PROSIDING

SEMINAR NASIONAL IPTEK INDUSTRI TERAPAN

(SIPTEKINT - 2007)

Editor :

Maludin
Maradu Sibarani
Mabe Siahaan
Jhonny

SIPTEKINT-2007 10 Mei 2007 ISBN : 978-979-16256-0-9

Diterbitkan Oleh :

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Mpu Tantular

Jl. Cipinang Besar No. 2 Jakarta Timur 13410.

ISBN : 978-979-16256-0-9

SUSUNAN PANITIA PENYELENGGARA
SEMINAR NASIONAL IPTEK INDUSTRI
TERAPAN (SIPTEKINT – 2007)

Pelindung : Rektor Universitas Mpu Tantular
Ir. M.T.D. Sianipar, MM.

Pengarah : DR. Ratlan Pardede (Ketua)
Budi Sinambela, BBA.
Drs. Ign. Djoko Irianto, M.Eng.
Ir. Djontar K. M, M.Kom.

Pen. Jawab : Dekan Fakultas Teknologi Industri
Ir. Adolf M. H. S., MM.

KOMITE MAKALAH

K E T U A : DR. Mabe Siahaan, M.Sc.

ANGGOTA : Prof. DR. Lukman Satibi, MSc., APU.
Drs. Sutisno, MSc., ME, APU.
DR. Usman Sudjadi, Dipl. Ing.
DR. M. Sayad, MSc.,
Ir. Houtman P. S. MSc.,Ph.D.,
DR. Paston Sidauruk, M.CE.,
Dra. Endang Sumartinah, MSc.,

PANITIA PELAKSANA

K E T U A : Ir. Maradu S., MSc.

SEKRETARIS : Ir. Maludin Sitanggang, MSc.

BENDAHARA : Ir. Retno I.K.W., MM.

Anggota : Fadly Meray, ST., MT.
Ir. Firman S.
Ir. Syarifuddin P., MM.,
Ir. Sima S., MM.
Drs. Elman P., M.Sc.
Ir. Mardiaman, MT.

SEKSI-SEKSI

Acara dan Persidangan : Ir. Tonny S., MSc.
Samsul Bahri, SPd.,
Ronika
David.

Makalah dan Publikasi : Ir. Jhonny S.
: Soneta
Jenny
Sri Haryanti, SH.

Konsumsi : Donna Siregar, SE.

Keamanan : Hongkop M., SH.

SEMINAR NASIONAL IPTEK INDUSTRI TERAPAN
(SIPTEKINT – 2007)

Diselenggarakan :
Pada Hari Kamis, 10 Mei 2007, di Kampus Ilmiah
Gedung A, Lantai V, VII, dan VIII
Universitas Mpu Tantular

Katalog Dalam Terbitan
Perpustakaan Nasional RI
Jl. Salemba Raya No. 28A
Jakarta Pusat
No. : 18 / ISBN / KDT / 2007
Prosiding Seminar Nasional Iptek Industri
Terapan (2007 : Jakarta)
Prosiding Siptekint – 2007

Editor :
Maludin, Maradu, Mabe, Jhonny
Jakarta : Fakultas Teknologi Industri UMT, 2007
600 halaman; A4 (21,0 x 29,7) cm
ISBN : 978-979-16256-0-9
Industri Terapan
I. Judul, II. Maludin, III. Maradu, IV. Mabe,
V. Jhonny

Alamat Editorial :
Jl. Cipinang Besar No. 2 Jakarta Timur 13410
TElp. (021) 8197386, 8562011, Fax. 8562010,
Website : http://www.mputantular.ac.id,
E-mail : info@mputantular.ac.ic.

Diterbitkan Oleh :
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS MPU TANTULAR
Jl. Cipinang Besar No. 2 Jakarta Timur 13410,-

 ISBN : 978-979-16256-0-9

KATA SAMBUTAN

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena Seminar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Industri Terapan 2007 dapat terlaksana. Dalam hal ini Fakultas Teknologi Industri dan Universitas Mpu Tantular dalam melaksanakan TRI DHARMA Perguruan Tinggi, mempunyai Pusat Penelitian Pengembangan dan Pengabdian Masyarakat (P4M), memanfaatkan dan mewadahi serta memfasilitasi pertemuan Ilmiah dalam bentuk Seminar Nasional. Seminar nasional ini diberi nama : "SEMINAR NASIONAL ILMU PENGETAHUAN DAN TEKNOLOGI INDUSTRI TERAPAN (SIPTEKINT)".

Seminar Nasional IPTEK Industri Terapan ini bertujuan untuk memfasilitasi forum pertukaran informasi dan pengalaman para praktisi, peneliti, dan perekayasa. Baik dari Akademisi, instansi pemerintah maupun swasta, untuk meningkatkan daya saing melalui pengembangan dan pengaplikasian ilmu, khususnya pada dunia industri terapan. Semua informasi tersebut telah di presentasikan melalui seminar, didokumentasikan dalam bentuk prosiding serta dipublikasikan kepada masyarakat ilmiah. Kiranya hasil seminar ini bermanfaat terhadap peningkatan mutu Ilmu dan Pengetahuan. Serta dapat bermanfaat terhadap kehidupan masyarakat Ilmiah dan masyarakat umum. Makalah - makalah yang terbit dalam prosiding SIPTEKINT 2007 ini adalah hasil seleksi dan revisi oleh team komite makalah serta di edit oleh team dari beberapa instansi yang sudah berpengalaman, sehingga layak untuk dipublikasikan.

