Edisi No. 2. Tahun XX, Juni 2006

ISSN : 0215-1685

JURNAL TEKNOLOGI

(Journal of Technology)

Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Daftar Isi

MESIN

Pembuatan *Rapid Tooling* Cetakan Lunak Injeksi Melalui Teknik *Indirect Tooling* Dengan Proses *Rapid Prototyping Fused Deposition Modeling* (Studi Kasus Produk Tutup Muka Telepon Genggam)
Danardono AS., Tresna P. Soemardi dan Dadan Heryada 77

Koreksi Terhadap Model Film Stagnan Untuk Penguapan Tetesan Air
Engkos Achmad Kosasih 84

ELEKTRO

Sensor Warna Dengan Menggunakan Graded Channel MOSFET
Hartono Siswono, Djoko Hartanto dan Harry Sudibyo. 91

METALURGI

Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Pluronik P123 Terhadap Struktur Kristal SBA-15
Donanta Dhaneswara, Eddy Siradj dan Muhammad Hikam 101

Peningkatan Nilai Kalori Batubara Bituminus Dengan Aglomerasi Air-Minyak Sawit
Nukman dan Suhardjo Poertadji 106

Pengaruh Pelumas Minyak Sawit Pada Proses *Deep Drawing* Lembaran Kuningan (Cu-Zn)
Sukirno, Dedi Priadi dan Riau Andriana Setiawan 114

Korelasi Dalam Penentuan Tingkat Kualitas Aspal Pengikat Antara Metoda Pengukuran Sifat Rheologi Dengan Pengukuran Kandungan Unsur Logam & Unsur Non-Logam
Suwhadi dan Suhardjo Poertadji 121

KIMIA

Analisa Kelayakan Perancangan Pabrik Furfural Berbasis Ampas Tebu
Anondho Wijanarko, Johannes Anton Witono dan Made Satria Wiguna 129

Mass Transfer Model In Sealed End Hydrophobic Microporous (Polypropylene) Hollow Fiber Membrane Gas-Liquid Contactors
Sutrasno Kartohardjono 143

INDUSTRI

Teknik Pengelolaan *Brand Equity* Dalam Pemilihan Alternatif Strategi Pemasaran Studi Kasus Produk Ban Kategori Consumer Produksi PT.X
Erlinda Muslim dan Hanifah 151

JURNAL TEKNOLOGI

ISSN : 0215-1685

Akreditasi Dirjen Dikti No. 39 / Dikti / Kep / 2004

Jurnal Teknologi mempublikasikan hasil penelitian ilmiah di Bidang Ilmu Teknik berupa penelitian dasar, perencanaan, perancangan dan studi pengembangan teknologi. Jurnal Teknologi terbit secara berkala tiga bulanan (Maret, Juni, September dan Desember).

Ketua Penyunting : Ir. Gunawan Wibisono, M.Sc., Ph.D.

Koordinator:

Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA.
Prof. Dr. Ir. Bambang Suryawan
Dr. Ir. Muhamad Asvial
Dr. Ir. Anne Zulfia
Mahmud Sudibandriyo, Ph. D
Ir. Isti Surjandari, MT., MA., Ph. D.

Penyunting ahli: FTUI

Prof. Dr. Ir. Budi Susilo Soepandji
Prof. Dr. Ir. Soelistyoweni W., Dipl. S.E., S.K.M.
Prof. Dr. Ir. Sutanto Soehodho M.Eng.
Prof. Dr. Ir. I. Made Kartika, Dipl. S.E.
Prof. Dr. Ir. Tresna P. Soemardi
Prof. Dr. Ir. Djoko Hartanto, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Zuhal A. Kadir, M.Sc.
Prof. Dr. Ir. Sar Sardy, M.Eng.Sc.
Prof. Dr. Ir. Dadang Gunawan M.Eng.
Prof. Dr. Ir. Eko Tjipto Rahardjo
Prof. Dr. Ir. Bagio Budiardjo, MSc.
Prof. Dr. Ir. Eddy Sumarno Siradj, M.Sc.
Prof. Ir. Gunawan Tjahjono, M.Arch., Ph.D
Prof. Dr.Ir. Roekmijati W.S., MS.
Prof. Dr. Ir. M. Nasikin M.Eng.
Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA.
Dr. Ing. Ir. Henky Wibowo Ashadi
Dr. Ir. Herr Soeryantono, M.Sc.
Dr. Ir. Indreswari G, M.S.
Dr.-Ing. Ir. Dwita Sutjiningsih
Dr. Ir. Bambang Trigunarsyah
Ir. R. Jachrizal Sumabrata, M.Sc., Ph.D.
Dr. Ing. Josia Irwan Rastandi, S.T., M.T.
Dr. Ir. Setyo Sarwanto Moersidik
Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo, DEA
Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng.
Dr. Ir. Widjojo Adi Prakoso
Dr. Ir. Wiwik Rahayu
Dr. Ir. Yuskar Lase
Ir. Hendri DS Budiono, M.Eng.
Dr. Ir. Raldi Artono Koestoer
Ir. Yulianto S. Nugroho, MSc., Ph.D.
Dr. Ir. M. Idrus Alhamid
Dr. Ir. Gandjar, M.Eng.
Dr. Ir.-Ing. Nandy Putra
Dr. Ir. Harinaldi, M.Eng
Dr. Ir. Bambang Sugiarto
Dr. Ir. Rudy Setiabudy
Dr. Ir. Iwa Garniwa
Dr. Ir. Rinaldy Dalimi
Dr. Ir. Wahidin Wahab
Dr. Ir. Feri Yusivar
Dr. Ir. Harry Sudibyo
Dr. Ir. Kalamullah Ramli
Dr. Ir. Dedi Priadi
Dr. Ir. Muhammad Anis, M.Met.
Dr. Ir. Johny Wahyuadi
Ir. Triatno Yudo Harjoko, Ph.D, MSc.
Dr.-Ing. Ir. Ferryanto Chaidir
Ir. Antony Sihombing, MPD., Ph.D.
Dr. Ir. Widodo Wahyu P.
Kamarza Mulia, M.Sc., Ph.D
Dr. Ir. T. Yuri M. Zagloel, M.Sc.

