PROSIDING

ISBN : 978-979-95752-7-2

SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI (SNMI3) 2007

Auditorium Gedung Utama
Universitas Tarumanagara
11 September 2007

RISET APLIKATIF BIDANG TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI

Diselenggarakan oleh :
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara

Bekerja sama dengan :

P.T. OPTIMA SOLUSINDO INFORMATIKA
Autodesk
Education Value Added Distributor

TOP 1 FORMULA-1
www.top1.co.id

CASIO

AHM
PT Astra Honda Motor

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI
(SNMI3) 2007

ISBN : 978-979-95752-7-2

RISET APLIKATIF
BIDANG TEKNIK MESIN DAN INDUSTRI

Auditorium Gedung Utama Lantai 3
Kampus I
Universitas Tarumanagara
11 September 2007

Diselenggarakan oleh :
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Tarumanagara
Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta
Telp. (021) 5672548, 5638358, 5663124 Fax. (021) 5663277
e-mail : mesin@tarumanagara.ac.id

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena rahmat dan kasih-Nya, Seminar Nasional Mesin dan Industri (SNMI3) 2007 dapat berlangsung dengan baik.

SNMI3 2007 diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara dalam rangka Dies Natalis ke-26 Program Studi Teknik Mesin dan Dies Natalis ke-2 Program Studi Teknik Industri di Universitas Tarumanagara. Seminar Nasional ini mengambil tema: "**Riset Aplikatif Bidang Teknik Mesin dan Industri"**

Tujuan penyelenggaraan SNMI3 2007 adalah sebagai berikut:

1. Menumbuhkan sikap inovatif, kreatif serta tanggap terhadap perkembangan IPTEK.
2. Menjadi forum komunikasi hasil penelitian terbaru antar Peneliti, Praktisi, Industri, Akademisi, dan Mahasiswa.
3. Menjadi wadah presentasi ilmiah sehingga memacu pengembangan program penelitian lebih lanjut

SNMI3 2007 menampilkan 2 (dua) pembicara kunci yang sangat berkompeten di bidangnya, yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Abdul Hakim Halim, Guru Besar Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
2. Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, SE., M.Si, Guru Besar Teknik Mesin Universitas Indonesia

Selain pembicara kunci, dalam SNMI3 2007 juga dipresentasikan 70 makalah yang berasal dari berbagai Perguruan Tinggi di Indonesia.

Pada kesempatan ini Panitia SNMI3 2007 mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah mendukung terselenggaranya seminar ini dengan baik.

Akhirnya, panitia mengucapkan selamat berseminar kepada seluruh pemakalah dan peserta, semoga melalui SNMI3 2007 ini peserta dapat membagikan dan memperoleh berbagai pengalaman dan pengetahuan baru di Bidang Teknik Mesin dan Industri.

Jakarta, 11 September 2007
Ketua Panitia SNMI3 2007

I Wayan Sukania, ST., MT

UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia SNMI3 Tahun 2007 mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselenggarakannya SNMI3 Tahun 2007 dengan baik.

Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada :

1. Program Studi Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.
2. Program Studi Teknik Industri Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.
3. PT. Optima Solusindo Informatika (Autodesk Indonesia)
4. TOP 1
5. CASIO
6. PT. Astra Honda Motor

57. Pengujian prototipe kursi untuk penjahit yang menggunakan mesin jahit merk brother ditinjau dari aspek ergonomis dan produktivitas kerja penjahit (studi kasus di perusahaan konveksi pt. Gen hut jakarta timur), ***Ahmad.*** ***474***
58. Kaji teoritis optimasi sistem perpipaan pabrik mini biodiesel, ***Hasan Basri Dan Jimmy Willianto.*** ***485***
59. Studi pengaruh tinggi ruang bakar terhadap unjuk kerja tungku briket batubara, ***Hasan Basri.*** ***496***
60. Sistem kontrol pada modul aliran distribusi bahan baku dengan menggunakan progammable logic controller, ***Didi Widya Utama.*** ***508***
61. Analisis resiko kegagalan sistem dan disain pada produk multi purpose stretcher (mps) di pt. Mega andalan kalasan dengan pendekatan acceptance criteria of risk, ***Jimmy Wijaya.*** ***516***
62. The effect of temperature on corrosion rate of low carbon alloy scm 440, ***Erwin Siahaan, Hendra Gunawan.*** ***524***
63. Analisis fenomena oil whirl pada sistem poros rotor ganda, Noor Eddy, ***R. Wibawa Purabaya, Msae, Rahindradi Puntho Ds.*** ***532***
64. Perancangan mesin pengolah minyak kelapa murni dengan menggunakan metode vdi 2221, ***Noor Eddy, Dani Prasetyo Dan Baron Noviyanto.*** ***545***
65. Penentuan jumlah tenaga kerja dan standard penugasan bagian pengepakan pada pt x dengan metoda lini keseimbangan kilbridge dan wester, ***Lina Gozali, I Wayan Sukania Dan Lamto Widodo*** ***.553***
66. Pengukuran tingkat produktivitas pada proses produksi hydraulic excavator, bulldozer, motor grader, dan dump truck di pt. X, ***Viriya Madya Ariawan.*** ***559***
67. Pengaruh low frequency noise dan vertical whole body vibration terhadap kemampuan kognitif dan persepsi perasaan mengganggu, ***Brilianta Budi Nugraha, Subagyo Dan Andi Rahadiyan W.*** ***572***
68. Perancangan peralatan press untuk proses stamping atau deep drawing dengan memanfaatkan universal testing machine, ***Susila Candra.*** ***578***
69. Pengaruh kecepatan potong tinggi terhadap kualitas permukaan benda kerja pada proses milling, ***Rosehan Dan Delvis Agusman, Nehemia Indrajaya.*** ***586***
70. Perbandingan sifat mekanik komposit berpenguat serat alam dengan orientasi arah serat sejajar dan perlakukan Alkali (NaOH), ***Hendri Chandra.*** ***595***

