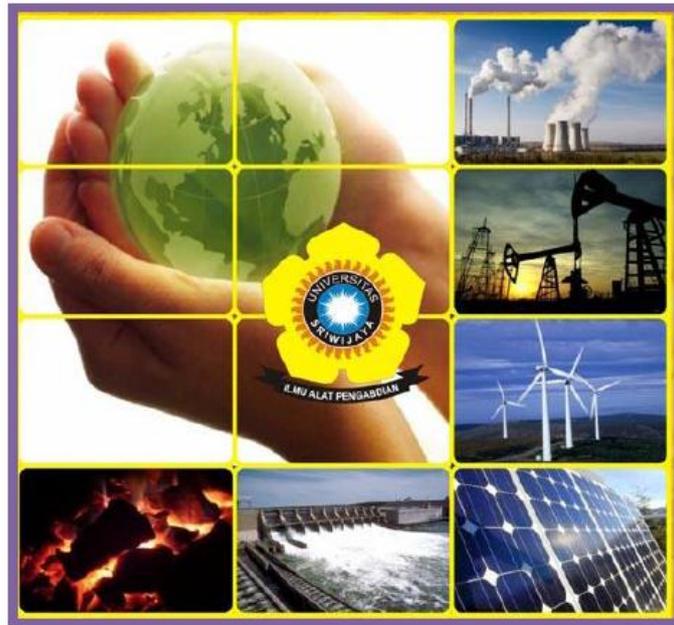

PROSIDING



**SEMINAR NASIONAL
AVoER IV Tahun 2012**



**Universitas Sriwijaya
Fakultas Teknik**



**Gedung Serba Guna Program PascaSarjana
Jl. Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Pesar Palembang
Rabu-Kamis/28 - 29 November 2012**

Supported by :





PROSIDING



**SEMINAR NASIONAL
AVoER IV Tahun 2012**



ISBN : 979-587-440-3

© Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Gedung Serba Guna Program PascaSarjana
Jl. Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Pesar Palembang
Rabu-Kamis/28 - 29 November 2012

Supported by :





Seminar Nasional AVoER ke-4
Palembang, 28-29 November 2012

ISBN : 979-587-440-3

SEMINAR NASIONAL ADDED VALUE OF ENERGY RESOURCES (AVoER) KE-4

Gedung Serba Guna Program Pascasarjana

Jalan Srijaya Negara Kampus UNSRI Bukit Besar Palembang

Rabu-Kamis / 28-29 November 2012

Untuk segala pertanyaan mengenai AVoER ke-4 tahun 2012

Silahkan hubungi :

Sekretariat :

Gedung H-5 fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Kampus bukit besar Palembang

Telp. : 0711 370178

Fax. : 0711 352870

Website : <http://avoer.unsri.ac.id>

Contact Person :

Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc. (0811787782)

Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT (081373002626)

Rendra Maha Putra Jf (085273043945)

Reviewer :

Prof. Dr. Eddy Ibrahim, MS.

Prof. Dr. Ir. Hj. Erika Buchari, MSc

Dr. Ir. Subriyer Nasir, MS.

Dr. Ir. Nukman, MT

Dr. Irfan Jambak, ST, MT

Dr. Ir. Endang Wiwik Dyah Hastuti, MSc

Dr. Johannes Adiyanto, ST, MT

Dr. Novia, ST, MT

Dr. Budhi Setiawan, ST, MT

Dr. Ir. Hendri Chandra, MT



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmatNya sehingga Seminar Nasional AVoER IV 2012 ini dapat dilaksanakan sesuai jadwal.

Seminar Nasional *Added Value of Energy Resources* (AVoER) dilaksanakan oleh Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya sebagai salah satu bentuk kepedulian Perguruan Tinggi terhadap usaha mencari nilai tambah, atau penambahan nilai dari suatu sumberdaya energi. Oleh karena itu, Seminar Nasional **AVoER IV 2012**, digunakan sebagai suatu forum ilmiah untuk membicarakan masalah nilai tambah atau pertambahan nilai dari suatu sumberdaya energi baik energi baru, maupun energi terbarukan.