Penyunting ahli: Luar FTUI

Dr. M.Hikam (FMIPAUI)
Prof. Johan S. (Lab. Perumahan & Pemukiman) ITS
Ir. Bambang Hari W. Ph.D (Dept. Arsitektur) UGM
Ir. Panut Mulyono, M.Eng., D.eng. (Kimia) UGM
Prof. Dr. Ir. Indarto, DEA (UGM)
Prof. Ir. Harsono T. , MSIE., Ph.D. (ITB)
Dr. Danu Ariono (ITB)
Prof. Aryadi Suwono (ITB)
Dr. Dwiwahju Sasongko (ITB)
Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar JK. (Mesin) UNDIP.
Dr. H. Soefjan Tsauri, M.Sc., APU. (LIPI)
Prof. Dr. Marzuki B. Khalid (UTM, Malaysia)
Prof. S.H. Winoto (NUS, Singapore)
Prof. Ross King (Melbourne)

Pelaksana Teknis : Nan Harta

Rekening

Bank BNI 46 Cab. UI-Depok, Rek. No. 000.669.8780, a.n. *Dana Pengembangan FTUI*

Sekretariat Redaksi

Gedung Dekanat Lantai 3
Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Kampus Baru UI Depok, Depok 16424
Telp.: (021) 7863503-05 Fax.: (021) 7270050 E-mail: jurtek@eng.ui.ac.id

© *Jurnal Teknolo*

ISSN 0215-1685
Edisi No. 2, Tahun XX, Juni 2006, 77-160

JURNAL TEKNOLOGI

Daftar Isi

Pembuatan *Rapid Tooling* Cetakan Lunak Injeksi Melalui Teknik *Indirect Tooling* Dengan Proses *Rapid Prototyping Fused Deposition Modeling* (Studi Kasus Produk Tutup Muka Telepon Genggam)
Danardono AS., Tresna P. Soemardi dan Dadan Heryada 77 - 83

Koreksi Terhadap Model Film Stagnan Untuk Penguapan Tetesan Air
Engkos Achmad Kosasih 84- 90

Sensor Warna Dengan Menggunakan Graded Channel MOSFET
Hartono Siswono, Djoko Hartanto dan Harry Sudibyo 91 - 100

Pengaruh Konsentrasi Surfaktan Pluronik PI23 Terhadap Struktur Kristal SBA-15
Donanta Dhaneswara, Eddy Siradj dan Muhammad Hikam 101 - 105

Peningkatan Nilai Kalori Batubara Bituminus Dengan Aglomerasi Air-Minyak Sawit
Nukman dan Suhardjo Poertadji 106 - 113

Pengaruh Pelumas Minyak Sawit Pada Proses *Deep Drawing* Lembaran Kuningan (Cu-Zn)
Sukirno, Dedi Priadi dan Riau Andriana Setiawan 114 - 120

Korelasi Dalam Penentuan Tingkat Kualitas Aspal Pengikat Antara Metoda Pengukuran Sifat Rheologi Dengan Pengukuran Kandungan Unsur Logam & Unsur Non-Logam
Suwhadi dan Suhardjo Poertadji 121 - 128

Analisa Kelayakan Perancangan Pabrik Furfural Berbasis Ampas Tebu
Anondho Wijanarko, Johannes Anton Witono dan Made Satria Wiguna 129 - 142

Mass Transfer Model In Sealed End Hydrophobic Microporous (Polypropylene) Hollow Fiber Membrane Gas-Liquid Contactors
Sutrasno Kartohardjono 143 - 150

Teknik Pengelolaan *Brand Equity* Dalam Pemilihan Alternatif Strategi Pemasaran Studi Kasus Produk Ban Kategori Consumer Produksi PT.X
Erlinda Muslim dan Hanifah 151-160

JURNAL TEKNOLOGI, Edisi No. 2. Tahun XX, Juni 2006, 106-113 ISSN 0215-1685

Peningkatan Nilai Kalori Batubara Bituminus Dengan Aglomerasi Air-Minyak Sawit

Nukman dan Suhardjo Poertadji
Program Pascasarjana Sains Material FMIPA Universitas Indonesia, Jakarta, 10440
e-mail: ir_nukman2001@yahoo.com

Abstrak

Kadar abu pada batubara bituminus dapat diturunkan dengan metode aglomerasi, sehingga nilai kalorinya dapat ditingkatkan. Sejumlah partikel halus batubara yang mengandung abu 13,25 % dan nilai kalori 7482 kkal/kg, dicampur dengan air dan minyak goreng sawit atau minyak sawit mentah, diaduk dalam suatu silinder baja tahan karat, untuk menghasilkan aglomerat. Produk pencucian ini adalah batubara bersih, yang mempunyai kadar abu 4,66 % dan nilai kalori 8332 kkal/kg.

Kata kunci: *Metode aglomerasi, batubara bituminus, abu dan nilai kalori.*

Abstract

Ash content in bituminous coal could be minimized by agglomeration method. As a results, calorific value of bituminous coal could be improved. A fraction of coal with 13.25 % ash and 7482 kcal/kg calorific value, be mixed with water and palm oil or also crude palm oil (CPO) to be agitated in a stainless steel cylinder to produce agglomerates. The product is clean coal, with lower ash content (4.66 %) and higher calorific value (8332 kcal/kg).