PANITIA SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI (SNMI3) 2007

Pelindung	: Rektor Universitas Tarumanagara Prof. DR. Ir. Dali S. Naga, MMSI.
Penasehat	: Dekan Fakultas Teknik, Ir. Ignatius Haryanto, MM.
Penanggung jawab	: Ketua Jurusan Teknik Mesin, Ir. Sofyan Djamil, MSi.
Panitia Pengarah dan Editor	:
Ketua	: Prof. DR. Ir. I Made Kartika D., Dipl.Ing
Anggota	: 1. DR. Ir. Leksmono S. Putranto, MT 2. Dr. Ir. Erry Y.T. Adesta, M.Sc 3. Dr. Abrar Riza, ST., MT 4. Ir. Sofyan Djamil, M.Si 5. Ir. Erwin Siahaan, M.Si
Panitia Pelaksana	:
Ketua	: I Wayan Sukania, ST, MT
Sekretaris	: Agustinus Purna Irawan, ST., MT
Bendahara	: Harto Tanujaya, ST., MT
Seksi Publikasi & dokumentasi	: 1. Wilson Kosasih, ST (Koordinator) 2. Didi Widya Utama, ST 3. Lina Gozali, ST., MM 4. Mariswan 5. Mahasiswa 2 orang
Seksi Makalah	: 1. DR. Abrar Riza, ST., MT (Koordinator) 2. Ir. Rosehan, M.T. 3. Lamto Widodo, ST., MT 4. K. Gita Tarinta Ayu, M.Sc 5. Endro Wahyono 6. Kusno Aminoto
Seksi Acara	: 1. Ir. Erwin Siahaan, M.Si. (Koordinator) 2. Delvis Agusman, ST., M.Sc 3. Khomeni Suntoso, ST 4. Litrone Laricha, ST (Pembawa acara) 5. Pujo Yuono, ST 6. Mahasiswa 2 orang
Seksi Perlengkapan	: 1. Drs. Totok Sugiarto (Koordinator) 2. Suryo Djatono 3. Pramono 4. Darwanto 5. Marsudi 6. Heriyanto 7. Mahasiswa 2 orang
Seksi Konsumsi	: 1. Suparti (Koordinator) 2. Sulastini
Seksi Penerima Tamu	: 1. Beatric (Koordinator) 2. Stefi Haryono 3. Henny

Seksi Keamanan	:	1. Desnata Hambali, S.T. (Koordinator) 2. Mahasiswa 5 orang
Sekretariat	:	1. Agustinus Purna Irawan, ST., MT (Koordinator) 2. Sulastini 3. Herman
Seksi Sponsor	:	1. Harto Tanujaya, ST., MT (Koordinator) 2. Agus Halim, ST., MT 3. Mahasiswa 5 orang

SUSUNAN ACARA
SEMINAR NASIONAL MESIN DAN INDUSTRI (SNMI3) 2007
11 September 2007

No.	Waktu	Acara
1.	07.30 - 08.45	Registrasi Peserta
2.	08.45 - 09.00	Persiapan Pembukaan
3.	09.00 - 09.10	Salam Pembuka Oleh MC, Doa dan dilanjutkan dengan Tarian Lenggang Nyai Betawi dari Queendiva
4.	09.10 -09.15	Laporan Ketua Panitia (I Wayan Sukania, ST., MT)
5.	09.15 - 09.30	Sambutan dan Pembukaan Oleh Rektor Universitas Tarumanagara Prof. Dr. Ir. Dali Santun Naga, MMSI
6.	09.30 - 10.00	*Coffe Break I*
7.	10.00 - 11.00	Keynote Speaker I: Prof. DR. Ir. Abdul Hakim Halim (ITB) Moderator: Agustinus Purna Irawan, ST., MT
8.	11.00 - 12.00	Keynote Speaker II: Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi, SE., M.Si (UI) Moderator: Agustinus Purna Irawan, ST., MT
9.	12.00 - 13.00	ISOMA
10.	13.00 - 15.00	Presentasi Paralel I
11.	15.00 - 15.15	*Coffe Break II*
12.	15.15 - 16.30	Presentasi Paralel II
13.	16.30 - 17.00	Penutupan SNMI3 2007 oleh Dekan Fakultas Teknik Untar (Ir. Ignatius Haryanto, MM)