Forum ini diharapkan akan dapat menjembatani semua unsur terkait dari pihak pemerintahan, industri, instansi, dan praktisi yang peduli terhadap pemanfaatan energi, penganekaragaman penyediaan dan pemanfaatan berbagai sumber energi dalam rangka optimasi penyediaan energi, termasuk yang dihasilkan oleh teknologi baru baik yang berasal dari energi tak terbarukan dan energi terbarukan dimana teknologi dalam pengolahan dan penggunaan energi termasuk pengolahan limbah untuk mengatasi masalah lingkungan hidup akan menentukan efisiensi system secara keseluruhan. Hal ini amat ditentukan oleh manajemen energi sehingga diharapkan akan bermanfaat untuk umat manusia dalam rangka mengurangi laju pemanasan global. Oleh karena itu tema pada seminar AVoER tahun ini adalah ***Teknologi dan Manajemen Energi Berwawasan Lingkungan dalam Rangka Mengatasi Krisis Energi***. Pelaksanaan Seminar Nasional AVoER IV 2012 bertujuan :

1. Merupakan wadah untuk mendiskusikan kegiatan riset dan penelitian oleh para akademisi dan praktisi dari berbagai sektor antar industri, pemerintah dan perusahaan untuk mengurangi limbah dan pemanasan global.
2. Menjadi wadah untuk mendiskusikan hasil-hasil riset dan penelitian
3. Menjadi forum pertemuan komunikasi dan informasi untuk membahas perkembangan ilmu pengetahuan dan hasil riset dalam bidang teknologi dan manajemen yang berkaitan dengan energi dan lingkungan.

Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada para Nara Sumber:

1. Ir. Tatang Sabaruddin, MT., Direktur Pembinaan Program MINERBAPABUM Kementrian ESDM
2. Dr. Ir. Halim Abdurrahim, dari Institute Teknologi Bandung
3. Ir. Syaiful Islam, Genaeral Manager Pengembangan Daerah Tambang Pranap Riau PT. Bukit Asam Pesero (Tbk).
4. Ir. H. Eddy Santana Putra, MT., Wali Kota Palembang
5. Ir. Eddy Prabowo, General Manager RU III PT. Pertamina

yang telah berkenan untuk berpartisipasi sebagai *Key Note Speaker* dan menyampaikan materi pada acara seminar yang telah dilaksanakan pada tanggal 28-29





Nopember 2012. Selanjutnya kami juga menyampaikan amat terimakasih kepada para sponsor : Fakultas Teknik UNSRI, PT. Bukit Asam Persero (Tbk)., Pemerintah Kota Palembang, APERSI, PT. Pertamina RU III, yang telah berpartisipasi dan membantu sehingga acara Seminar Nasional AVoER IV 2012 ini dapat dilaksanakan.

Akhir kata, kami berharap Seminar Nasional ini bermanfaat bagi kita semua dan tujuan dari pelaksanaan seminar ini akan tercapai.

Palembang, 28 Nopember 2012

Dekan Fakultas Teknik Unsri,

Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA
NIP. 19530814 198503 1 002



PANITIA PELAKSANA
SEMINAR NASIONAL AVoER IV 2012

- Pengarah** : Prof. Dr. Ir. H. M Taufik Toha, DEA
(Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya)
- Penanggung Jawab** : Dr. Tuty Emilia Agustina, ST, MT (Pembantu Dekan I FT Unsri)
Dr. Ir. Amrifan S. M, Dipl, Ing ((Pembantu Dekan II FT Unsri)
Ir. H. Hairul Alwani, HA, MT (Pembantu Dekan III FT Unsri)
- Ketua** : Dr. Ir. Riman Sipahutar, MSc
- Wakil Ketua** : Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, MT
- Sekretaris** : Bochori, ST, MT
- Bendahara** : Ir. Marwani, MT
- Wakil Bendahara** : Ir. H. Djuki Sudarmono, DESS
- Seksi-seksi** :
1. **Seksi Makalah** : Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS
 2. **Seksi Publikasi** : M. Baitullah Al Amin, ST, MT
 3. **Seksi Dana** : Ir. Irwin Bizzy, MT
 4. **Seksi Acara** : Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
 5. **Seksi transportasi** : Ir. H. Teguh Budi, SA, MT
 6. **Seksi Tata Tempat** : Ir. Firmansyah Burlian, MT
 7. **Seksi Konsumsi** : Astuti, ST, MT
 8. **Seksi Pembantu Umum** : Rendra Maha Putra
BEM Fakultas Teknik Unsri