Keywords: *Agglomeration method, bituminous coal, ash and calorific value.*

1. Pendahuluan

Batubara banyak dipakai dalam industri berskala besar, terutama pada pembangkit tenaga listrik, pabrik semen, serta industri lain yang memerlukan proses pemanasan seperti pabrik pengecoran dan pengolahan besi baja. Di dunia ketiga, batubara banyak digunakan dalam rumah tangga untuk memasak dan pemanasan ruang.[1]

Salah satu parameter kualitas batubara adalah nilai kalori. Nilai kalori atau kadang-kadang disebut energi spesifik, ditentukan dengan cara membakar sejumlah sampel batubara halus di dalam peralatan bomb kalorimeter adiabatis.

Nilai kalori batubara dapat ditingkatkan dengan cara mengurangi kadar abu yang terkandung di dalamnya. Abu dan sulfur merupakan elemen-elemen *impurities* (kotoran pengganggu), di samping kotoran lainnya seperti tanah, batuan, mineral, dan lain-lain. Abu dapat dikurangi dengan cara pencucian serbuk batubara.

Metode aglomerasi dengan campuran air dan minyak merupakan suatu teknik pencucian untuk me *recovery* dan mengeliminasi abu dari batubara [2]. Proses aglomerasi mampu mengolah batubara jenis antrasit, sub bituminus dan juga bituminus. Aglomerasi minyak dapat digunakan untuk menghasilkan suatu padatan, produk kental yang disebut aglomerat yang digabung dari berbagai ukuran partikel batubara.

Tiap aglomerat dapat mengandung bagian-bagian kecil batubara yang bervariasi dalam ukuran dari 2 mm sampai beberapa mikrometer, dan memiliki kekuatan melekat yang cukup besar untuk tetap utuh [3]. Karena sifat *lipophilic* (oil loving) dan *hydrophobic* (water hating) dari permukaan batubara, maka metode aglomerasi ini dapat diterapkan.

2. Metode Penelitian

Bahan baku sampel adalah batubara bituminus dari PT Tambang Batubara Bukit Asam, tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan. Sedangkan media minyaknya adalah minyak goreng sawit yang dibeli di pasaran merek Filma, dan minyak mentah sawit (CPO-Crude Palm Oil) yang didapat dari pabrik pengolahan kelapa sawit Tania Selatan di Kabupaten Ogan Ilir Sumatera Selatan. Nilai Kalor minyak goreng sawit 11510 kkal/kg dan minyak sawit mentah 9565 kkal/kg, dan kadar sulfur nol [4].

Alat untuk proses aglomerasi dibuat khusus dari silinder berdiameter 4 (empat) inci dengan ketinggian 10 inci dilengkapi dengan pengaduk delapan kipas yaitu modifikasi dari Robbins[5] yang mempunyai pengaduk enam kipas. Pengaduk diputar pada kecepatan 1450 rpm. Silinder dan pengaduk dibuat dari baja tahan karat.

Batubara bituminus dihaluskan dengan *crusher* dan diayak dengan *sieve* (ayakan ukuran kecil untuk laboratorium) hingga didapat partikel berukuran 20 mesh (0,65 mm) sampai 30 mesh, 40 mesh (0,425 mm) sampai 50 mesh dan 60 mesh (0,15 mm) sampai 70 mesh. Dengan demikian ukuran partikel batubara yang diteliti adalah 20, 40 dan 60 mesh. Sedangkan campuran air dan batubara adalah perbandingan antara berat 50, 75 dan 100 gram batubara yang masing-masing dicampur dengan 500 gr air. Adapun persen minyaknya adalah 5, 10 dan 15 % pada masing-masing berat batubara 50, 75 dan 100 gram. Air 500 gr (500 ml) dimasukkan ke dalam tabung silinder dan diikuti dengan batubara halus, dan kemudian diaduk selama 4 menit. Pada awal menit ke lima minyak dimasukkan dengan cara disemprotkan kedalam silinder dengan memakai suntikan plastik tanpa menyentuh dinding maupun pengaduk. Putaran pengaduk dihentikan pada akhir menit kelima. Aglomerat yang terbentuk diambil, kemudian dikeringkan selama 24 jam di atas saringan, agar air yang terikut dapat dibuang. Untuk pengukuran kadar abu dan nilai kalori, hasil proses aglomerasi (yang merupakan campuran butiran halus batubara), sedikit air dan minyak, dipanaskan pada temperatur 110° C selama dua jam. Kadar air diharapkan minimum dan merupakan kadar *inherent moisture* (air di dalam pori-pori). Pengukuran kadar abu dilakukan dengan cara pembakaran 1 gram batubara di dalam *crucible* pada dapur *muffle* dengan temperatur 950° C. Untuk pengukuran nilai kalori digunakan bomb kalorimeter adibatis. Kedua pengukuran dilakukan pada kondisi air dry basic (adb).

Untuk selanjutnya akan digunakan istilah: "minyak sawit" untuk "minyak goreng sawit Filma", dan "sawit mentah" untuk "minyak sawit mentah (CPO)".

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk kemudahan pendataan maka sampel-sampel dikodifikasi sesuai dengan perlakuan yang diberikan kepada sampel, atau bergantung pada ukuran partikel, persen padatan dan persen-jenis minyak.