Ruang VI		**Moderator: Ir. Erwin Siahaan, M.Si**	
No	**Pembicara**	**Judul Makalah**	**Waktu**
60.	Drs. AL., MT	Pengaruh Harmonik Terhadap Rele Elektromagnetik Pada Proteksi Sistem Distribusi Tenaga Listrik	13.00-13.15
61.	Zuriman Anthony	Pembuatan Filter Pasif Untuk Memperkecil Harmonik Yang Timbul Akibat Perbaikan Faktor Daya Pada Motor Induksi 3-Fase	13.15-13.30
62.	Ir. Susila Candra, MT dan The Jaya Suteja	Studi Komparasi Performansi Manufacturing Perangkat Lunak Pro/Manufacturing dan VisualMill Basic 3.0 pada Pemesinan Milling	13.30-13.45
63.	Ir. Tungga Bhimadi, MT	Efisiensi CNC-TU-3A Terhadap Debit Cairan Pendingin Dan Variasi Rpm Pada Pemotongan Aluminium	13.45-14.00
64.	Darman	Penerapan Konsep Sistem pemeliharaan Preventif dan Korektif dengan Klasifikasi Inspection, Small repair, Medium Repare dan Overhal (ISMO) di Politeknik Manufaktur Negeri Bandung	14.15-14.30
65.	Sugiharto, BRM Djoko Widodo dan I Nurhadi	Pengukuran Kecepatan Gerak Pellet Senapan Angin Produk Industri Kecil Kawasan Cipacing Dalam Usaha Perbaikan Dan Standarisasi Komponennya	14.30-14.45
66.	BRM. Djoko Widodo, Sugiharto dan I Nurhadi	Penentuan Gaya Radial Pada Pellet Saat Pemasangan Pada Pangkal Laras/Barrel Senapan Angin	14.45-15.00
	Rehat		15.00-15.30
67.	Hasan Basri	Studi Pengaruh Tinggi Ruang Bakar Terhadap Unjuk kerja Tungku Briket Batu Bara	15.30-15.45
68.	Ir. Rosehan, MT	Pengaruh Kecepatan Potong Tinggi Terhadap Kualitas Permukaan Benda Kerja Pada Proses Milling	15.45-16.00
69.	Ir. Erwin Siahaan, MSi	The Effect of Temperature on Corrosion Rate of Low Carbon Alloy SCN 440	16.00-16.15
70.	Harto Tanujaya dan Yandi	Analisis Perbandingan Unjuk Kerja Refrigerator Kapasitas 1 PK dengan Menggunakan Refrigerant R-22 dan Musicool 22	16.15-16.30

STUDI PENGARUH TINGGI RUANG BAKAR TERHADAP UNJUK KERJA TUNGKU BRIKET BATUBARA

Hasan Basri
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang Prabumulih Km 32 Inderalaya
Telp. (0711) 580739
e-mail: hasan_basri@unsri.ac.id

Abstrak

Kenaikan harga minyak dunia menyebabkan kenaikan harga bahan bakar minyak di dalam negeri. Pemerintah mensubsidi minyak tanah sebesar 50 trilyun rupiah setiap tahun.Untuk mengurangi beban itu perlu diupayakan penggunaan bahan bakar alternatif yaitu briket batubara dengan menggunakan tungku. Tungku yang ada dipasaran saat ini masih memberikan kendala yaitu kenaikan temperatur bara apinya lambat. Makalah ini membahas kajian tentang pengaruh tinggi ruang bakar dan massa briket batubara terhadap peningkatan unjuk kerja tungku yang ekonomis. Metode yang digunakan yaitu merancang dan fabrikasi menggunakan komponen lokal dan melakukan pengujian. Tinggi ruang bakar dibuat bervariasi dari 9-13 cm, sedangkan massa briket batubara yang digunakan bervariasi dari 0,4-0,9 kg. Tungku dibuat dari tanah liat, ukuran ruang bakar dan massa briket ditentukan berdasarkan hasil pengukuran kenaikan temperatur bara api yang paling cepat. Pengukuran temperatur dilakukan setelah 10 menit tungku dinyalakan, sebab dibawah waktu itu tungku masih mengeluarkan asap yang dapat menghitamkan panci. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kenaikan temperatur bara api paling cepat terjadi pada tinggi ruang bakar 10 cm, massa 0,5 kg dengan temperatur bara api 580°C, dan efisiensi tungku sebesar 30 %.

***Kata kunci**: Briket, batubara, tungku, temperatur, efisiensi*

Pendahuluan

Terjadinya krisis energi berdampak pada tingginya harga jual bahan bakar minyak termasuk minyak tanah di Indonesia. Minyak tanah yang selama ini disubsidi lebih kurang 10 juta kilo liter pertahun senilai 50 trilyun per tahun. Kebijakan pemerintah untuk mengurangi subsidi harga minyak tanah dicoba diantisipasi dengan mencari bahan bakar alternatif yang murah dan mudah didapat yaitu briket batubara.

Briket batubara merupakan salah satu pilihan dari bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah, karena lebih murah dan memungkinkan untuk dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif singkat mengingat teknologi dan peralatan yang digunakan relatif sederhana.

1. Permasalahan

Saat ini banyak tersedia kompor atau tungku briket batubara untuk keperluan rumah tangga yang telah dijual dipasaran dengan bermacam bentuk dan ukuran sehingga dapat memberikan alternatif pilihan kepada masyarakat. Namun tungku yang diproduksi untuk keperluan rumah tangga dan pedoman penggunaannya masih memiliki kekurangan antara lain:

a. Kurang praktis karena temperatur bara api lambat naik.
b. Pemakaian bahan bakar agak boros karena menyisakan banyak briket batubara.
c. Terlalu lambat kalau digunakan untuk memasak.
d. Harga tungku yang masih cukup mahal antara Rp.55.000,- hingga Rp.75.000,-

Kondisi di atas menjadi salah satu penyebab kurangnya penggunaan briket batubara bagi keperluan rumah tangga.

Kenaikan temperatur tungku ditentukan oleh proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar yang dipengaruhi oleh sirkulasi udara di dalam ruang bakar. Ukuran ruang bakar dan massa briket yang akan digunakan sangat menentukan sirkulasi udara di dalam ruang bakar.

Dengan demikian inti dari permasalahannya adalah bagaimana membuat tungku dengan ukuran yang dapat memberikan kenaikan temperatur bara api lebih cepat dari tungku yang ada dipasaran saat ini, hemat dalam penggunaan briket dan harganya yang lebih murah dariada tungku yang beredar dipasaran.