UCAPAN TERIMA KASIH

Panitia AVoER Ke-3 Tahun 2011 mengucapkan banyak terimah kasih kepada sponsor, keynote speaker dan semua pihak yang membantu terlaksananya kegiatan ini.

Sponsor

Universitas Sriwijaya
PT. Pertamina RU III
PT. Tambang Batubara Bukit Asam, (Persero) Tbk
Pemerintah Kota Palembang
Asosiasi Perumahan seluruh Indonesia

Keynote Speaker

Ir. Tatang Sabaruddin, MT., Direktur Pembinaan Program MINERBAPABUM
Kementrian ESDM
Dr. Ir. Halim Abdurrahim, dari Institute Teknologi Bandung
Ir. Syaiful Islam, Genaeral Manager Pengembangan Daerah Tambang Pranap Riau
PT. Bukit Asam Pesero (Tbk).
Ir. H. Eddy Santana Putra, MT., Wali Kota Palembang
Ir. Eddy Prabowo, General Manager RU III PT. Pertamina

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vii

No Paper	Kode	Judul	Hal
A. BIDANG KEBIJAKAN, PRENCANAAN DAN MANAJEMEN ENERGI (KPM)			
402	KMP 1	Kajian Efektivitas Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Identifikasi Lapisan Batubara Sebagai Reservoar <i>Coal Bed Methane (Cbm)</i> Di Tanjung Enim Sumatera Selatan. Eddy Ibrahim (UNSRI)	1
410	KMP 2	Penerapan Metode <i>Cadzow Filtering</i> Dan <i>R-G-B Blending</i> Dalam Meningkatkan Kualitas Data Seismik Untuk Eksplorasi Hidrokarbon Aldo Noviardo, Khairul Ummah, Bagus Sapto Mulyatno (UNILA, PT WAVIV Technologies)	9
413	KMP 3	Faktor-faktor penentu dalam Penerapan <i>Green Supply Chain Management</i> : Perspektif Budaya dan Teori Institusi Baihaqi, Rici Cakra Perwira (ITS)	22
418	KMP 4	Pengaruh Ukuran Dan Waktu Perendaman Batubara Dalam Dimetil Eter Terhadap <i>Free Moisture</i> Batubara Musi Banyuasin Dzuhazhzhin 'Azhim, Dian Y. Sari, David Bahrin, M. Faizal, Trisaksono B. Priambodo (UNSRI, BPPT)	31
421	KMP 5	Penyesuaian Gaya Hidup Sebagai Langkah Penghematan Energi Franky Liauw (UNTAR)	40
428	KMP 6	Mengatasi Kehilangan Energi Primer Yang Berlebihan Pada Jaringan Pipa Distribusi Air Menggunakan Model Komputer <i>Watergems</i> M. Baitullah Al Amin (UNSRI)	49
429	KMP 7	Pembuatan Etanol Dari Serat Buah Bintaro Dengan Proses Hidrolisa Asam Dan Fermentasi M. Hatta Dahlan, Masayu Nuraini R, Rahmat Feri Fernando (UNSRI)	57
430	KMP 8	<i>Energy Efficiency Concept Of Green Architecture:Improving Imagination Of Comprehensive, Dinamic, Innovative, And Futuristic Architecture Design</i> Meivirina Hanum, Chairul Murod (UNSRI)	58