Kode setiap sampel: Bx Py Sz
Dengan pengertian:

Bx = batubara Bituminus berukuran partikel x mesh

Py = persen Padatan (y gr batubara/100 gr air = y %)

Sz = z % minyak Sawit / berat batubara
Btc adalah batubara tanpa dicuci.

C = CPO adalah sawit mentah

Batubara dengan ukuran partikel 20 mesh yang dicuci dengan minyak sawit mentah, ternyata tidak menghasilkan aglomerat

Pengaruh Besar Ukuran Partikel Batubara

Besar ukuran partikel menunjukkan besarnya permukaan kontak partikel batubara dengan media campuran air-minyak sawit. Ukuran 60 mesh adalah ukuran partikel terkecil dari sampel. Diharapkan kadar abu yang terbuang akan lebih banyak pada ukuran 60 mesh dibandingkan dengan ukuran 20 dan 40 mesh. Namun pada kenyataannya sulit diambil kesimpulan bahwa makin kecil ukuran partikel akan makin besar abu yang terbuang.

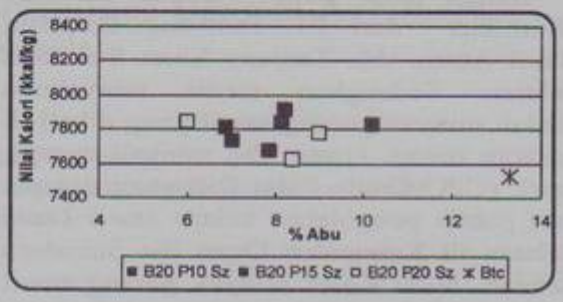
Pada gambar 1.a ditampilkan hubungan antara nilai kalori dengan kadar abu batubara bituminus, untuk ukuran 20 mesh. Kadar abu batubara yang sudah dicuci dengan air-minyak sawit bervariasi antara 6 % sampai sekitar 10 %, sedangkan nilai kalornya bervariasi antara 7600 kkal/kg sampai sekitar 7900 kkal/kg.

Dari gambar 1.b, batubara 40 mesh yang dicuci dengan minyak sawit menunjukkan kadar abu yang pada umunya lebih tinggi dibandingkan dengan batubara yang dicuci dengan sawit mentah. Tetapi nilai kalori batubara yang dicuci dengan minyak sawit selalu lebih rendah daripada batubara yang dicuci dengan sawit mentah. Untuk besar butir 40 mesh yang dicuci dengan minyak sawit ini, kisaran kadar abunya adalah 8,25 sampai 9,25 %. Sedangkan batubara yang dicuci dengan sawit mentah menyisakan kadar abu antara 4,5 sampai 11 %, dengan nilai tengah 7,75 %.

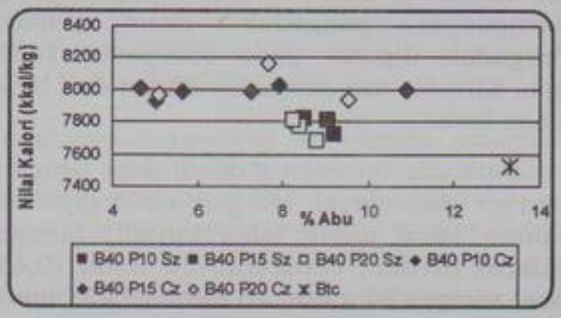
Untuk batubara yang dicuci dengan minyak sawit, nilai kalori terendah adalah 7950 kkal/kg dan tertinggi sebesar 8050 kkal/kg, atau rata-rata 8000 kkal/kg, dengan deviasi ± 50 kkal/kg.

Dari gambar 1.c dapat dilihat bahwa, rata-rata nilai kalori dari batubara ukuran 60 mesh yang dicuci dengan sawit mentah menghasilkan nilai kalori yang lebih tinggi dibandingkan dengan batubara yang dicuci dengan minyak sawit. Rata-rata nilai kalori batubara yang dicuci dengan sawit mentah adalah 8211 kkal/kg dengan deviasi ± 72 kkal/kg. Dari gambar juga terlihat bahwa, kadar abu dari batubara yang dicuci dengan sawit mentah ini mempunyi kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan memakai minyak sawit. Kadar abu rata-rata dari batubara yang dicuci dengan sawit mentah adalah 8,66 % dengan deviasi ± 0,33 %.

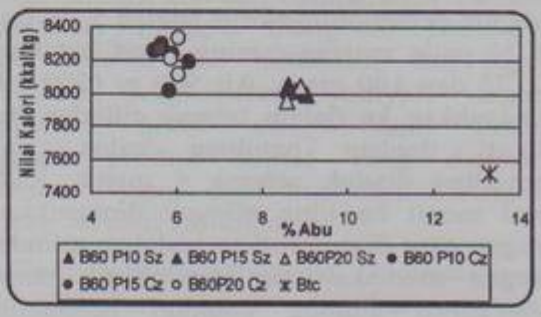
Nilai kalori maksimum sebesar 8165 kkal/kg terdapat pada partikel 40 mesh yang dicuci dengan air-sawit mentah dan nilai terendahnya sebesar 7927 kkal/kg. Nilai kalori yang tinggi ini dapat terjadi karena sifat melekat dari sawit mentah yang lebih besar dan kekentalan yang lebih besar dibandingkan dengan minyak sawit.



Gambar 1a.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Untuk Ukuran Partikel Batubara 20 Mesh Dengan Padatan 10, 15 dan 20 % yang Dicuci Dengan Minyak Sawit.



Gambar 1b.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Untuk Ukuran Partikel Batubara 40 Mesh Dengan Padatan 10, 15 dan 20 % yang Dicuci Dengan Minyak Sawit dan Sawit Mentah.