2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

a. Untuk menentukan ukuran ruang bakar dan jumlah (massa) briket di dalam tungku briket batubara yang dapat memberikan kenaikan temperatur dengan cepat dan tidak menyisakan briket yang banyak setelah tungku selesai digunakan.
b. Untuk membuat tungku briket batubara dengan harga murah yang dapat dijangkau oleh masyarakat golongan menengah kebawah.

3. Manfaat

Manfaat yang bisa didapat dari penelitian ini adalah:

a. Menghasilkan tungku melalui proses perhitungan dan pengukuran temperatur yang nantinya diharapkan dapat menggantikan kompor minyak tanah dan bisa menjadi kontribusi bagi industri menengah dan kecil serta rumah tangga.
b. Ikut serta mendukung program pemerintah dalam menggalakkan pemakaian briket batubara sebagai salah satu bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah.
c. Mendukung program Pemerintah Provinsi Sumatera Selatan sebagai Lumbung Energi Nasional.

Latar Belakang Teori

Penggunaan briket batubara untuk rumah tangga saat ini belum sampai pada kondisi yang diharapkan yang mana masyarakat masih tergantung pada minyak tanah dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Kendala utama adalah karena tungku yang dipasarkan saat ini belum dapat menggantikan peranan kompor minyak tanah.

1. Briket Batubara sebagai Bahan Bakar Alternatif

Jenis briket batubara berdasarkan proses pembuatannya antara lain:

a. Jenis karbonisasi (*super*), jenis ini mengalami terlebih dahulu proses karbonisasi sebelum menjadi briket. Dengan proses karbonisasi zat-zat terbang yang terkandung dalam briket batubara diturunkan serendah mungkin sehingga produk akhirnya tidak berbau dan berasap serta zat beracun (*volatile matter*) yang terkandung di dalamnya pun berkurang, namun biaya produksi menjadi meningkat karena pada batubara tersebut terjadi randemen sebesar 50%. Briket ini cocok digunakan untuk keperluan rumah tangga serta lebih aman dalam penggunaannya.
b. Jenis non-karbonisasi (biasa), jenis yang ini tidak mengalami karbonisasi sebelum diproses menjadi briket dan harganya pun lebih murah. Karena zat terbangnya masih terkandung dalam briket batubara maka pada penggunaannya lebih baik menggunakan tungku (bukan kompor) sehingga akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dimana

seluruh zat terbang yang muncul dari briket akan habis terbakar oleh lidah api dipermukaan tungku. Briket ini umumnya digunakan untuk industri kecil.

Berdasarkan bentuknya briket batubara ini terdiri atas 3 tipe yaitu silinder, kubus dan telur. Berat briket silinder dan kubus sekitar 1 kg per buah, sedangkan berat briket tipe telur sekitar 50 gram per butirnya. Komposisi kimia briket batubara tipe super (telur) adalah 65,5% C, 3,8% H, 12,05% O, 1,1% N dan 0,49% S.

2. Tungku Briket Batubara

Penggunaan Briket Batubara harus menggunakan tungku dengan ukuran yang disesuaikan dengan kebutuhan. Pada prinsipnya tungku yang ada pada saat ini terdiri dari 2 jenis (lihat Gambar 1):

a. Tungku *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.
b. Tungku permanen, biasanya memuat lebih dari 8 kg briket dibuat secara permanen. Jenis ini dipergunakan untuk industri kecil atau menengah.

(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Gambar 1. Berbagai macam tungku

Gambar 1(a), 1(b) dan 1(c) adalah tungku produksi *Tek*mira, Gambar 1(d) dan 1(e) adalah tungku Jepang dan Gambar 1(f) adalah tungku Korea.

3. Pembakaran Briket Batubara

Pembakaran adalah reaksi bahan bakar dengan oksigen dari udara yang berlangsung cepat dan banyak mengeluarkan panas serta dapat disertai peristiwa timbulnya cahaya (api).

Pembakaran merupakan suatu perubahan bentuk dari energi kimia menjadi energi panas. Pembakaran spontan adalah pembakaran dimana bahan mengalami oksidasi perlahan–lahan sehingga kalor yang dihasilkan tidak dilepaskan, akan tetapi dipakai untuk menaikkan suhu bahan secara pelan–pelan sampai mencapai suhu nyala. Pembakaran sempurna adalah dimana semua konstituen yang dapat terbakar di dalam bahan bakar membentuk gas CO_2, air H_2O dan gas SO_2, sehingga tak ada lagi bahan yang dapat terbakar tersisa.
Dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_{(padat)} + O_2 \longrightarrow CO_{2\,(gas)}$$

Ini menyatakan bahwa 1 mol dari karbon padat bereaksi sempurna dengan 1 mol oksigen membentuk 1 mol gas karbon dioksida.

Untuk terjadinya proses pembakaran yang baik diperlukan 4 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.

Pembakaran dikatakan sempurna apabila campuran bahan bakar dan oksigen (dari udara) mempunyai perbandingan yang tepat, hingga tidak diperoleh sisa. Bila oksigen terlalu banyak, dikatakan campuran *lean* (kurus). Pembakaran ini menghasilkan api oksidasi, sebaliknya apabila bahan bakarnya terlalu banyak (atau tidak cukup oksigen) dikatakan campuran *rich* kaya. Pembakaran ini menghasilkan api reduksi yang ditandai oleh lidah api panjang, kadang–kadang terlihat sampai berasap.