442	EL 15	Pengaruh Emisi CO ₂ Di Atmosfer Pada Kehidupan Manusia Ristika Wulandari (UNILA)	528
449	EL 16	Korelasi Antara Karakter Katalis Cr/ZAA Terhadap Produksi Bahan Bakar Terbarukan Zainal Fanani, Muhammad Said, Vipy Anugrah (UNSRI)	536
452	EL 17	Pengaruh Pemakaian Minyak Solar, Biodiesel Minyak Sawit (CPO), Dan Minyak Jarak Pagar (CJO) Terhadap Performansi Motor Diesel Didacta Italia Testbed T 85 D Ellyanie (UNSRI)	548
453	EL 18	Rancang Bangun Swirling Pressurized Fluidized Bed Combustor (SPFBC) Sebagai Alat Gasifikasi Bahan Biomassa Nukman (UNSRI)	558
459	EL 19	Kajian Literatur Pembakaran Briket Batubara Kalori Rendah Dengan Pengayaan Oksigen Udara Pembakaran (<i>Oxy-Combustion</i>) Diah K. Pratiwi, Valentino Ch (UNSRI)	568
460	EL 20	Pemanfaatan Elemen Peltier Tipe Cp1-12730 Sebagai Sumber Daya Emergency Charger Ponsel Ismail Thamrin, Irham Hizrata (UNSRI)	574
464	EL 21	Pembuatan Dan Pengujian Prototipe Turbin Pelton Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro(Skala Laboratorium) SA Teguh Budi, Muhammad Nur Hasbi (UNSRI)	584
465	EL 22	Studi Pengaruh Penambahan Aditif Metanol Terhadap Angka Oktan Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Bahan Bakar Pertamina Riman Sipahutar, Dyos Santoso (UNSRI)	594
466	EL 23	Optimasi Temperatur Pada Proses Sintesis Zeolit Analsim Dari Abu Terbang Batubara Anhairona Rozaria, Grafellia Sudarman, Simparkin Br Ginting, Abdul Ghofar (UNILA, TIRBR, PUSPITEK)	607

Rancang Bangun Swirling Pressurized Fluidized Bed Combustor (SPFBC) Sebagai Alat Gasifikasi Bahan Biomassa

Nukman

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Inderalaya km.32, Inderalaya
Email: ir_nukman2001@yahoo.com

ABSTRACT

Rancang Bangun Swirling Fluidized Bed Combustor (SPFBC) Sebagai Alat Gasifikasi Bahan Biomassa. Alat ini dirancang untuk dipakai dalam penelitian di laboratorium. Pemakaian biomassa sebagai bahan bakar termasuk suatu kebijakan yang telah ditetapkan pemerintah pada masa datang. Biomassa tidak hanya dapat membakar langsung bahan baku, namun biomassa dapat dikonversi menjadi gas. Alat ini dalam skala laboratorium telah diuji coba dan telah menunjukkan hasil yang baik.

Keywords: Biomassa, gasifikasi, combustor.

1. PENDAHULUAN

Sebagai salahsatu jenis energi, batubara dan biomassa memiliki nilai strategis dan potensial untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan energi dalam negeri. Permasalahan dalam penggunaan batubara dan biomassa sebagai sumber energi adalah ketidakpraktisan dalam penggunaannya dan dampak polusi yang ditimbulkan oleh batubara dan biomassa cenderung lebih besar dibandingkan dengan minyak dan gas bumi. Akan tetapi dengan menggunakan teknologi yang bersih, diharapkan masalah-masalah tersebut dapat teratasi.

Oleh karena itu, akan dirancang alat pembakaran yang lebih efisien dan efektif, baik pada pembakaran bahan bakar batubara maupun pada bahan bakar alternatif yang saat ini sedang dikembangkan seperti biomassa. Selain daripada itu, alat ini dapat berfungsi sebagai penggas bahan bakar padat (alat gasifikasi bahan bakar padat). Rancang bangun alat ini merupakan adaptasi dan penyempurnaan dari alat sejenis yang dirancang oleh Wu. et .al (2007).