Akhirnya kepada semua pihak yang membantu dalam penyelenggaraan SIPTEKINT 2007 ini, kami haturkan terimakasih. Secara khusus ucapan terimakasih kami tujukan kepada :

a. Bapak Rektor Universitas Mpu Tantular, Ir. MTD. Sianipar, MM, dan jajarannya yang banyak memberikan arahan dan legalitas Seminar Nasional ini.

b. Bapak Prof. K.P. T. Sinambela Kusumonagoro, yang memberikan fasilitas yang memuaskan, sehingga Seminar ini terlaksana dengan baik.

c. Bapak Prof. Dr. D.N. Adyana, MSc., APU., Ir. Ilham Hatta, MT, APU., Ir. Effendi Sirait, sebagai Keynote Speaker.

d. Bapak Prof. Dr. Lukman Satibi, MSc., APU., Ir. Sutisno, MSc., MSTS., APU., atas keterlibatannya sebagai team komite makalah.

e. Bapak/Ibu Peneliti, Perekayasa dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) Rumpin dan Bogor, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (PUSPIPTEK) Serpong, BPP Teknologi Kawasan Puspiptek Serpong,

f. Bapak/Ibu Dosen Peneliti dari Faultas Teknologi Industri Univ. Mpu Tantular (FTI UMT), Fak. Teknik Univ. Lampung, Fak. Teknik Univ. Sriwijaya Palembang,, FTI Univ. Jaya Baya, FTI Univ. Pancasila, Fakultas Teknik ITI Serpong, Fak. Teknik ITBU, Fak. Teknik Univ. Muhammadiah Surakarta, Fak. Teknik UKIP Makasar, Fak. Teknik Univ. Tama Jagakarsa, Fak. Teknik STTJ, Fak. Teknik Univ. Katolik Indonesia Atma Jaya, Fak. Teknik Univ. Bhayangkara, Fak. Teknik Univ. Sepuluh Nopember Surabaya, Dept. Teknik Elektro Fak. Teknik Univ. Indonesia, Fak. Teknik dan Sains Univ. Nasional, Fak. Teknik Univ. Persada Indonesia, Fak. Teknik STT PLN Jakarta, Akademi Pimpinan Perusahaan (APP) Jakarta dan yang belum kami sebutkan dalam kata sambutan ini.

g. Bapak/Ibu dari Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronika LIPI Bandung, Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna Subang, Puslit KIM LIPI Serpong, Litbang

 ISBN : 978-979-16256-0-9

Dept. Perhubungan NKRI, Departemen Perindustrian NKRI, Balai Metrologi DKI Jakarta, dan yang belum kami sebutkan dalam kata sambutan ini.

h. Saudara Mahasiswa/I dari berbagai perguruan Tinggi dan Karyawan/i dari Universitas Mpu Tantular yang banyak membantu keberhasilan SIPTEKINT 2007 ini.

Kiranya Tuhan Yang Maha Esa memberikan Rahmat HidayahNya, dan kami ucapkan selamat berkarya dan salam kami kepada institusi tempat Bapak/Ibu/Sdr./I bekerja, sampai bertemu pada Seminar Nasional IPTEK Industri Terapan SIPTEKINT yang akan datang.

Jakarta, 10 Mei 2007
Penanggung Jawab SIPTEKINT - 2007
Dekan Fakultas Teknologi Industri
Universitas Mpu Tantular

(Ir. Adolf M.H.S., MM.)

 ISBN : 978-979-16256-0-9

DAFTAR ISI

Susunan Panitia Penyelenggara i
Kata Sambutan ii
Susunan Acara iv

I. Registrasi dan Kata Sambutan iv
II. Pembicara Utama / Pembicara Kunci iv
III. Persentase Seminar Paralel iv

A. Ruang Hiboraja Lantai VIII iv

B. Ruang Tiopan Lantai VII v

C. Ruang 604 lantai VI v
IV. POSTER vi
V. Penutupan vi
DAFTAR ISI vii

TOPIK I : TEKNIK INDUSTRI

NO.	PENULIS DAN INSTANSI	JUDUL	HALAMAN
1.	LUTFAH ARIANA ELVI PUSAT LITBANG IPTEK – LIPI	A STUDI KUALITAS TATA LETAK RUANG PRODUKSI USAHA KECIL MENENGAH (UKM)	1-10
2.	H. HASAN BASRI TEKNIK MESIN UNSRI.	STUDI PEMILIHAN KOGENERASI UNTUK KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK DAN AIR PANAS (STUDI KASUS HOTEL)	11-16
3.	SRI RAHAYU KONV. ENERGI DIRGANTARA LPN	INVENTARISASI DATA POTENSI ENERGI ANGIN DALAM MENUNJANG PEMENUHAN KEBUTUHAN ENERGI DI INDONESIA	17-24
4.	Y A N T O TI, FTI UNIKA ATMA JAYA	MISMATCH BETWEEN WORKING FURNITURES AND WORKER'S ANTHROPOMETRIC DIMENSIONS (A CASE STUDY IN PACKING DEPARTMENT OF COMPANY X)	24-35
5.	JOSEP BINSAR M. M. DOSEN UMT	KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA PADA BANGUNAN	36-40
6.	DIAN PRIHADYANTI IPTEK LIPI.	EVALUASI *PREVENTIVE MAINTENANCE* DI PERUSAHAAN MANUFAKTUR: STUDI KASUS DI PT TIRTAMAS MEGAH TEMANGGUNG	41-48
7.	Y A N T O JUR. TI UNIKA ATMA JAYA	A DEVELOPED PROCEDURE TO DESIGN ANTROPOMETRIC DEVICES FOR TRADITIONAL ANTROPOMETRY SURVEY	49-54
8.	TRI RADIYATI BALAI BESAR PPTG, SUBANG	PENENTUAN UMUR SIMPAN MINUMAN INSTANT BERBAHAN BAKU KUNYIT	55-60

 ISBN : 978-979-16256-0-9

9.	MUCH. DJUNAIDI TEKNIK INDUSTRI UNIV. MUHAMMADIYAH SURAKARTA,	SISTEM PENGUKURAN KINERJA PERUSAHAAN MENGGUNAKAN KONSEP BSC GENERASI KEDUA (STUDI KASUS DI CV. KARYA BARU, KLATEN)	61-69
10.	SYARIFUDDIN PANDIANGAN DOSEN APP DAN UMT	PERSEPSI KONSUMEN TERHADAP PAKAIAN JADI DARI TEKSTIL PRODUKSI DALAM NEGERI (STUDI KASUS DAERAH JABODETABEK)	70-76
11.	ARYA PRADANA NUTRIANTO M. KURNIADI RASYID JURUSAN INDUSTRI FT I ITI	ANALISA JEMBATAN KRAN *SINGLE GIRDER* DENGAN MENGGUNAKAN METODE NUMERIK	77-80