Untuk memperlancar proses pembakaran harus terjadi sirkulasi udara ke dalam ruang pembakaran. Sirkulasi udara dapat terjadi dengan dua cara yaitu sirkulasi udara akibat tarikan alam (terjadi dengan sendirinya) dan sirkulasi udara secara paksa. Tarikan alam adalah penarikan udara ke ruang pembakaran akibat adanya perbedaan berat jenis udara antara di dalam dan di luar ruangan. Kelebihan udara harus dijaga tetapi tidak terlalu banyak antara 5–15%. Untuk menentukan nilai pembakaran ini ada dua cara yaitu:

a. Secara eksperimental, yaitu dengan menggunakan kalorimeter atau termometer serta termokopel.
b. Secara teoritis dengan menggunakan komposisi kimia atau yang dikenal dengan formula Dulong.

$$Q_{LHV} = 14544.C + 62028\left(H_2 - \frac{O_2}{8}\right) + 4050.S \qquad (1)$$

dimana:
Q_{LHV} = Nilai pembakaran bawah batubara (btu/lb)
C = Kadar unsur karbon
O = Kadar unsur oksigen
S = Kadar unsur sulfur
H = Kadar unsur hidrogen

4. Kebutuhan Udara Pembakaran

Udara sebagai media penghantar energi panas merupakan salah satu faktor dalam proses pembakaran bahan bakar selain suhu, kecepatan aliran udara dan kapasitas panas dari bahan bakar yang digunakan.

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

$$U_t = \frac{(2{,}67C + 8H_2 + S - O_2)}{0{,}231} \frac{Kg.Udara}{Kg.Bahan.bakar} \qquad (2)$$

dimana:
U_t = Kebutuhan udara teoritis (kg udara/kg bahan bakar)
C = Kandungan unsur karbon bahan bakar
H_2 = Kandungan hidrogen bahan bakar
O_2 = Kandungan oksigen bahan bakar
S = Kandungan belerang bahan bakar

Jika terhadap bahan bakar tertentu hanya diberikan udara teoritisnya saja, maka pembakaran tidak akan terjadi dengan sempurna. Karena butiran-butiran bahan bakar tidak seluruhnya dikelilingi oleh udara yang cukup, maka harus diberikan tambahan udara dari jumlah udara teoritisnya. Udara lebih yang diberikan sebesar 10 s/d 40 % dari udara teoritis**.** Dalam perencanaan ini digunakan 20 % lebih besar dari udara teoritis.

$$U_a = U_t + 20\%U_t \qquad (3)$$

dimana:

U_a = Jumlah kebutuhan udara aktual (kg udara/kg bahan bakar)

5. Kalor yang digunakan untuk Menaikkan Temperatur Air

Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur air dari temperatur mula-mula ke temperatur yang lebih tinggi tergantung dari massa air, kalor jenis air dan gradien temperatur yang terjadi pada air. Maka jumlah kalor yang dibutuhkan adalah:

$$Q_d = m.C_p.\Delta T \qquad (4)$$

dimana:
Q_d = Jumlah kalor yang digunakan untuk mendidihkan air (kJ)
m = Massa total air yang akan di didihkan (kg)
C_p = Kalor jenis air pada tekanan konstan (kJ/kg^{o}C) = 4,187 (kJ/kg^{o}C)
ΔT = Gradien temperatur air (T_2 - T_1) ºC

6. Efisiensi Tungku

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

$$\eta_{tungku} = \frac{Q_{\ker ja}}{Q_{total}} \times 100\% \qquad (5)$$

$$= \frac{Q_d}{Q_{LHV}} x100\%$$

dimana:
η_{tungku} = Efisiensi tungku (%)
$Q_{\ker ja}$ = Jumlah panas yang dibutuhkan untuk melakukan kerja (Joule)
Q_{total} = Jumlah panas yang dibangkitkan dari bahan bakar (Joule)
Q_d = Jumlah panas yang dibutuhkan untuk mendidihkan air (Joule)
Q_{LHV} = Kalori yang dibangkitkan bahan bakar (Joule)

Metodologi

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah didapat dari literatur yang pada dasarnya menyatakan beberapa hal yaitu bahwa ada kesungguhan pemerintah dalam waktu dekat untuk mengganti bahan bakar minyak tanah dengan briket batubara, sudah dimulainya produksi briket batubara dan sudah mulai dipasarkan. Banyak tungku briket batubara yang sudah dibuat dan dijual dipasaran.

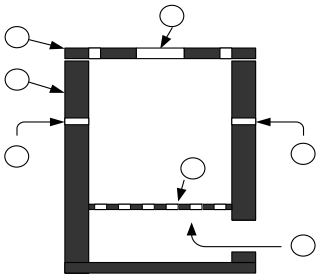
Masyarakat masih enggan menggunakan tungku briket batubara sebagai pengganti kompor minyak tanah karena memasak dengan menggunakan briket batubara masih memiliki kesulitan tertentu antara lain sangat lambat. Hal ini membuktikan bahwa tungku briket batubara masih belum mampu menggantikan kompor minyak tanah.

2. Fabrikasi Tungku

Pembuatan tungku dilakukan dengan mengacu pada bentuk tungku yang sudah ada digunakan yaitu mempunyai penutup tungku, lubang udara primer dan sekunder serta bahan tungku yang dibuat dari tanah liat.

2.1. Memilih Bentuk Tungku

Bentuk tungku dalam peneliltian ini diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk Tungku

2.2. Memilih Bahan Tungku

Bahan tungku adalah tanah liat bercampur pasir yang diambil dari desa Kedaton Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir. Data tanah liat yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.