Gambar 1c.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Untuk Besar Ukuran Partikel Batubara 60 Mesh Dengan Padatan 10, 15 dan 20% yang Dicuci Dengan Minyak Sawit dan Sawit Mentah.

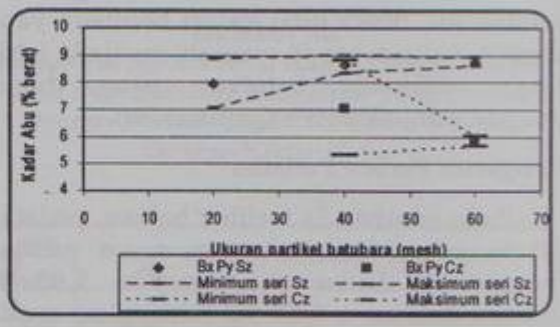
Pada partikel 60 mesh, (gambar 1.c), secara umum dapat dilihat bahwa nilai kalori yang dapat dicapai lebih besar daripada yang dicapai oleh ukuran partikel 20 mesh (gambar 1.a) atau 40 mesh (gambar 1.b). Dengan kadar abu kurang dari 6 %, partikel 60 mesh dapat

Pembahasan diatas menunjukan bahwa ukuran partikel batubara sangat berpengaruh terhadap banyaknya kadar abu yang dapat dibuang dan berpengaruh terhadap kenaikan nilai kalori. Dari perhitungan rata-rata kadar abu dan nilai kalori beserta deviasinya, dapat diperoleh gambar 2.a dan 2.b.

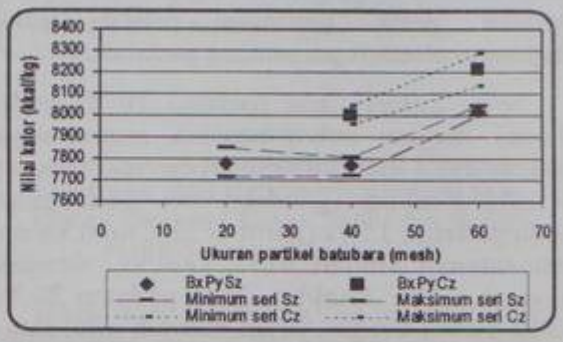
Pada gambar 2.a dapat dilihat besarnya nilai rata-rata kadar abu dan deviasinya sebagai fungsi ukuran partikel batubara bituminus. Untuk ukuran partikel 20 mesh batubara yang dicuci dengan minyak sawit dengan persentase minyak 5, 10 dan 15 %, besarnya kadar abu yang masih ada pada sampel rata-rata 8 % dengan deviasi ± 0,91 %. Kadar abu pada sampel dengan besar partikel 40 mesh yang dicuci dengan minyak sawit masih menyisakan abu pada sampel sebesar 8.65 % dengan deviasi ± 0,32 %. Sedangkan untuk partikel 60 mesh, kadar abu yang ada pada sampel sebesar 7 % dengan deviasi ± 0,14 %. Pada ketiga ukuran partikel ini, yaitu untuk batubara dengan partikel 20, 40 dan 60 mesh yang dicuci dengan minyak sawit menunjukkan deviasi yang semakin mengecil untuk ukuran partikel yang semakin kecil. Ini berarti bahwa untuk ukuran partikel yang mengecil, diperoleh hasil pengukuran yang semakin presisi.

Pada sisi lain sampel yang dicuci dengan sawit mentah memperlihatkan terjadinya penurunan kadar abu bila ukuran partikelnya semakin mengecil. Untuk partikel 20 mesh tidak terbentuk aglomerat saat dilakukan pencucian dengan sawit mentah. Dari gambar 2a, terlihat bahwa untuk ukuran partikel 40 mesh, besarnya kadar abu rata-rata adalah 7 % dengan deviasi ± 1,74 %. Sedangkan untuk partikel 60 mesh, kadar abu rata-ratanya adalah 5,86 % dengan deviasi ± 0,18 %. Disini terlihat bahwa semakin kecil ukuran partikel batubara yang dicuci dengan sawit mentah akan semakin kecil kadar abu dan deviasinya.

Gambar 2a menunjukkan bahwa pencucian dengan sawit mentah menghasilkan kadar abu yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak sawit, dan deviasi pengukuran kadar abu semakin kecil apabila ukuran partikel batubara semakin kecil.



Gambar 2.a
Nilai Rata-rata Kadar Abu dan Deviasinya Sebagai Fungsi Ukuran Partikel Batubara Bituminus



Gambar 2.b
Nilai rata-rata Nilai Kalori dan Deviasinya Sebagai Fungsi Ukuran Partikel Batubara Bituminus.

Gambar 2b, memperlihatkan nilai kalori rata-rata untuk partikel 20 mesh dari batubara bituminus yang dicuci dengan minyak sawit adalah sebesar 7780 kkal/kg dengan deviasi ± 63 kkal/kg. Sedangkan untuk partikel 40 mesh nilai kalori rata-ratanya adalah 7770 kkal/kg dengan deviasi ± 41 kkal/kg, dan untuk ukuran partikel 60 mesh sebesar 8000 kkal/kg

dengan deviasi ± 39 kkal/kg. Disini terlihat nilai kalori meningkat pada partikel 20, 40 dan 60 mesh, untuk batubara yang dicuci dengan sawit mentah maupun dengan minyak sawit.