Pembakaran bahan bakar umumnya menghasilkan emisi gas buang antara lain CO₂, CO, HC, NO_x, SO_x serta polutan yang lainnya yaitu abu, dimana abu ini terdiri dari abu terbang (*fly ash*) dan abu tertinggal (*bottom ash*) untuk pengujian emisi gas buang alat yang dipakai adalah *Gas Emission Analyzer*, sedangkan untuk pembakaran bahan bakarnya memakai combustor.

Alat pengujian emisi gas buang ini harus selalu terhindar dari kandungan abu dikarenakan abu akan menutupi lubang-lubang pori dari sel-sel uji dari *Gas Emission Analyzer*, bilamana terdapat abu menutupi pori-pori tersebut akan membiaskan

pembacaan emisi tersebut, untuk itulah dirancang satu alat combustor yang dilengkapi dengan penjembat yang dinamakan *cyclone (trackping)* abu dalam hal ini penjembat tersebut berfungsi untuk menjerat abu dan mengalirkannya kebagian bawah alat yang dengan sendirinya asap yang dibaca atau yang diukur oleh *Gas Emission Analyzer* dalam keadaan bebas debu.

2. TEKNOLOGI PEMBAKARAN BATUBARA

2.a. Teknologi Pulverized Coal dengan penambahan Flue Gas Desulphurization (PC + FGD)

Pada prinsipnya penambahan FGD merupakan proses lanjut terhadap gas buang dari proses teknologi *Pulverized coal*. Hal ini dimaksudkan untuk mengatasi emisi SO_2 , sebagai hasil sisa dari pembakaran batubara di dalam boiler. Prinsip kerja dari FGD adalah dengan mengabsorpsi SO_2 keluar ke udara bebas, dengan tingkat penekanan sampai 90% dari keadaan awal. Pemakaian teknologi ini sedang dikembangkan untuk pusat pembangkit listrik Suralaya unit 5,6 dan 7 (Koestoer, 1997).

2.b. Teknologi Integrated Gasification Combine Cycle (IGCC)

Teknologi IGCC merupakan gabungan dari unit gasifikasi batubara dengan teknologi combine cycle yang telah lama dikenal dan biasanya menggunakan bahan bakar gas bumi atau minyak bumi. Hal ini memungkinkan suatu pembangkit tenaga listrik dioperasikan dengan menggunakan batubara (Koestoer, 1997).

Prinsip kerja dari *combine cycle* yang memanfaatkan turbin gas dan turbin uap telah lama dikenal. Udara dengan temperatur dan tekanan tertentu diumpankan untuk membakar bahan bakar. Gas panas yang dihasilkan dari pembakaran kemudian dilewatkan melalui turbin gas yang sebagian besar menghasilkan energi untuk memutar turbin dan sebagian lainnya berupa energi panas terbuang. Untuk meningkatkan efisiensi kerja, maka ditambahkan *heat recovery steam generator (HRSG)*. Temperatur gas yang keluar dari turbin gas berkisar antara 400-500 °C, masih memiliki energi panas yang cukup besar untuk menggerakkan turbin uap yang terdapat dalam HRSG. Efisiensi yang dihasilkan dari pembangkit listrik ini cukup tinggi yaitu mencapai 56% dengan tingkat emisi yang rendah dan biaya operasi yang relatif rendah (Koestoer, 1997).

2.c. Teknologi Circulating Fluidized Bed Combustion (CFBC)

Pada CFBC partikel batubara yang belum terbakar disirkulasikan kembali ke dalam ruang bakar sehingga memungkinkan tercapainya efisiensi pembakaran yang lebih tinggi. Dewasa ini proporsi CFBC dalam total kapasitas terpasang FBC terus meningkat yang didorong oleh beberapa keunggulan antara lain : fleksibilitas bahan bakar pada temperatur pembakaran yang rendah (800-900 °C), efisiensi pembakaran yang lebih tinggi dan tingkat emisi SO_2 dan NO_x yang relatif rendah (Koestoer, 1997).