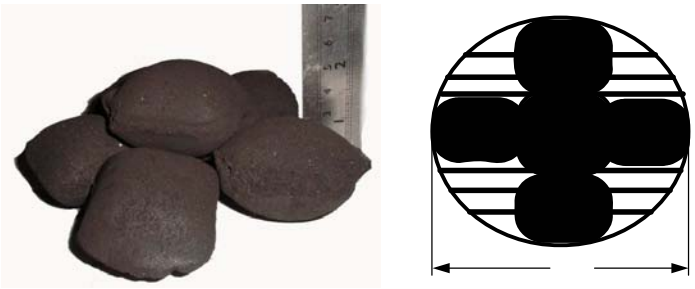
Tabel 1. Data Tanah Liat yang digunakan untuk membuat Tungku

No	Analisis	Tanah
1.	Analisis	10 – YR
2.	Analisis	Remah
3.	Analisis Tekstur	
	Pasir	24,14
	Debu	26,37
	Liat	49,49

2.3. Diameter Ruang Bakar

Diameter ruang bakar ditentukan berdasarkan susunan briket batubara yang ditempatkan di atas dudukan briket pada ruang bakar. Karena tungku berbentuk silinder maka diameter ruang bakar sama dengan diameter tungku.

Pada Gambar 3 di bawah ini terlihat susunan briket pada posisi paling bawah pada ruang bakar yang terdiri dari 5 buah briket. Dinding ruang bakar terbuat dari tanah liat sedangkan alasnya terbuat dari besi begel.



Gambar 3. Susunan Briket Batubara Pada Alas Ruang Bakar

2.4. Ukuran Penutup Tungku

Bentuk penutup tungku mengacu pada bentuk penutup tungku yang sudah ada namun ukurannya yang berbeda (lihat Gambar 4).

Gambar 4. Penutup Tungku

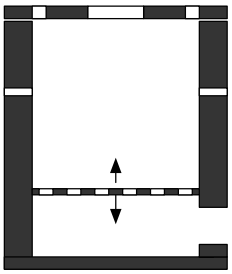
Lubang pengarah api diukur sekurang-kurangnya sebesar diagonal briket agar lubang mempunyai ukuran yang cukup untuk menambah briket saat tungku digunakan. Total luas lubang sekurang-kurangnya sama dengan luas celah udara pada alas ruang bakar.

2.5. Fabrikasi Tungku Pengujian

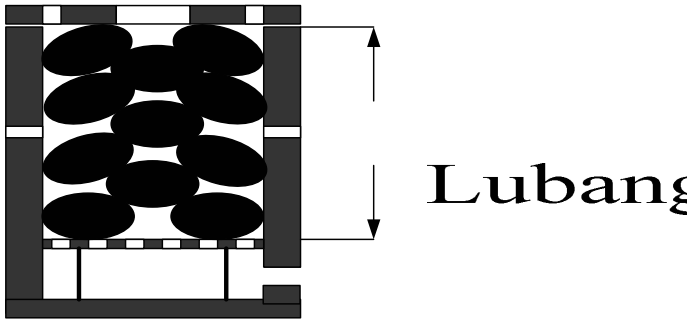
Tungku untuk pengujian hanya terdiri dari ruang bakar, penutup tungku dan tempat dudukan briket yang tidak permanen. Penggunaan tempat dudukan briket yang tidak permanen dimaksudkan agar supaya ketinggian ruang bakar dapat diubah-ubah untuk melihat pengaruh ketinggian ruang bakar dan jumlah briket yang digunakan terhadap kenaikan temperatur bara api (lihat Gambar 5).

2.6. Temperatur Bara Api

Gambar 6 berikut ini menunjukkan jarak antara dudukan briket dengan tutup tungku sebesar T_1. Agar ketinggian ruang bakar dapat diubah-ubah maka digunakan tempat dudukan briket dengan ketinggian yang berbeda seperti pada Gambar 6 dan 7.

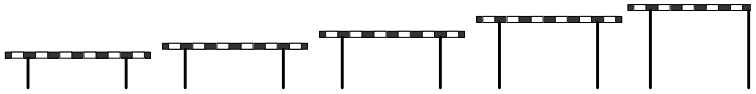


Gambar 5. BentukTungku untuk Pengujian

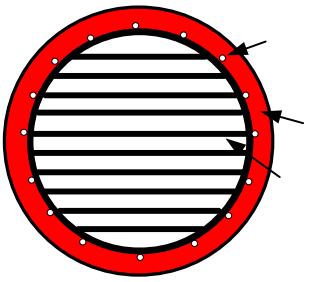


Gambar 6. Ketinggian Ruang Bakar

Ketinggian ruang bakar h_1 digunakan dudukan briket No.1, ketinggian ruang bakar h_2 digunakan dudukan briket no.2 dan seterusnya. Dudukan briket batubara ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Tempat Dudukan Briket dengan Ketinggian yang berbeda



Gambar 8. Dudukan Briket

Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian diperoleh data temperatur bara api pada masing-masing ketinggian ruang bakar dan jumlah briket batubara yang digunakan, seperti ditunjukkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Perbandingan kenaikan temperatur bara api setiap ketinggian ruang bakar dengan variabel pemakaian briket.