TOPIK II : TEKNIK MESIN

12.	BAMBANG HERLAMBANG, DJUHANA, KIM LIPI	PENGUKURAN AKURASI SUMBU X MESIN C0-ORDINATE MAEASYRUBG (CMM) MENGGUNAKAN LASER INTERFEROMETER	81-89
13.	B A R L I N TEKNIK MESIN UNSRI	EFEK PENAMBAHAN ETANOL DALAM CAMPURAN BAHAN BAKAR TERHADAP PERFORMANSI MESIN BENSIN	90-199
14.	AGUS BAYU UTAMA KONVERSI ENERGI LAPAN	PEMAMFAATAN SISTEM KONVERSI ENERGI ANGIN (SKEA) UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK DAN PEMOMPAAN AIR	101-105
15.	BERTINUS SIMANIHURUK DOSEN UNIV. TAMA JAGAKARSA	METODE PELAKSANAAN TANGGA PRECAST PADA BANGUNAN TINGGI	106-115
16.	H. HASAN BASRI[1], BARLIN[2] 1. TEKNIK MESIN UNSRI	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU BERBAHAN BAKAR BRIKET BATUBARA DENGAN KAPASITAS 1 KG	116-124
17.	DJUHANA, BAMBANG HERLAMBANG KIM LIPI	PENGUKURAN KONSUMSI BAHAN BAKAR SUATU MOTOR BAKAR BERKAPASITAS DAYA KECIL	125-128
18.	DWI PURWANTO BPPT SERPONG	PEMERIKSAAN SAMBUNGAN LAS THERMIT REL R-54 MENGGUNAKAN METODA IMPULS ECHO	129-135
19.	E D I W A N STRUKTUR ROKET LAPAN	PERANCANGAN NOSEL DAN CAP ROKET MENGGUNAKAN BAHAN S45C	136-143
20.	ELVIS A. SUMARAW TERAPAN LAPAN	ANALISA KEGAGALAN PADA *PLUNGER* MESIN PRES BAHAN BAJA PADUAN Si-Mn	144-154
21.	DJUHANA, BAMBANG HERLAMBANG * PUSLIT KIM LIPI	PENGUKURAN KECEPATAN PENDINGINAN SUATU PROTOTIPE KALORIMETER BAHAN BAKAR MENGGUNAKAN FIBER GLASS SEBAGAI MATERIAL ISOLATOR PANAS	155-159
22.	MALUDIN SITANGGANG UNIT UJI AERODINAMIKA LAPAN	KALIBRASI ULANG WIND TUNNEL SUPERSONIK LAPAN	160-164
23.	JOSEP BINSAR M.T. MANURUNG DOSEN U M T	REKAYASA PEMEGANG PROBE ULTRASONIK UJI KETEBALAN	165-168

Seminar Nasional IPTEK Industri Terapan SIPTEKINT-2007: *116 - 124*

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN TUNGKU BERBAHAN BAKAR BRIKET BATUBARA DENGAN KAPASITAS 1 KG

Oleh :

H. Hasan Basri[1], Barlin[2]

[1.] Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
[2.] Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Prabumulih Km 32 Indralaya, Ogan Ilir Sumatera Selatan - 30662
HP.081532727011, Tlp.(0711)7326073, Email : barlin_oemar@yahoo.com

RINGKASAN

Proses yang telah dilakukan dalam perancangan akhir ini termasuk desain, pembuatan dan pengujian untuk mendapatkan effisiensi tungku. Dari desain dihasilkan dimensi tungku yaitu : tinggi, diameter dan tebal ruang bakar yaitu 175 mm, 170 mm dan 20 mm. Tinggi, diameter dan tebal lubang udara pembakaran yaitu 35 mm, 200 mm dan 20 mm.Diameter, tinggi dan tebal tungku yaitu 250 mm, 240 mm dan 20 mm.Panjang dan diameter lubang udara primer yaitu 50 x 35 mm dan 18 mm. Panjang dan diameter lubang udara sekunder yaitu 50 x 30 mm dan 20 mm. Biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan tungku ini hanya Rp. 43.100. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan effisiensi sebesar 31,32.

Kata Kunci : Briket batubara, tungku, effisiensi, biaya

ABSTRACT

Process that has been done in this exsperiment included designing, making and testing to find stove efficiency. From designing result obtained dimentions of stove, thus : combustion chamber which high 175 mm and diameter is 170 with 20 mm thickness. Air chamber which high from bottom of combustion chambers is 35 mm and diameter is 200 mm with 20 mm thickness. All of high from outside wall stove is 250 mm and diameter is 240 mm with 20 mm thickness. Long of a Rectangle primary air hole is 50 mm which high is 35 mm,and diameter from 4 pieces of circle primary air holes are 18 mm. Long from one piece of rectangle secondary air hole is 50 mm which high is 30 mm and high from other 2 pieces of rectangle secondary air holes are 25 mm which high are 20 mm. Up-down system is used in this stove to up-down briquette floor.Cost spend in making stove is Rp. 43.100. The result test that has been done obtained stove efficiency is 31,32 .

Keywords : Coal briquette, stove, efficiency, cost

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan terjadinya krisis energi bahan bakar minyak di dunia yang berdampak pada tingginya harga jual bahan bakar minyak termasuk minyak tanah di Indonesia. Minyak tanah yang selama ini disubsidi menjadi beban yang sangat berat bagi Pemerintah Indonesia karena nilai subsidinya meningkat pesat akibat pemakaian yang lebih kurang 10 juta kilo liter pertahun (Iptek Indonesia, 2005). Kebijakan pemerintah untuk mengurangi subsidi harga minyak tanah dicoba diantisipasi dengan mencari bahan bakar alternatif yang murah dan mudah didapat. Banyak tersedianya kompor/tungku briket batubara untuk keperluan rumah tangga yang telah dijual dipasaran saat ini, bisa memberikan alternatif pilihan kepada masyarakat. Namun untuk tungku yang diproduksi oleh industri kecil dan rumah tangga saat ini memiliki kekurangan dari segi efisiensi tungku/kompornya, dikarenakan dalam pembuatannya tidak diteliti dan dihitung secara matematis terlebih dahulu

parameter-parameter yang penting untuk membuat tungku/kompor yang baik, hanya berdasarkan pengalaman sehari-hari (Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara,2005). Untuk itulah penulis mencoba merancang dan membuat tungku yang memiliki efisiensi tungku lebih tinggi dari yang dijual dipasaran untuk pemakaian rumah tangga dengan harga yang terjangkau oleh masyarakat golongan menegah kebawah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Batubara Sebagai Sumber Energi Utama