2.d. Teknologi Pressurized Fluidized Bed Combustion (PFBC)

Teknologi PFBC termasuk pada kelompok teknologi unggulan dalam perlombaan pengembangan pusat pembangkit listrik dengan teknologi batubara bersih (*clean coal*), sejak ABB carbon dari swedia berhasil melakukan inovasi, desain pemecahan yang unik dari unit pembakaran, suatu bejana bertekanan (*pressurized vessel*) yang mengandung peralatan pembakaran *fluidized bed* (Koestoer,1997).

2.e. Mekanisme kerja Swirling Pressurized Fluidized Bed Combustion

Sistem pembakaran batubara dengan metode ini dikemukakan oleh (Elliot, 1968 dan Malik, 1998 dalam Sukandarrumidi, 2006). Pada awalnya sistem pembakaran ini dengan cara *Bubbling Fluidized Bed* (BFB), yaitu dengan membuat partikel-partikel batubara terfluidakan oleh gelembung-gelembung udara pada tekanan atmosfer. Sistem pembakaran BFB hampir sama dengan dengan sistem pembakaran PFB.

Pada sistem PFB aliran udara untuk pembakaran diberi tekanan 10 bar atau lebih dengan menggunakan kompresor udara. Oleh karena itu laju pertukaran panas di dalam *fluidized bed* semakin meninggi. Pada proses pembakaran ini, pembakaran terjadi pada tekanan tinggi yang artinya ruang pembakaran tertutup di dalam tangki bertekanan (*pressure vessel*).

Ukuran biomassa yang dipakai dalam sistem pembakaran ini adalah 6 s.d. 20 mm, yang dimasukkan dengan menggunakan saluran distributornya. Kemudian pada sistem pembakaran ini juga dimasukkan batu kapur (*limestone*) agar pada saat pembakaran juga terjadi *desulfurisasi*. Temperatur pembakaran pada sistem *fluidized bed* ini sekitar 850 °C.

Pada pembakaran ini terdapat pipa-pipa yang berfungsi sebagai pendingin. Sehingga dapat membatasi temperatur pembakaran sekitar 850 °C. temperatur pembakaran yang relatif rendah ini menyebabkan produksi NOx menjadi lebih sedikit dan mencegah proses *slagging*.

Gas hasil pembakaran yang bertekanan, akan keluar dari ruang pembakaran dan selanjutnya akan dibersihkan secara mekanis melalui *cyclone*. Gas yang telah dibersihkan ini selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai penggerak dari pada turbin gas. Output dari turbin gas ini sebagian digunakan untuk menggerakkan kompresor dan sebagian untuk menggerakkan generator penghasil listrik.

Uap dari hasil pembakaran juga dapat dimanfaatkan sebagai penggerak turbin uap yang outputnya menggerakkan generator penghasil listrik juga. Oleh sebab itu sistem pembakaran dengan metoda *Pressurized Fluidized Bed Combustion* dapat diterapkan pada suatu *combined cycle* antara gas dan uap.

3. BAGIAN UTAMA SWIRLING PRESSURIZED FLUIDIZED BED COMBUSTION (SPFBC)

Alat ini dibuat dengan skala laboratorium. Adapun bagian-bagian utama alat ini adalah:

3.a.Fluidizing Air

Fluidizing Air ialah dua buah pipa dan plat yang memisahkan kedua pipa tersebut. Untuk pipa pertama memiliki diameter (d) = 10 cm, dan tinggi (t) = 10 cm,

dan untuk pipa kedua memiliki diameter (d) = 1,5 cm, dan panjang (p) = 30 cm, sedangkan plat berbentuk lingkaran dengan diameter = 17 cm, tebal = 2 mm.

Fungsi dari *Fluidizing Air* ialah untuk menyalurkan udara yang berasal dari blower. (Lihat gambar 1).