Tinggi Ruang Bakar (cm)	Massa Briket (kg)	$T_{10\ menit}$ (°C)	$T_{15\ menit}$ (°C)	Temperatur Tertinggi dan Waktu	
				(°C)	Menit
13	0,90	50	78	720	55
	0,80	155	258	763	35
	0,70	159	249	698	35
	0,65	310	410	735	30
	0,60	260	360	550	25
12	0,70	132	209	737	40
	0.65	238	310	708	35
	0.60	340	550	683	25
	0.55	312	421	667	30
11	0.70	440	444	778	35
	0.65	360	525	798	30
	0.60	415	554	795	35
	0.55	523	602	712	25
	0.50	310	282	647	30
10	0.60	300	454	760	30
	0.55	431	499	724	30
	0.50	580	620	675	35
	0.45	550	600	649	25
9	0.55	250	258	701	35
	0.50	350	316	699	30
	0..45	561	426	636	25
	0.40	450	435	565	25

Tabel 3. Perbandingan kenaikan temperatur bara api dengan 5 macam ketinggian ruang bakar

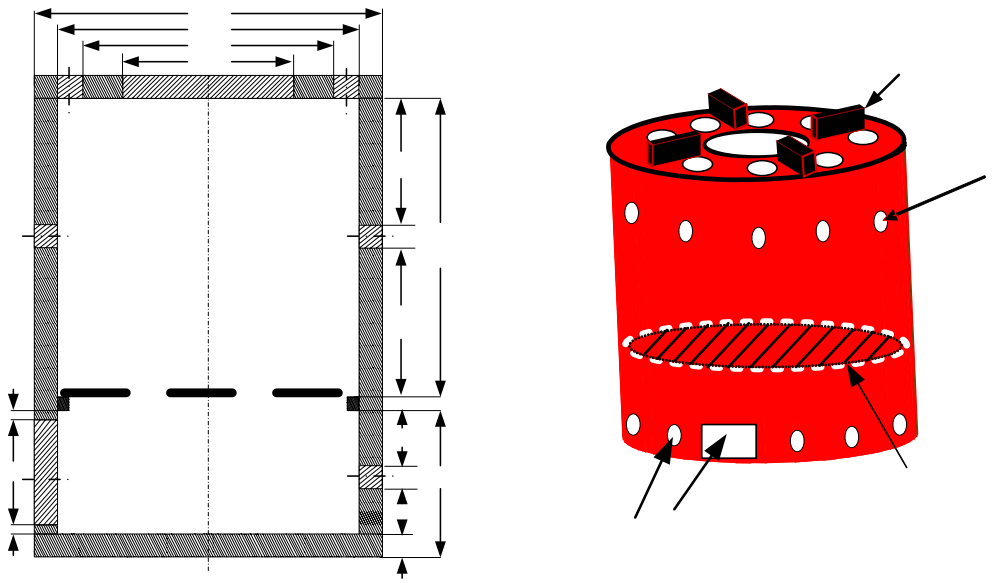
Tinggi Ruang Bakar (cm)	Massa Briket (kg)	$T_{10\ menit}$ (°C)	$T_{15\ menit}$ (°C)	Temperatur Tertinggi dan Waktu	
				(°C)	Menit
13	0.65	310	410	735	30
12	0.60	340	550	683	25
11	0.55	523	602	712	25
10	0.50	580	620	675	35
9	0..45	561(*)	426	636	25

1. Menentukan Tinggi Ruang Bakar

Menentukan tinggi ruang bakar dilakukan setelah melakukan pengukuran temperatur tungku dan dipilih ukuran tinggi yang menghasilkan panas paling cepat. Dari hasil pengukuran dipilih tinggi ruang bakar sebesar 10 cm dengan jumlah briket yang digunakan 0,5 kg. Hal ini karena temperatur awal yang dihasilkan cukup tinggi dan lebih cepat dibandingkan dengan ketinggian dan jumlah briket yang lain. Meskipun setelah 15 menit bukanlah temperatur yang paling tinggi jika dibandingkan dengan yang lain, pada penerapannya nanti hal ini dapat diatasi dengan menambahkan jumlah briket sewaktu tungku akan digunakan untuk memasak. Yang paling penting disini adalah bagaimana membuat briket menjadi bara api secepatnya atau tungku cepat panas, yang mana sampai saat ini lambatnya kenaikan temperatur tungku menjadi hambatan utama dalam menggunakan briket batubara sebagai bahan bakar.

2. Konstruksi Tungku

Setelah ketinggian ruang bakar ditentukan 10 cm, selanjutnya tungku dibuat dengan konstruksi seperti pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Konstruksi Tungku

3. Efisiensi Tungku

Untuk menghitung efisiensi tungku dilakukan 3 kali pengujian dengan mendidihkan air pada jumlah yang berbeda.

Pengujian I	Pengujian II	Pengujian III
Panci 1 = 9 kg air	Panci 1 = 9 kg air	Panci 1 = 9 kg air
Panci 2 = 4 kg air	Panci 2 = 3,5 kg air	Panci 2 = 3 kg air

Menghitung efisiensi tungku dilakukan dengan menghitung jumlah kalori yang dihasilkan briket batubara dan jumlah kalori yang diserap air.

Efisiensi tungku, $\eta_{tungku} = \dfrac{Q_{\ker ja}}{Q_{total}} \times 100\%$

Hasil perhitungan efisiensi tungku dari pengunjian 1, 2 dan 3 ditunjukkan pada Tabel 4 di bawah.