Satu hal yang patut diperhatikan pada gambar 2a dan 2b adalah bahwa: kadar abu pada batubara yang dicuci dengan sawit mentah lebih rendah daripada batubara yang dicuci dengan minyak sawit. (gambar 2a). Akibat dari kadar abu yang lebih rendah ini, maka nilai kalori batubara yang dicuci dengan sawit mentah menjadi lebih tinggi daripada batubara yang dicuci dengan minyak sawit (gambar 2b).

Pengaruh Persen Padatan

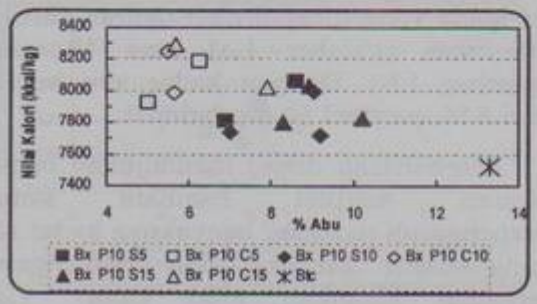
Pada gambar 3a terlihat bahwa, padatan 10 % yang dicuci dengan sawit mentah mempunyai kadar abu rata-rata 5,63 % dengan deviasi ± 0,63 %. Sedangkan untuk padatan 15 % (gambar 3b), kadar abu rata-ratanya adalah 5,25 % dengan deviasi ± 0,55 %. Pada gambar 3c, pada padatan 20 % yang dicuci dengan sawit mentah, kadar abu rata-rata 5,5 % dengan deviasi ± 0,5 %. Jadi dapat dilihat bahwa kadar abu yang bersisa pada batubara relatif tidak terpengaruh oleh persentase padatan.

Nilai kalori pada padatan 10 % yang dicuci dengan sawit mentah rata-ratanya adalah 8125 kkal/kg dengan deviasi sebesar ± 125 kkal/kg (gambar 3a). Sedangkan pada padatan 15 % (gambar 3b), nilai kalori rata-ratanya adalah 8135 kkal/kg, dengan deviasi ± 135 kkal/kg. Pada padatan 20 % yang dicuci dengan sawit mentah nilai rata-ratanya adalah 8130 kkal/kg dengan deviasi ± 200 kkal/kg (gambar 3c).

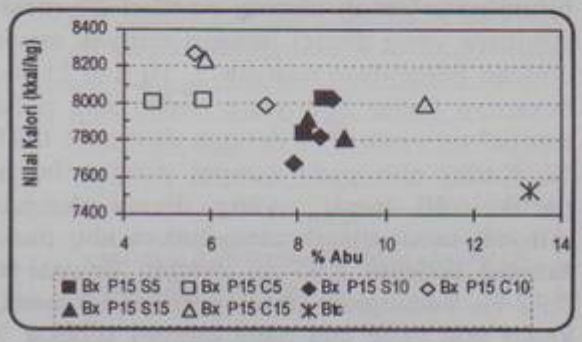
Dari ketiga gambar ini dapat dilihat bahwa nilai kalori pada padatan 10 sampai 20 % tidak begitu jauh bedanya. Juga terlihat bahwa sawit mentah memberikan kontribusi yang lebih besar pada peningkatan nilai kalori dibandingkan dengan minyak sawit.

Pengaruh Kadar Minyak

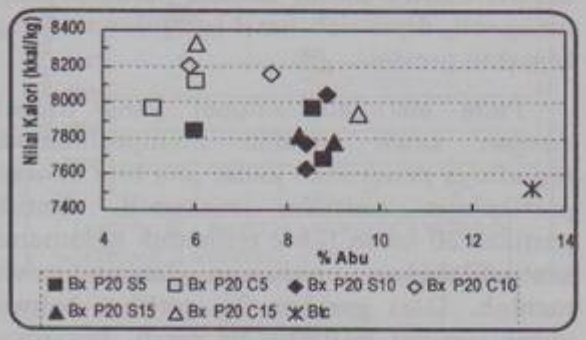
Dari gambar 4a dapat dilihat, penggunaan sawit mentah mampu menurunkan kadar abu hingga kurang dari 6 %. Berbeda dengan minyak sawit yang masih lebih dari 6 %.



Gambar 3a.
Hubungan antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Untuk Padatan 10 % Dari Batubara yang Dicuci Dengan 5, 10 dan 15 % Minyak Sawit dan Sawit Mentah.



Gambar 3b.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Untuk Padatan 15 % Dari Batubara yang Dicuci Dengan 5, 10 dan 15% Minyak Sawit dan Sawit Mentah.

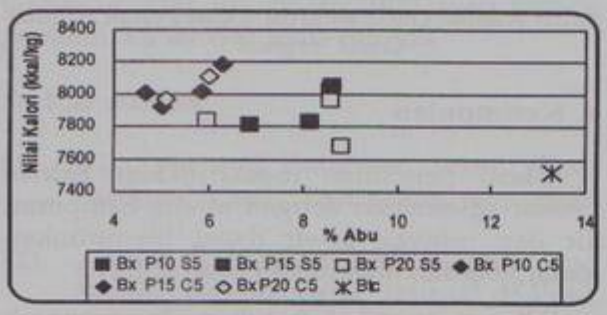


Gambar 3c.
Hubungan antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Untuk Padatan 20 % Untuk Batubara yang Dicuci Dengan 5, 10 dan 15 % Minyak Sawit dan Sawit Mentah