3.b. Air Distributor

Swirling adalah distributor udara yang bentuknya terdiri dari susunan plat baja yang membentuk swirling susunan kipas atau fan. Pemakaian swirling ini dimaksudkan agar

terjadi aliran putar dalam ruang bakar, sehingga didapat keseragaman aliran udara. Bahannya adalah plat baja yang dibentuk menyerupai sirip dari kipas atau fan. Sirip ini berjumlah 13 buah yang disusun rapi menyerupai fan umumnya. Ketebalan plat adalah 1 mm, dengan diameter terluar dari susunan sirip adalah 10 cm. Susunan dari sirip dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 1: Fluidizing Air



Gambar 2: Swirling dan Bed

3.c. Bed

Bed ialah tungku, dimana dalam pembuatan bed ini digunakan besi behel 5 mm. Dengan susunan silang bed ini dilas pada bagian atas swirling berjarak 20 cm. Untuk bahan baku ukuran serbuk, maka di atas silang bed ini dipasangkan screen dari bahan stainless steel. Lihat gambar 2.

3.d. Pipa Combustor

Fungsi dari pipa combustor ialah sebagai tempat terjadinya pembakaran. Pipa combustor (gambar 3) ialah pipa yang terbuat dari stainless steel dengan tebal = 1,5 mm, diameter = 10 cm, dan tinggi (t) = 1,2 m.



Gambar 3: Pipa Combustor

3.e. Plat penutup bagian atas

Plat penutup bagian atas (gambar 5) memiliki tebal = 3 mm, lebar = 18 cm, dan panjang = 26 cm. Fungsi plat ialah untuk menutup pipa combustor. Lihat gambar 4.



Gambar 4: Plat penutup bagian atas

3.f. Screw Feeder

Screw feeder (gambar 5) ialah alat yang terbuat dari besi cor yang merupakan alat yang biasa digunakan untuk menggiling daging, sedangkan pipanya terbuat dari stainless steel, pipa ini memiliki diameter = 2,3 cm, dan panjang = 90 cm, dalam pembuatannya tidak bisa dilakukan pengelasan antara *screw feeder* dan pipa karena kedua benda tersebut terbuat dari bahan yang berbeda sehingga tidak bisa dilakukan pengelasan, karena itulah digunakan cincin yang memiliki ulir, sehingga kedua benda tersebut dapat digabungkan, dengan kata lain *screw feeder* dan pipanya dapat dibongkar pasang.



Gambar 7: Pipa Penghubung



Gambar 8: Cyclone

3.i. Cyclone

Cyclone terbuat dari plat dengan tebal = 1 mm, memiliki tinggi = 36 cm, diameter atas = 14,7 cm, diameter bawah = 6 cm, didalam cyclone terdapat plat yang berbentuk spiral, dengan lebar = 3 cm, dan jarak antara plat = 3 cm.

Fungsi dari cyclone ialah memisahkan antara abu terbang dengan gas buang. (Lihat gambar 8).

3.j. Tabung Oksigen (O₂) + regulator

Tabung Oksigen (O₂) berfungsi sebagai tempat dari oksigen murni. Yang mana oksigen ini berfungsi untuk membantu pembakaran didalam combustor. Sedangkan regulator berfungsi sebagai pengatur suplai oksigen dari tabung kedalam combustor melalui *secondary air*.

3.k. Kompresor

Fungsi dari kompresor (gambar 9) ialah untuk menyemprotkan udara primer, yang bertujuan untuk mencegah terjadinya penumpukan biomassa diatas *bed*, dengan kata lain udara yang berasal dari kompresor dapat menyebabkan terjadinya pengadukan dan pergerakan partikel yang turbulen. Hal inilah yang membedakan antara pembakaran menggunakan *System Swirling Fluidized Bed Combustion* dengan pembakaran yang menggunakan system konvensional.



Gambar 10: Kompresor

3.1. Penyangga Pipa Combustor

Penyangga ini (gambar 11) berfungsi untuk menyangga agar alat pembakaran batubara tetap stabil.



Gambar 11: Penyangga pipa combustor

Gambar 12: Gas Emission Analyzer

3.m. Selang Oksigen dan Selang Kompresor

Selang oksigen memiliki diameter (d) = 1 cm, dengan panjang (p) = 8 m, digunakan sebagai penyalur oksigen yang berasal dari tabung ke secondary air. Selang kompresor memiliki diameter (d) = 1 cm, dengan panjang (p) = 2 m, digunakan sebagai penyalur udara yang berasal dari kompresor ke *primary air*.