Batubara, sebagai bahan bakar yang kaya zat karbon, merupakan komponen yang sangat penting sebagai *energi mix* di banyak negara. Amerika Serikat, sebagai contoh, menggunakan batubara lebih dari 52% untuk menghasilkan tenaga listriknya, dan menjadikan batubara sebagai bahan bakar utama bagi industri besar yang menggunakan panas tinggi dalam jumlah banyak (*heat-intesive industries*) seperti industri peleburan baja, semen, dan lain-lain. Indonesia sendiri, yang memiliki cadangan batubara cukup besar (lebih dari 57,8 miliar ton), hanya memanfaatkan batubara sekitar 40% (setara 28 juta ton pertahun) untuk keperluan pembangkit listrik. Sebagai bahan bakar primer, persentase penggunaan batubara lebih kecil lagi, yakni sekitar 32 juta ton pertahun, atau 15% dari total *energi mix* nasional.

Sebagai sumber energi, batubara dapat direkayasa dalam berbagai bentuk atau penggunaan. Ia dapat diubah menjadi cair melalui pencairan (*liquefaction*), gas melalui gasifikasi, atau sesuai dengan aslinya (padat). Salah satu dari sekian banyak komersialisasi batubara yang menggunakan teknologi sederhana adalah pengemasan batubara, atau lebih dikenal dengan sebutan briket batubara (Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara,2005)

2.2. Tungku

Penggunaan Briket Batubara harus dibarengi serta disiapkan Kompor atau Tungku, jenis dan ukuran Kompor harus disesuaikan dengan kebutuhan. Pada prinsipnya Kompor/Tungku terdiri atas 2 jenis :

1. Tungku/Kompor portabel, jenis ini pada umumnya memuat briket antara 1 s/d 8 kg serta dapat dipindah-pindahkan. Jenis ini digunakan untuk keperluan rumah tangga atau rumah makan.
2. Tungku/Kompor Permanen, biasanya memuat lebih dari 8 kg briket dibuat secara permanen. Jenis ini dipergunakan untuk industri kecil/menengah.

Persyaratan Kompor/tungku harus memiliki (Iptek Indonesia, 2005) :

1. Ada ruang bakar untuk briket.
2. Adanya aliran udara (oksigen) dari lubang bawah menuju lubang atas dengan melewati raung bakar briket yang terdiri dari aliran udara primer dan sekunder.
3. Ada ruang untuk menampung abu briket yang terleak di bawah ruang bakar briket.

2.3. Teori Pembakaran

Untuk terjadinya proses pembakaran yang baik diperlukan 5 syarat yaitu pencampuran bahan bakar yang baik, suplai udara yang cukup, suhu yang cukup untuk memulai pembakaran, waktu yang cukup untuk memulai pembakaran, sehingga tiap bagian bahan bakar mendapat suplai udara yang cukup untuk dapat membakar, dan kerapatan yang cukup untuk merambatkan nyala api (Wulan, 2005)

Untuk menentukan nilai pembakaran ini ada dua cara yaitu :

1. Secara eksperimental, yaitu dengan menggunakan kalorimeter atau termometer, serta termokopel digital
2. Secara teoritis dengan menggunakan komposisi kimia atau yang dikenal dengan formula Dulong.

$$Q_{LHV} = 33950C + 122600\left(H - \frac{O}{8}\right) + 9400S - 2400\left(W + 9\frac{O}{8}\right) \quad (1)$$

2.4. Kebutuhan Udara Pembakaran

Untuk kebutuhan udara dalam proses pembakaran, dapat kita perhitungkan dengan pendekatan secara teoritis dengan menggunakan rumus :

$$U_{og} = \frac{(2{,}67C + 8H - O/8 + S)kgO_2 \,/\, kgbahanbakar}{0{,}23\,kgO_2 \,/\, kgudara} \quad (2)$$

Untuk memperkirakan jumlah udara yang sesungguhnya dibutuhkan oleh bahan bakar tersebut, dapat dilakukan pendekatan dengan menggunakan rumus :

$$G_{ov} = U_{og} + 5{,}6\,(H + \frac{O}{8}) + 1{,}24\,H_2O + 0{,}8\,N \quad (3)$$

2.5. Difusi Gas

Laju difusi diberikan oleh hukum Frick tentang difusi, yang menyatakan bahwa laju aliran massa dari suatu konstituen persatuan luas berbanding lurus dengan gradien suhu.

$$\frac{\dot{m}}{A} = D\frac{\rho}{\partial x} \quad (4)$$

Untuk koefisien difusi gas, Gilliland memberikan persamaan semi empiris sebagai berikut :

$$D = 435{,}7\frac{T^{3/2}}{P\left(V_A^{1/3} + V_B^{1/3}\right)^2}\sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \quad (5)$$

2.6. Efisiensi Tungku

Efisiensi tungku adalah persentase panas yang dibutuhkan untuk melakukan kerja dibandingkan total panas yang dibangkitkan dari pembakaran bahan bakar.

$$\eta_{tungku} = \frac{Q_{kerja}}{Q_{total}} \times 100\% \quad (6)$$

3. PERUMUSAN MASALAH

Tungku merupakan wadah yang diperlukan untuk menggunakan briket batubara, yang dalam perkembangannya terdapat berbagai macam jenis dan ukuran serta harga yang bervariasi. Namun tungku-tungku briket untuk keperluan rumah tangga yang dijual dipasaran untuk kisaran harga dibawah Rp. 70.000, masih memiliki nilai efisiensi tungku yang rendah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara,2005). Hal ini dikarenakan dalam pembuatannya, para pengerajin hanya berpatokan pada pengalaman sehari-hari tanpa memperhitungkannya secara matematis.