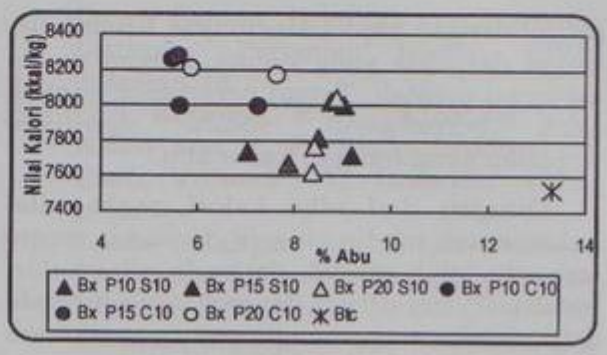
Melihat sebaran data pada gambar 4a, terlihat bahwa sampel dengan sawit mentah dapat menurunkan kadar abu dan meningkatkan nilai kalori yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan minyak sawit. Dari gambar ini, dapat dilihat bahwa kadar abu rata-rata yang tersisa pada batubara bituminus yang didapat dari pencucian dengan media sawit mentah 5 % adalah 5,48 % dengan deviasi ± 0,46 % serta nilai kalori rata-rata adalah 8036 kkal/kg dengan deviasi ± 76 kkal/kg. Untuk minyak sawit, kadar abu rata-rata yang tersisa pada sampel sebesar batubara 7,95 % dengan deviasi ± 0,86 %, dan nilai kalori rata-rata 7888 kkal/kg dengan deviasi ± 109 kkal/kg.

Dari gambar 4b, dapat dilihat bahwa kadar rata-rata abu dan nilai kalori dari batubara yang dicuci dengan sawit mentah lebih besar dari rata-rata batubara yang dicuci dengan minyak sawit. Kadar abu rata-rata dari batubara yang dicuci dengan sawit mentah 6 % dengan deviasi ± 0,80 %., sedangkan nilai kalori rata-ratanya 8146 kkal/kg dengan deviasi ±102 kkal/kg. Sedangkan untuk minyak sawit, kadar abu rata-ratanya 0,86 % dengan deviasi ± 0,47 %.

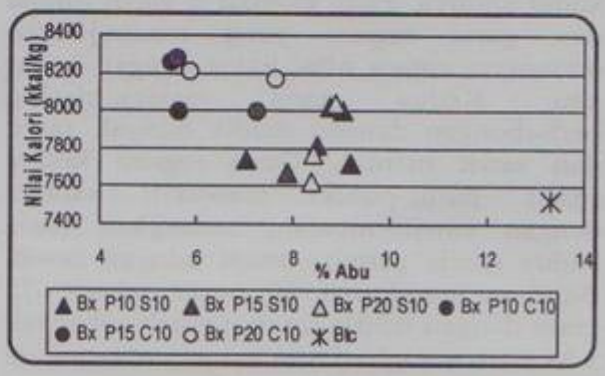
Pada gambar 4c terdapat tiga sampel yang nilai kalorinya melebihi 8000 kkal/kg, tetapi hanya dua sampel yang mempunyai kadar abu yang kurang dari 6 %. Kenaikan nilai kalori maksimum terjadi pada sampel yang memakai sawit mentah berkadar 15 %. Tiga sampel yang memiliki nilai kalori



Gambar 4a.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Dari Batubara Bituminus yang icucidengan Minyak Sawit dan Sawit Mentah Dengan Kadar 5 %.



Gambar 4b.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Dari Batubara Bituminus yang Dicuci Dengan Minyak Sawit dan Sawit Mentah Dengan Kadar 10 %.



Gambar 4c.
Hubungan Antara Nilai Kalori Dengan Kadar Abu Dari Batubara Bituminus yang Dicuci Dengan Minyak Sawit dan Sawit Mentah Dengan Kadar 15 %.

lebih dari 8200 kkal/kg dengan kadar abu kurang dari 6 % berasal dari ukuran butir yang sama yaitu 60 mesh. Ini memberikan kenyataan bahwa sawit mentah dapat melapisi permukaan butiran sampel batubara tersebut dengan baik. Sehingga abu yang larut dalam air tidak kembali menempel pada permukaan batubara yang telah dicuci. Penurunan kadar abu dan kenaikan nilai kalori terjadi cukup berarti pada sampel yang menggunakan sawit mentah, secara keseluruhan rata-rata lebih dari 8100 kkal/kg.

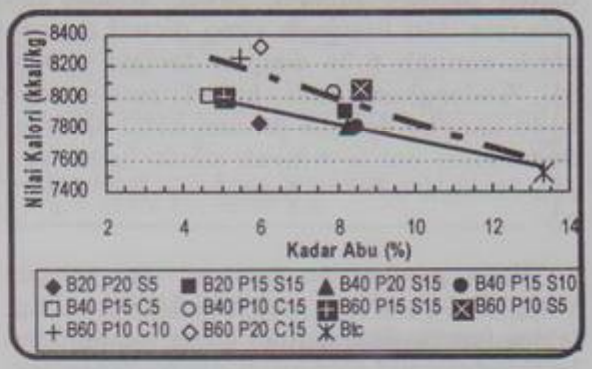
Rata-rata kadar abu yang masih tertinggal pada partikel batubara yang

dicuci dengan media air-minyak sawit lebih tinggi daripada yang dicuci dengan media air-sawit mentah. Tetapi persentase minyak tidak berpengaruh secara signifikan terhadap pengurangan kadar abu.

Ditinjau dari nilai kalori, maka nilai kalori untuk media air-minyak sawit secara rata-rata lebih rendah daripada nilai kalori batubara yang dicuci dengan sawit mentah, dan tidak tergantung pada persentase minyak yang digunakan.