Tabel 4. Efisiensi tungku

Efisiensi Tungku		
Pengujian 1	**Pengujian 2**	**Pengujian 3**
30,26 %	29,90 %	29,15 %

Jadi, efisiensi rata-rata $= \dfrac{\mathbf{30{,}26 + 29{,}90 + 29{,}15}}{\mathbf{3}}\% = 29{,}8\% \cong 30\ \%$

4. Kebutuhan Udara dan Gas Sisa hasil pembakaran

Untuk massa briket 0,5 kg, besarnya kebutuhan udara aktual dan teoritis masing-masing adalah U_a = 5,052 kg udara dan U_t = 4.21 kg udara. Hasil perhitungan udara yang masuk ke dalam ruang bakar dapat dilihat pada Tabel 5 dan gas sisa hasil pembakaran dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 5. Udara Yang Masuk Ke Dalam Ruang Bakar

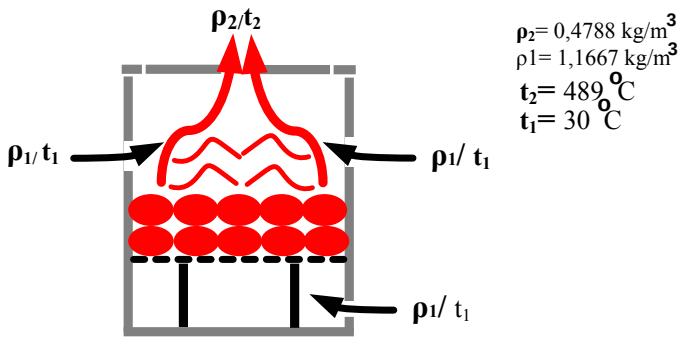
Komposisi Udara	$\overline{m}$	Berat (kg)	Mole	Udara (%)
O_2	31.999	1,1716	0.00610	20,91
N_2	28.013	3.8804	0.13852	79,09
		5.052	**0.18136**	**100.00**

Tabel 6. Gas sisa hasil pembakaran

Gas	$\overline{m}$	Berat (kg)	Mole	Gas(%)
CO_2	44.011	1.2019	0.02731	15.06
O_2	31.999	0.1953	0.00610	3.37
N_2	28.013	3.8804	0.13852	76.38
H_2O	18.015	0.1699	0.00943	5.20
		5.4475	0.18136	100.00

5. Kerja Tungku

Agar tungku dapat bekerja dengan baik maka harus ada aliran udara yang masuk ke ruang bakar. Aliran udara terjadi karena adanya perbedaan densitas udara. Arah aliran udara seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Arah Aliran Udara

Perbedaan densitas udara terjadi akibat perbedaan temperatur. Udara mengalir dari densitas udara yang lebih tinggi ρ_1 ke densitas udara yang lebih rendah ρ_2 melalui lubang udara primer dan sekunder dan keluar melalui lubang penutup tungku yang memiliki densitas udara ρ_2. Temperatur gas yang keluar melalui penutup tungku rata-rata sebesar 489°C pada ketinggian ruang bakar 10 cm dan jumlah briket batubara yang digunakan sebanyak 0,5 kg. Temperatur tertinggi yang dapat dicapai adalah 675°C setelah tungku dinyalakan 35 menit.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. Tungku dengan ukuran tinggi ruang bakar 10 cm, massa briket batubara 0,5 kg memberikan kenaikan temperatur tercepat hingga 580 ^{o}C dan didapatkan efisiensi tungku 30%.
b. Jumlah penggunaan briket batubara yang banyak pada suatu tungku tidak menjamin akan memberikan kenaikan temperatur yang paling cepat, namun dapat memberikan temperatur yang tinggi setelah semua briket batubara terbakar karena kalori yang dihasilkan lebih besar.
c. Dengan menggunakan bahan bakar briket batubara sebanyak 0,5 kg maka setelah tungku selesai digunakan sisa briket batubara tidak terlalu banyak.

Daftar Pustaka

1. Babcock and Wilcox, (1978), ***Steam/Its Generation and Use***", The Babcock and Wilcox Company, New York.
2. Basri, H., Barlin, (2007), ***Perancangan dan Pembuatan Tungku Berbahan Bakar Briket Batubara dengan Kapasitas 1 Kg***, Seminar Nasional IPTEK Industri Terapan (SIPTEKINT) 2007, Fakultas Teknologi Industri – Universitas Mpu Tantular, Jakarta Timur.
3. Harry A. Sorenson, (1983), ***Energy Conversion System***", Jhon Wiley & Sons, Canada.
4. Frank P. Incropera, David P. De Witt, (1990), ***Introduction To Heat Transfer***, Second Edition, Jhon Wiley & Sons.
5. J. M. Smith, H. C. Van Ness, M. M. Abott, (2001), ***Introduction To Chemical Engineering Thermodynamics,*** Sixth Edition, Mc Graw Hill.
6. Michael J. Moran, Howard N. Shapiro, (1993), ***Fundamentals of Engineering Thermodynamics***, Second Edition, Jhon Wiley & Sons.
7. Kementrian Riset dan Teknologi, (2006), ***Optimalisasi Pemanfaatan Briket Batubara, Kajian Teknologi, Lingkungan dan Ekonomi***, Disampaikan pada Pendidikan dan Pelatihan Energi Briket Batubara Tingkat Nasional, Palembang.

8. Balia, L., (2006), ***Teknologi Pembuatan Briket Batubara***, disampaikan pada Pendidikan dan Pelatihan Energi Briket Batubara Tingkat Nasional, Palembang.
9. Sigit, S., (1999), ***Industri Pertambangan Batubara Indonesia***, Bandung.
10. Pusat Informasi Briket, Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara, (2005), ***Briket Batubara makin dikenal, makin disayang***, Bandung.
11. PBUTE, PT. Tambang Batubara Bukit Asam, ***Briket Batubara untuk Keperluan Rumah Tangga.***
12. Olah Berita Iptek, Iptek Indonesia, (2005), ***Briket Batubara sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah,*** Jakarta.
13. Pusat Informasi Briket, Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Batubara, (2005), ***Seperti Apakah Bentuk Fisik Tungku Briket Anda?***, Bandung.
14. Robith, (2003), ***Tungku, Jaringan Kerja Tungku Indonesia***, Jogjakarta.
15. Dian Utami Aprihastuti, (2002), ***Komposisi Bahan Pembuat Media Berpori untuk Irigasi***, Inderalaya.