4. PERHITUNGAN DAN ANALISIS DATA

Ada beberapa hal utama yang menjadi dasar awal dalam perancangan tungku ini, antara lain :

1. Tungku ini dirancang untuk penggunaan pada rumah tangga dan harga jual bisa dijangkau oleh masyarakat golongan menengah kebawah.
2. Kapasitas dari tungku ini adalah 1 kg dengan bahan bakar briket batubara.
3. Tipe briket batubara yang akan digunakan pada tungku ini adalah briket batubara tipe super yang dibuat oleh PBUTE dengan dimensi 50×50×40 mm yang berbentuk elips. (2.4

4.1. Volume Briket Tipe Super

$$V_1 = \pi(1/2 \times 50)(1/2 \times 50)(1/2 \times 40)\ (mm^3)$$

$$V_1 = 39269{,}908\ mm^3 \approx 0{,}0000393\ (m^3)$$

Massa 1 buah briket tipe super ini adalah 50 g, maka untuk massa 1 kg, jumlah briket briket tipe super ini adalah 20 buah. Jadi bisa kita dapatkan volume untuk 1 kg briket :

$$V_{20} = 20 \times V_1$$

$$V_{20} = 20 \times 39269{,}908\ (mm^3)$$

$$V_{20} = 785398{,}16\ (mm^3) \approx 0{,}000785\ (m^3)$$

4.2. Kebutuhan Udara Pembakaran (2.11)

Komposisi kimia utama yang terkandung dalam briket batu bara tipe super (PBUTE, PT Tambang Batubara Bukit Asam) :

Tabel 1 : Komposisi kimia Briket Batubara Tipe Super

Unsur	Persentase Berat Unsur
Karbon (C)	65,5
Hidrogen (H)	3,8
Oksigen (O)	12,05
Nitrogen (N)	1,1
Sulfur (S)	0,49

Maka kebutuhan udara teoritis untuk pembakaran 1 kg briket batubara tipe super ini adalah :

$$U_{og} = \frac{(2{,}67C + 8H - O/8 + S)kgO_2 \ / \ kgbahanbakar}{0{,}231kgO_2 \ / \ kgudara}$$

$$U_{og} = \frac{(2{,}67\,0{,}655) + (8\,0{,}038) - (0{,}1205 \ / \ 8) + 0{,}0049)kgO_2 \ / \ bahanbakar}{0{,}231kgO_2 \ / \ kgUdara}$$

= 8,84 (kg udara/kg bahan bakar)

Adapun kebutuhan udara sesungguhnya adalah :

$$G_{ov} = U_{og} + 5{,}6\,(H + \frac{O}{8}) + 1{,}24\,H_2O + 0{,}8\,N$$

$$G_{ov} = (8{,}84 \text{ kg}) + 5{,}6\,(0{,}038 + \frac{0{,}1205}{8}) + 1{,}24\,(0{,}05) + 0{,}8\,(0{,}011)$$

= 9,21 (kg udara/kg bahan bakar)

4.3. Perancangan Ruang Bakar

Pertama-tama perlu mengetahui densitas udara dengan mengasumsikan suhu udara sekitar 30 °C, tekanan 1 atm≈ 101325 Pa, maka :

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (7)$$

$$\rho = \frac{101325}{(0.287 \times 10^3) \times 303} \quad (\text{kg/m}^3)$$

$$\rho = 1{,}165 \quad (\text{kg/m}^3)$$

Volume udaranya adalah :

$$V_{u1} = \frac{m}{\rho} \quad (\text{m}^3) \quad (8)$$

$$V_{u1} = \frac{9{,}21}{1{,}165} \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{u1} = 7{,}906 \ (\text{m}^3)$$

Maka volume udara pembakaran yang diperlukan setiap detiknya adalah :

$$V_{u1} / t_{nyala} = \frac{7{,}906}{10800} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

$$= 7{,}32 \times 10^{-4} \ (\text{m}^3/\text{s})$$

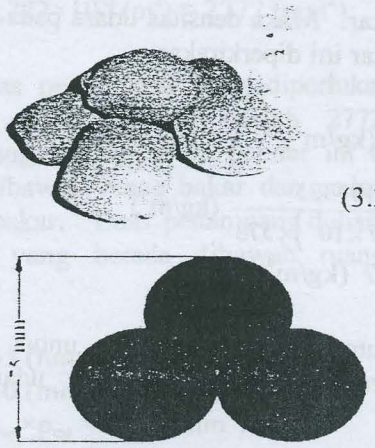
volume ruang bakarnya adalah :

$$V_{ruangbakar} = V_u + V_{20} \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{ruangbakar} = (7{,}32 \times 10^{-4}) + (7{,}85 \times 10^{-4}) \quad (\text{m}^3)$$

$$V_{ruangbakar} = 15{,}17 \times 10^{-4} \ (\text{m}^3) \approx 1517000 \ (\text{mm}^3) \quad (3.1)$$

Dirancangan briket akan disusun sebagai berikut :



(3.2)

Gambar 1 : Pola Penyusunan Batubara

$$h_{10} = 75 \ (\text{mm})$$

$$h_{20} = 150 \ (\text{mm})$$

$$h_{ruangbakar} = h_{20} + 1/2h_1 \ (\text{mm})$$

$$h_{ruangbakar} = 150 + (1/2 \times 50) \ (\text{mm}) \quad (3.3)$$

$$h_{ruangbakar} = 175 \ (\text{mm})$$

Ruang bakar dirancang berbentuk silinder dengan volume dan tingginya yang telah diketahui diatas, maka dimeter dari ruang bakar tersebut adalah :

$$V_{ruangbakar} = \pi (r_{ruangbakar})^2 h_{ruangbakar} \quad (3.4)$$

$$r_{ruangbakar} = \sqrt{\frac{1517000}{\pi \times 175}} \quad (\text{mm})$$

$$r_{ruangbakar} = 52{,}5 \quad (\text{mm})$$

$$D_{ruangbakar} = 2 \times 52{,}5 = 105 \ (\text{mm})$$

Dari diameter ruang bakar ini perlu ditambahkan 25 mm untuk toleransi dalam penyusunan briket mengingat tidak semua briket memiliki dimensi yang standar. Maka diameter ruang bakar ini setelah ditambahkan toleransi menjadi 130 mm. Maka diameter luar dari ruang bakar ini (D_o) = 170 mm.