Untuk melihat hasil maksimum yang dapat dicapai, maka dibuat gambar 5 yang merupakan grafik hubungan antara kadar abu terendah yang tercapai dengan nilai kalorinya serta nilai kalori tertinggi dengan kadar abunya. Pada gambar 5 dapat dibuat dua garis regresi yang menunjukkan hubungan antara nilai kalor dengan kadar abu. Kedua garis masing-masing berhubungan dengan media minyak sawit dan sawit mentah. Garis regrasi kesatu (garis putus-putus) mewakili sampel dengan sawit mentah, sedangkan garis kedua (garis penuh) untuk minyak sawit. Batubara berukuran 40 mesh seberat 75 gram dengan media sawit mentah sebanyak 5 % telah menghasilkan aglomerat batubara dengan kadar abu yang minimum sebesar 4,66 %, dengan nilai kalorinya 8006 kkal/kg (sampel B40 P15 C5) atau terjadi penurunan kadar abu sebesar ((13,25 - 4,66)/13,25) x 100 % = 63,3 %. Sedangkan ditinjau dari nilai kalori tertinggi, dicapai oleh B60 P20 C15, dengan nilai kalori 8332 kkal/kg dan kadar abunya 6,04 % atau terjadi peningkatan nilai kalori sebesar ((8332 – 7482)/7482) x 100 % = 11,4 %. Disini terlihat bahwa sawit mentah sebagai media pencuci menghasilkan kadar abu terendah dan nilai kalor tertinggi. Walaupun salah satu sampel dari batubara yang dicuci dengan minyak sawit mempunyai kadar abu rendah yaitu sampel B60 P10 S15, namun nilai kalori yang dapat dicapai oleh sampel yang menggunakan minyak sawit tidak sebegitu besar dibandingkan dengan menggunakan sawit mentah.

Kadar abu dan nilai kalori yang didapat ini bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, telah menunjukkan keberhasilan yang cukup signifikan. Dengan alat yang sama, G. A Robbins, dkk [5], menurunkan kadar abu maksimum 27 % dari batubara jenis sub-bituminus dan dengan media minyak hasil pencairan batubara, sedangkan Linda Pulungan dan Hilyanto Manan [6] mampu menurunkan kadar abu sampai 50,1 % dan meningkatkan nilai kalori sebesar 3 % dari batubara yang sama yaitu bituminus dengan alat *Baum Jig* tanpa media minyak (alat pengujian mampu cuci batubara). Kemiringan garis regresi yang curam menunjukkan naiknya nilai kalori yang besar. Jadi jelas disini bahwa, garis regresi kesatu, yaitu media sawit mentah, lebih baik dibandingkan dengan minyak goreng sawit, dalam hal meningkatkan nilai kalori batubara bituminus.



Gambar 5.
Hubungan Antara Nilai Kalori Maksimum Dengan Kadar Abu Minimum yang Dapat Dicapai Dari Batubara Bituminus. Garis Putus-putus Adalah Garis Regresi 1 dan Penuh Adalah Garis Regresi 2.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses aglomerasi dengan media campuran air dan minyak sawit dapat menurunkan kadar abu dan menaikkan nilai kalori.

Ukuran partikel batubara berpengaruh terhadap penurunan kadar abu yang cukup signifikan terutama pada partikel 60 mesh. Proses aglomerasi batubara ukuran 60 mesh dengan sawit mentah mampu menghasilkan

aglomerat dengan kadar abu (5,86 ± 0,18) %, dan nilai kalori (8211 ± 72) kkal/kg.

Dengan minyak sawit sebagai media aglomerasi, dihasilkan batubara dengan kadar abu lebih tinggi, yaitu (8,77 ± 0,15) % dan nilai kalori lebih rendah, yaitu (8020 ± 23) kkal/kg.

Variasi persen padatan antara 10 hingga 20 % tidak memberikan pengaruh bagi penurunan kadar abu dan kenaikan nilai kalori.

Begitu juga variasi persen minyak yang digunakan sebagai media aglomerasi antara 5 hingga 15 % tidak berpengaruh terhadap penurunan kadar abu maupun peningkatan nilai kalori. Sawit mentah (CPO), disamping lebih murah, ternyata lebih efektif untuk menurunkan kadar abu dan meningkatkan nilai kalori batubara bituminus 60 mesh daripada minyak goreng sawit.

Metode pencucian ini telah memberikan jalan bagaimana nilai kalori dapat ditingkatkan pada batubara bituminus. Penelitian memberikan jawaban bahwa telah dicapai kadar abu minimum dengan jumlah padatan besar dengan kadar sawit mentah yang sedikit. Ini berarti bahwa metode aglomerasi ini dapat mencuci batubara dalam jumlah cukup besar dengan jumlah persen minyak yang sedikit sekali untuk jenis minyak yang murah (CPO).

Kenyataan dari pembahasan, sulit untuk menyimpulkan bahwa makin kecil ukuran partikel akan makin besar abu yang terbuang. Hal ini dipengaruhi oleh persen padatan, kadar dan jenis minyak

Daftar Acuan

[1]. PT Tambang Batubara, World Coal Institute, Coal Utilization, copyright @ 2000

[2]. Ahmet Gurses, Kemal Doymus and Samih Bayrakceken, Journal of Fuel, Volume 75 Number 10, 1996, p.1175

[3]. D.G. Osborne, Coal Preparation Technology Volume 1, Graham dan Trotman Limited, London, 1988, p.460,

[4]. Dasril Sajoeti, Fakultas Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, 1991, halaman 30.

[5]. G.A. Robbins,. R .A. Winschel, C.L. Amos and F. P. Burke, Journal of Fuel, Volume 71, Elsevier, 1992, p.1039

[6]. Linda Pulungan dan Hilyati Manan, Pemantauan Kualitas Batubara dengan Metode Pencucian, Jurnal Tambang Unisba, nomor 01-02, (2002-2003), halaman 87.