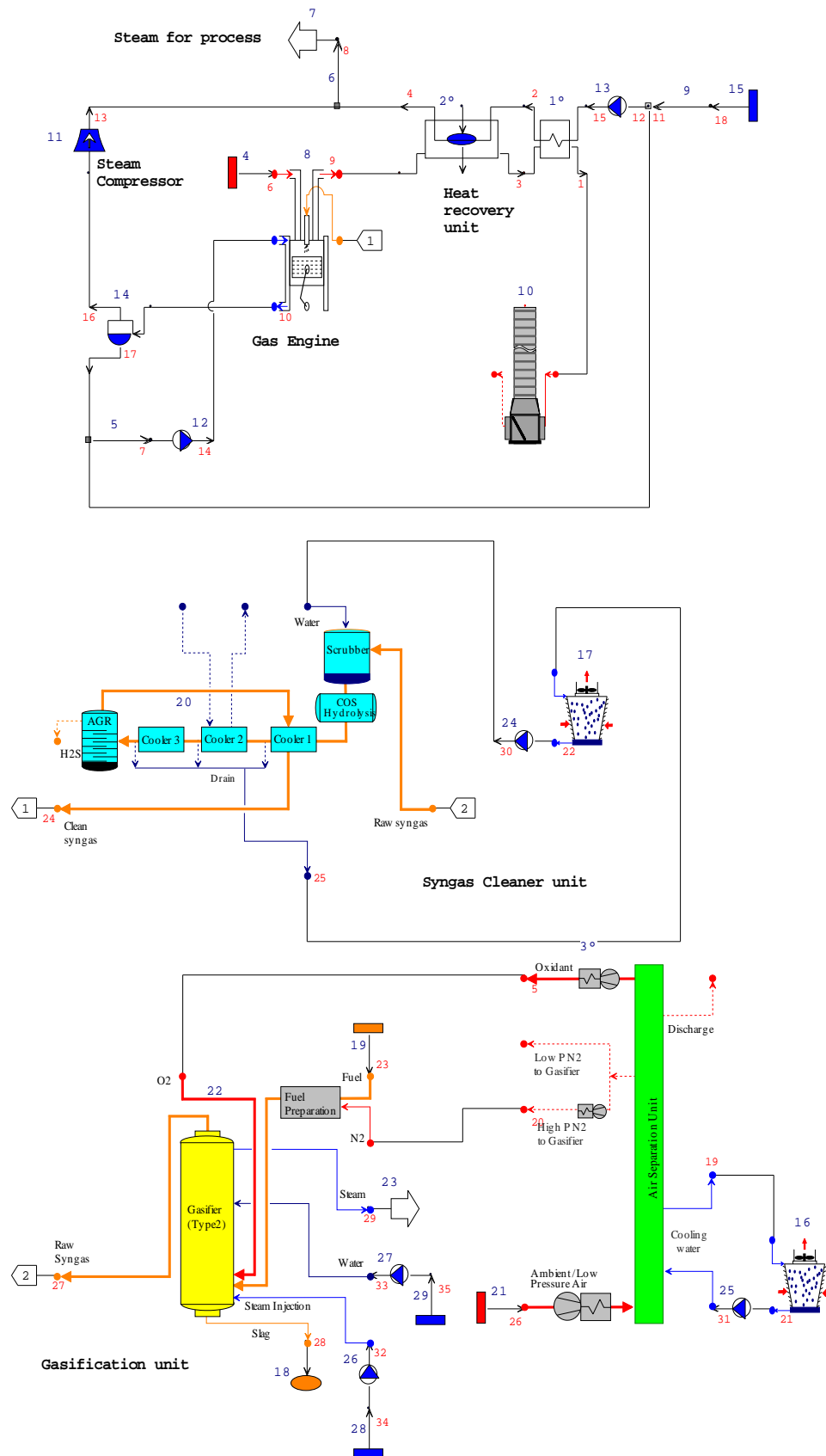
European Commission, 2001, *A Guide to Cogeneration*, 2<sup>nd</sup> Edition. The European Association for the Promotion of Cogeneration. Available online at <http://www.cogen.org/projects/educogen.html>

Horlock, J.H., 1997, *Cogeneration - Combined Heat and Power (CHP): Thermodynamics and Economics*. Florida: Krieger Publishing Co. p. 226.

Thermoflow, Inc. 2007, *Thermoflex v.18.0*, USA

Unescap, 2002, *Overview of cogeneration and Its Status in Asia*, available online at [www.unescap.org/esd/energy/publications/Co-gen.pdf](http://www.unescap.org/esd/energy/publications/Co-gen.pdf)

Willian T. Simpson, 2001, *Properties of Wood Related to Drying*, ch. 1, p. 8



Gambar 10 Sistem kogenerasi dengan gasifikasi.