4.5. Perancangan Ruang Udara

Ruang udara ini berfungsi sebagai isolator panas karena nilai konduktifitas termalnya yang rendah dan juga untuk mengurangi jumlah pemakaian material pada dinding tungku. Selain itu, ruang udara ini dapat juga difungsikan sebagai *pre-heater* (pemanasan awal) udara sebelum memasuki ruang bakar. Maka densitas udara pada ruang ruang bakar ini diperkirakan :

$$\rho = \frac{P}{RT} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho = \frac{101325}{(0{,}287 \times 10^3) \times 373} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$\rho = 0{,}947 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Jadi volume yang dibutuhkan untuk udara pembakaran pada bagian ruang udara ini adalah :

$$V_u = \frac{m}{\rho}$$

$$V_u = \frac{9{,}21}{0{,}947} \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_u = 9{,}725 \text{ (m}^3\text{)}$$

Untuk waktu nyala efektif dari briket ini diperkirakan selama 3 jam pemakaian, maka volume udara yang dibutuhkan untuk ruang udara setiap detiknya adalah

$$V_{u1} / t_{nyala} = \frac{9{,}725}{10800} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$= 9 \times 10^{-4} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Jadi volume udara yang dibutuhkan dalam ruang udara (V_{ru}) ini sebesar 9×10^{-4} $m^3 \approx$ 900000 mm^3.

Secara geometri ruang udara ini akan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu disekeliling bagian luar dinding ruang bakar dan bagian bawah ruang bakar. Tebal ruang udara di sekeliling ruang bakar ini dirancang 15 mm, maka volume ruang udara pada bagian ini adalah :

$$V_{ru1} = \pi (r)^2 h_{ruangbakar}$$

$$V_{ru1} = \pi \times (15)^2 \times 175 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$V_{ru1} = 123700{,}21 \text{ (mm}^3\text{)}$$

Maka volume yang dibutuhkan untuk ruang udara pada bagian bawah dari ruang bakar adalah :

$$V_{ru2} = V_{ru} - V_{ru1} \quad (3.12)$$

$$V_{ru2} = 900000 - 123700{,}21 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$V_{ru2} = 776299{,}79 \text{ (mm}^3\text{)}$$

Dari perhitungan untuk dinding ruang bakar didapat :

D_o = 170 (mm) (3.9)

D_{ru} = 30 + 170 (mm) = 200 (mm)

r_{ru} = 100 (mm)

Maka :

$$h_{ru2} = \frac{V_{ru2}}{\pi (r_{ru})^2} \quad (3.13)$$

$$h_{ru2} = \frac{776299{,}79}{\pi \times (100)^2} \text{ (mm)} \quad (3.10)$$

$$h_{ru2} = 24{,}71 \text{ (mm)} \approx 25 \text{ (mm)}$$

Dari perhitungan diatas didapat tinggi ruang udara dari bagian bawah ruang bakar (h_{ru2}) = 25 mm. Namun tinggi ini ditambahkan toleransi 10 mm, karena pada bagian bawah ini akan ditambahkan tempat dudukan ruang bakar dan sistem *up-down* untuk mekanisme naik-turun dudukan briket dalam ruang bakar. Maka tingginya (h_{ru}) menjadi = 35 mm.

4.6. Dinding Tungku Bagian Luar

Untuk dinding tungku bagian luar dirancang dari bahan coran semen dan pasir yang diperkuat lagi dengan pelat seng pada bagian paling luarnya sehingga akan lebih memperkokoh konstruksi dindingnya. Dirancang tebal dinding luar ini 20 mm. Untuk dudukan bawah tungku dirancang memiliki ketebalan 20 mm, agar kuat untuk menopang beban dari tungku tersebut. Untuk bagian penutup atas tungku ketebalannya direncanakan 20 mm, dengan dimensi (3.11)

Pada bagian pengarah api yang selain berfungsi untuk lebih memfokuskan api yang naik kepermukaan juga bisa untuk menekan

emisi gas yang dihasilkan dari pembakaran briket batubara. Pengarah api ini terdiri atas satu lubang besar yang terletak ditengah-tengah dan berdiameter 50 mm, serta 8 buah lubang kecil yang terletak disekeliling lubang besar. Dimensi dari pengarah api ini adalah sebagai berikut :

$h_{pengarah\ api}$ = 20 (mm)
$D_{pengarah\ api}$ = 150 (mm)
$D_{lubang\ besar}$ = 50 (mm)
$D_{lubang\ kecil}$ = 20 (mm) yang berjumlah 8 buah.

4.7. Lubang Udara Primer

Untuk densitas udara pada tempetatur 700 °C adalah :

$$\rho = \frac{101325}{\left(0{,}287\times10^{3}\right)\times973}\ (\text{kg/m}^3)$$

$$\rho = 0{,}363\ (\text{kg/m}^3)$$

Laju aliran massa udara dari ruang bakar ke udara sekitar adalah :

$$\frac{\dot{m}}{A_A} = D\frac{\rho}{\partial x} \quad (3.14)$$

Dimana :

A_A = Luas penampang pengarah api

$$= \left(\pi\times r_1^{\,2}\right)+\left(8\times\pi\times r_2^{\,2}\right)\ (\text{mm}^2)$$

$$= \left(\pi\times25^2\right)+\left(8\times\pi\times10^2\right)\ (\text{mm}^2)$$

$$= 4{,}477\times10^{-3}\ (\text{m}^2)$$

D = Koefisien difusi (m^2/s)

$$= 435{,}7\times\frac{T^{3/2}}{P\left(V_A^{1/3}+V_B^{1/3}\right)^2}\times\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}}$$

Untuk nilai $V_A = V_B$ dan $M_A = M_B$, maka persamaannya menjadi :

$$\frac{\dot{m}}{4{,}477\times10^{-3}} = \left(4{,}47\times10^{-5}\right)\times\frac{0{,}363}{0{,}175}\ (\text{kg/s})$$

$$\dot{m} = 4{,}151\times10^{-7}\ (\text{kg/s})$$

Setelah didapat kecepatan udara masuk ke ruang bakar dari saluran udara primer (v_B), maka luas penampang dari saluran udara primer adalah :

$$\dot{m} = \rho_B\times v_B\times A_B \quad (3.19)$$

$$A_B = \frac{4{,}151\times10^{-7}}{0{,}947\times\left(1{,}581\times10^{-4}\right)}\ (\text{m}^2)$$

$$A_B = 2{,}772\times10^{-3}\ (\text{m}^2) \approx 2772\ (\text{mm}^2)$$

Jadi luas penampang yang diperlukan untuk lubang udara primer adalah 2772 mm^2. Dirancang lubang udara primer ini dibagi 2 yaitu dibawah ruang bakar dan pada dinding ruang bakar. Luas penampang lubang udara primer yang berada dibawah ruang bakar adalah :

h_{up} = 35 (mm)
p_{up} = 50 (mm)
$A_{up1} = h_{up}\times p_{up}$ = 1750 (mm^2)
$A_B = A_{up1} + A_{up2}$
A_{up2} = 2772 – 1750 (mm^2)
A_{up2} = 1022 (mm^2)