3.n. Gas Emission Analyzer

Gas Emission Analyzer (gambar 12) ialah alat yang digunakan untuk mengukur gas buang dari biomassa.

4. PROSEDUR PERCOBAAN

Berikut ini merupakan prosedur percobaan dari pengujian emisi gas buang Pada serbuk Biomassa, menggunakan *Gas Emission Analyzer*:

- Siapkan Alat dan Bahan
- Susun atau rakit alat sesuai yang.
- Masukkan kayu tipis berbentuk lidi yang telah terbakar ke dalam lubang pengukur temperatur pada pipa *combustion* yang bertujuan sebagai pemicu pada pembakaran biomassa didalam tabung.
- Masukan sampel serbuk kayu kedalam pipa *combustor* sedikit demi sedikit melalui *Screw feeder* , sambil dialirkan oksigen murni melalui *secondary air* yang bertujuan untuk membantu terjadinya pembakaran diruang bakar.
- Dari bagian bawah ruang pembakaran dialirkan udara yang berasal dari *kompresor* yang melalui *primary air*, *air distributor* dan kemudian melalui

- bed.* didalam ruang bakar akan terjadi pengadukan atau akan terjadinya pergerakan partikel yang turbulen.
- Biarkan pembakaran didalam ruang bakar selama ± 15 menit, diikuti dengan penambahan serbuk kayu sedikit demi sedikit. Agar pembakaran didalam ruang bakar tetap terjaga.
 - Hitung Temperatur yang terjadi pada saat pembakaran terjadi dengan menggunakan *Termokopel*.
 - Gas buang (*flue gas*) yang keluar dari *cyclone* diukur dengan menggunakan *Gas Emission Analyzer*.
 - Masukkan selang dari alat ukur *Gas Emission Analyzer* kedalam pipa *flue gas* pada *cyclone*, lalu lihat, catat, dan print data yang terbaca pada alat *Gas Emission Analyzer* tersebut.

5. HASIL PENGUJIAN ALAT

Bahan bakar padat yang dibakar pada alat ini adalah Serbuk kayu dan daun Akasia (*Acacia mangium*). Temperatur pembakaran yang terbaca pada lubang pengukur temperatur adalah 970 °C. Hasil pengukuran emisi gas buang seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang Serbuk Kayu dan Serpihan Daun Akasia

PENGUJIAN	Kayu Akasia	Daun Akasia
CO (ppm)	98	88
NO _x (ppm)	223	190

6. KESIMPULAN

- Alat Ini dapat bekerja dengan baik
- Dari segi mekanisme pembakaran, temperatur api sekitar 340 °C, walaupun jauh dibawah temperatur api boiler konvensional (± 1600 °C) tetapi akan menghasilkan pembakaran yang sempurna karena adanya pergerakan dan pencampuran *Fluidized*.
- Gas Hasil pembakaran yang bertekanan akan keLuar dari ruang bakar dan selanjutnya akan dibersihkan secara mekanis melalui *cyclone*. Gas yang telah dibersihkan ini selanjutnya dapat dimanfaatkan sebagai gas pembakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Koestoer, R. A, Yulianto SN, Iwan Masri, Martino RS dan Nandy S, 1997, *Studi Tentang Batubara; Potensi, Teknologi dan Prosfek Pemanfaatannya*, Depok.
- Sukandarrumidi, 2006, *Batubara dan Pemanfaatannya; Pengantar Teknologi Batubara Menuju Lingkungan Bersih*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta,



Wu, Andi ; Li, Songgeng ; Deng, Shuang ; Pan, Wei-pan, 2007, *Effect Of CO-Combustion of Chicken Litter and Coal on Emissions in a Laboratory-Scale Fluidized Bed Combustor*, Institute for Combustion Science and Environmental Technology, Western Kentucky University, Bowling Green, KY, 42101 USA,