Jadi luas penampang lubang udara primer pada dinding ruang bakar yang diperlukan adalah 1022 mm^2. Lubang udara primer pada dinding ruang bakar ini dirancang berbentuk lingkaran dengan diameter 18 mm, maka banyak penampang lingkaran yang diperlukan adalah :

$$A_{up2} = x\times\pi\times r^2$$

$$x = \frac{1022}{\pi\times\left(9^2\right)}$$

$$x = 4.02 \approx 4 \text{ penampang lingkaran} \quad (3.15)$$

Penampang lingkaran ini akan diletakkan pada bagian atas dinding ruang bakar.

4.8. Lubang Udara Sekunder

Diasumsikan temperatur udara sekitar 30 °C dengan densitas udara (ρ) = 1,165 kg/m^3, maka kecepatan udara luar masuk kedalam ruang udara adalah :

$$\frac{\rho_B\times v_B^{\,2}}{2} = \frac{\rho_C\times v_C^{\,2}}{2}$$

$$v_C = \sqrt{\frac{0{,}947\times\left(1{,}581\times10^{-4}\right)^2}{1{,}165}}\ (\text{m/s})$$

$v_C = 1{,}425\times10^{-4}$ (m/s)

Agar proses pembakaran dapat terus berlangsung dengan baik, maka laju aliran massa udara yang keluar dan yang masuk harus sama. Maka luas penampang lubang udara sekunder yang dibutuhkan adalah :

$\dot{m} = \rho_C \times v_C \times A_C$

$$A_C = \frac{4{,}151\times10^{-7}}{1{,}165\times\left(1{,}425\times10^{-4}\right)}\ (\mathrm{m}^2)$$

$A_C = 2{,}500\times10^{-3}\ (\mathrm{m}^2) \approx 2500\ (\mathrm{mm}^2)$

Direncanakan lubang udara sekunder ini berbentuk persegi panjang, terdiri atas 3 lubang udara dimana salah satunya juga berfungsi untuk mengambil abu. Maka ukurang lubangnya adalah :

$A_{S1} = 50\times30\ (\mathrm{mm}^2) = 1500\ (\mathrm{mm}^2)$

Jadi sisa luas penampang yang dibutuhkan untuk 2 lubang lainnya adalah :

$A_C = A_{S1} + A_{S2} + A_{S3}$

$(A_{S2} + A_{S3}) = A_C - A_{S1}$

$= 2500 - 1500\ (\mathrm{mm}^2)$

$(A_{S2} + A_{S3}) = 1000\ (\mathrm{mm}^2)$

$2\times(20\times25) = 1000\ (\mathrm{mm}^2)$

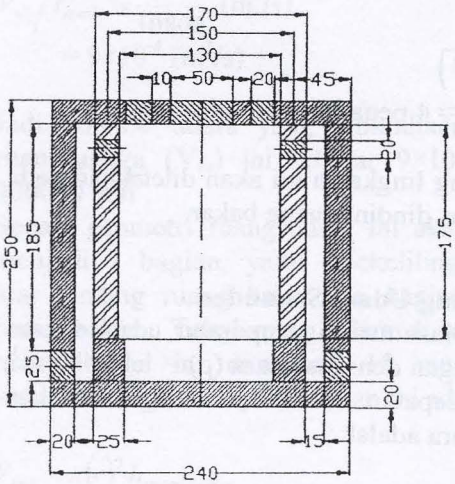
$1000\ (\mathrm{mm}^2) = 1000\ (\mathrm{mm}^2)$

Jadi ukuran masing-masing dari luas penampang pada lubang udara sekunder ini adalah :

$A_{S1} = 50\times30\ (\mathrm{mm}^2)$

$A_{S2} = 25\times20\ (\mathrm{mm}^2)$

$A_{S3} = 25\times20\ (\mathrm{mm}^2)$



Gambar 2 : Tungku Hasil Perancangan

Keterangan : Satuan dimensi gambar dalam (mm)

4.9. Sfesifikasi Tungku

Spesifikasi dari hasil perancangan ini adalah :

1. Kapasitas tungku : 1 kg
2. Dimensi tungku
a. Diameter = 240 mm
b. Tinggi = 250 mm
3. Dimensi ruang bakar (3.23)
a. Diameter = 170 mm
b. Tinggi = 175 mm
4. Lubang udara primer
a. Persegi panjang = 50×35 mm (1 lubang)
b. Lingkaran, Diameter = 18 mm (4 lubang)
5. Lubang udara sekunder
a. Lubang besar = 50×35 (1 lubang)
b. Lubang cecil = 25×20 (2 lubang)
6. Pengarah api
a. Lubang besar, Diameter = 50 mm (1 lubang)
b. Lubang Kecil, Diameter = 20 mm (8 lubang) (3.24)
7. Berat tungku : 6.5 kg
8. Bahan
a. Dinding luar dari plat seng 0,25 mm ,coran semen dan pasir
b. Ruang bakar dar tanah liat dibakar
c. Pengarah api dari coran semen dan pasir

4.10. Pembuatan Ruang Bakar

Seperti yang telah dirancang sebelumnya, bahwa ruang bakar ini dibuat dari bahan tanah liat. Beberapa alasan dalam memilih tanah liat sebagai bahan baku ruang bakar ini antara lain :

1. Harga murah
2. Mudah didapat
3. Mudah dibentuk
4. Tahan terhadap temperatur tinggi (temperatur maksimum 870 °C)
5. Biaya produksinya murah
6. Memiliki konduktifitas termal yang cukup rendah (0,31 W/m°C)

4.11. Pembuatan Dinding Luar

Bahan untuk dinding bagian luar ini adalah coran semen dan pasir yang diikat dengan pelat seng setebal 0,25 mm. Coran semen dan pasir ini dipilih karena mamiliki beberapa kelebihan antara lain :

1. Harga murah
2. Mudah didapat
3. Mudah dibentuk

4. Kuat
5. Memiliki konduktifitas termal yang cukup rendah (0,76 W/m°C)

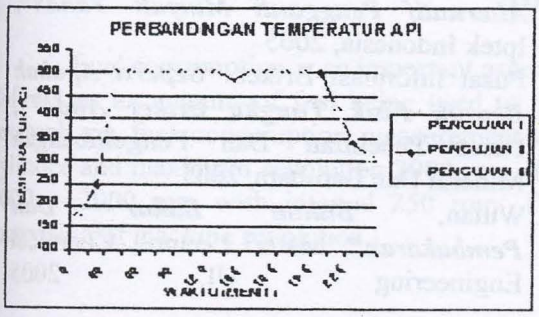
Proses pembuatannya meliputi :

1. Pembentukan Pelat Seng
2. Proses Penyambungan
3. Proses Pengkakuan

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Pengujian Tungku

Pengujian dilakukan untuk mengamati waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air serta temperatur flame yang dihasilkan serta mendapatkan effisiensi tungku. Berdasarkan pengujian yang dilakukan temperatur maksimum flame tungku ± 500°C dengan waktu 165 menit, hasil ini tidak jauh berbeda dengan kompor – kompor yang telah dibuat sebelumnya (Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara,2005).



Gambar 3 : Grafik Perbandingan Temperatur Flame

5.2. Effisiensi Tungku

Kalor Yang Digunakan Untuk Menaikkan Temperatur Air

Tabel 2 : Jumlah Kalor Yang Diserap Air Pada Pengujian I

Q_{d1}	Q_{d2}	Q_{dI}
4512,96 (kJ)	2384,50 (kJ)	6897,46 (kJ)

Tabel 3 : Jumlah Kalor Yang Diserap Air Pada Pengujian II

Q_{d1}	Q_{d2}	Q_{dII}
4512,96 (kJ)	2420,09 (kJ)	6933,05 (kJ)

Tabel 4 : Jumlah Kalor Yang Diserap Air Pada Pengujian III

Q_{d1}	Q_{d2}	Q_{dIII}
4512,96 (kJ)	2455,68	6968,64 (kJ)

Efisiensi tungku adalah persentase kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur air dibandingkan total kalor yang dibangkitkan dari pembakaran briket batubara.

$$\eta_{tungku} = \frac{Q_d}{Q_{bahanbakar}} \times 100\%$$

Maka :

$$\eta_{tungku} = \frac{6933,05}{22136,14} \times 100\ \%$$

$$\eta_{tungku} = 31,32\ \%$$

Jadi efisiensi tungku yang dibuat dari hasil perencanaan ini sebesar 31,32 %. Effisiensi ini tidak jauh berbeda dengan effisiensi kompor – kompor yang telah dibuat sebelumnya (Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara,2005)

Tabel 5 : Perincian Biaya Pembuatan Tungku

	Bahan	Ukuran/ Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
Ruang Bakar	Tanah Liat			5.000
Dinding Tungku	Plat Seng 0,25 mm	1×1 m		12.500
	Semen	4 kg	1.250/kg	5.000
	Pasir	4 kg		1.000
Paku Kelim		12 buah	300/buah	3.600
Pegangan Tungku		2 buah	500/buah	1.000
Mekanisme *Up-down*	Besi	1 perangkat	Baru 10.000	
			Bekas 5.000	5.000
Dudukan Briket	*Beugel*	1 buah		10.000
Total				43.100

7. KESIMPULAN

Dari proses perancangan, pembuatan dan hasil dari pengujian tungku yang telah dibuat, maka bisa ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Tungku yang telah dibuat ini memiliki nilai efisiensi sebesar 31,32%.

2. Biaya yang digunakan dalam pembuatan tungku ini sebesar Rp. 43.100 sehingga bisa dijual untuk masyarakat golongan menengah kebawah dan telah memenuhi tujuan awal dari perancangan.
3. Dari proses pembuatan, material yang digunakan serta harga dari bahan baku, mengindikasikan bahwa tungku ini sangat memungkinkan untuk dibuat atau dikembangkan oleh industri menengah, kecil maupun rumah tangga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Djokosetyarjo, *"Ketel Uap"*, PT. Pradnya Paramita, Yakarta,2003.
2. J.P. Colman, *"Perpindahan Kalor"*, Edisi Keenam, Erlangga, 1993.
3. Frank P. Incropera, David P. De Witt, *"Introduction To Heat Transfer"*, Second Edition, Jhon Wiley & Sons, 1990.
4. J. M. Smith, H. C. Van Ness, M. M. Abott, *"Introduction To Chemical Engineering Thermodynamics"*, Sixth Edition, Mc Graw Hill, 2001.
5. Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, *"Fundamentals Of Engineering Thermodynamics"*, Second Edition, Jhon Wiley & Sons, 1993.
6. James R. Welry, Charles E. Wicks, Robert E. Wilson, Gregory L. Rorrer, *"Fundamentals Of Momentum, Heat, And Mass Transfer"*, Fourth Edition, Jhon Wiley & Sons, 2001.
7. Harry A. Sorensen,*"Principless Of Thermodynamics"*, Holt, Reinhart and Winston, 1961.
8. Victor L. Streeter, E. Benjamin Wylie, *"Mekanika Fluida"*, Edisi Delapan, Jilid 1, Erlangga, 1999
9. Soetaryo Sigit, *"Industri Pertambangan Batubara Indonesia"*, Bandung, 1999.
10. _____, *"Briket Batubara : makin dikenal, makin disayang"*, Pusat Informasi Briket, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Mineral Dan Batubara, 2005.
11. PBUTE, PT. Tambang Batubara Bukit Asam, *"Briket Batubara Untuk Keperluan Rumah Tangga"*.
12. Berita Iptek, *"Briket Batubara Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah"*, Iptek Indonesia, 2005.
13. Pusat Informasi Briket, *"Seperti Apakah Bentuk Fisik Tungku Briket Anda?"*, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Mineral Dan Batubara, 2005.
14. Wulan, *"Bahan Bakar Dan Pembakaran"*, Materi Lecture, Chemical Engineering UI, 2005