

Peningkatan Kualitas Batubara Subbituminus Mallawa Menjadi Batubara Bituminus

Swastanti Brotowati^{1,a)}, dan Irwan Sofia^{2,b)}

¹Jurusan Teknik Kimia, PNUP, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea Makassar

²Jurusan Teknik Kimia, PNUP, Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10 Tamalanrea Makassar

^aswastantib@poliupg.ac.id

^birsoft@poliupg.ac.id

Abstract—Abstract Coal from Mallawa Bone reGENCY of South Sulawesi includes low rank coal or subbituminus rank type C. The results of chemical analysis showed that content of water 2.64% , fly ash 46.16%, ash 15.26%, fixed carbon 35.96%, sulfur 1.73% and heat value 5190 kcal / kgram. The desulfurization process using HCL solution 20% and demineralization process using 20% NaOH solution followed by carbonization or combustion process at 400 ° C in the furnace with little air. Result of the reseach with water content of 1.66%, fly content 13,35%, ash content 6,78%, carbon content bound 78,21%, sulfur content 0,43% and calorific value 7097.24 kcal / kgram. Based on ASTM D338 and SNI 13-6011-1999 coal of the research results included in type low volatile bittuminus type C.

Keywords: *Subbittuminus, Bittuminus, desulfurization, demineralization, carbonization*

Abstrak—Abstrak Batubara asal desa Mallawa , Kabupaten Bone Sulawesi Selatan termasuk batubara peringkat rendah jenis subbituminus type C Hasil analisis kimia menunjukkan kadar air 2.64%, kadar zat terbang 46.16%, kadar abu 15.26%, kadar karbon terikat 35.96%, kadar sulfur 2.19% dan nilai kalor 5190 kkal/kgram. Dengan proses desulfurisasi menggunakan larutan HCl 20% dan demineralisasi menggunakan larutan NaOH 20%, dilanjutkan dengan proses karbonisasi atau pembakaran pada suhu 400°C dalam tungku pembakaran dengan sedikit udara . Hasilnya kadar air 1,66%, kadar zat terbang 13,35%, kadar abu 6,78%, kadar karbon terikat 78,21%, kadar sulfur 0,43% dan nilai kalor 7097,24 kkal/kgram. Berdasarkan ASTM D338 dan SNI 13-6011-1999 batubara hasil penelitian termasuk dalam type atau rank low volatile bittuminus type C

Kata Kunci: *Subbittuminus, Bittuminus, desulfurisasi, demineralisasi, karbonisasi*

I. Pendahuluan

Indonesia memiliki cadangan batubara yang besar melebihi cadangan minyak bumi. Komoditi Batubara ini diharapkan mampu menjadi sumber alternatif pengganti minyak bumi, selain untuk ekspor

juga untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi dalam negeri. Mengingat Indonesia memiliki deposit sumber daya batubara sebesar 161 miliar ton, tetapi 79,94% adalah batubara kualitas rendah, sedangkan batubara dengan kualitas baik hanya sekitar 21,06% dari total deposit yang terbanyak sekitar 79,94% dari total cadangan sebesar 161 miliar ton [1,11].

Sulawesi Selatan memiliki cadangan batubara sebanyak 38,3 juta ton, yang tersebar di Kabupaten Maros, Barru, Pangkep, Sidrap, Enrekang, Sidrap, Sinjai dan Bone. Daerah Malawa di Kabupaten Bone memiliki cadangan batubara terbesar sekitar 18,3 juta ton, batubara dengan kualitas rendah mempunyai kadar air 2.64%, kadar zat menguap/ zat terbang 46.16%, kadar abu 15.26%, kadar karbon terikat (*fixed carbon*) 35.96%, kadar sulfur 1.73% dan nilai kalor 5190 kkal/kgram, Berdasarkan klasifikasi ASTM D 336 batubara asal Mallawa termasuk dalam katagori, i batubara jenis *subbituminus type C*. Batubara jenis ini jika dijual memiliki harga sangat murah , karena nilai kalor rendah, kandungan sulfur diatas 1%, kadar karbon tetapnya rendah ,sehingga jika dibakar akan mengotori lingkungan [1,3,4].

Batubara ini akan di proses untuk menaikkan rank/tingkatan kualitasnya dari rank *subbituminus* menjadi rank *bituminous* melalui proses *desulfurisasi*, *demineralisasi* dan dilanjutkan dengan proses karbonisasi. Proses *desulfurisasi* menggunakan larutan HCl 20% bertujuan untuk mengurangi kandungan sulfur dalam batubara, kemudian tahapan dilanjutkan dengan proses *demineralisasi* menggunakan larutan NaOH 20% untuk menurunkan kandungan abu batubara dan selanjutnya dibakar dalam tungku dengan sedikit atau tanpa udara pada suhu yang divariasikan. Tujuan dari proses pembakaran atau karbonisasi untuk menurunkan kandungan zat terbang/volatile matter dan

menaikkan kadar karbon tetap. Sedangkan pada tahap proses *desulfurisasi* dan *demineralisasi* dilakukan pada kondisi operasi : tekanan 1 atm, suhu 90°C, kecepatan pengadukan 250 rpm, dengan waktu reaksi yang divariasikan, dengan harapan batubara asal desa Mallawa ini dapat ditingkatkan kualitasnya sehingga nilai jualnya akan meningkat [3].

Menurut klasifikasi tingkatan / *rank* batubara sesuai ASTM- D338, dan SNI 13-6011-1999 Batubara yang termasuk dalam **Low - Volatile Bituminous** ; merupakan group batubara dalam rank bituminous yang mengandung persentase fixed carbon sebesar >78%-<86% serta persentase kandungan volatile matternya sebesar >14% - <22%,sedang **Medium-Volatile Bituminous** ; merupakan grup batubara dalam rank bituminous yang memiliki kandungan fixed carbon sebesar >69% - <78% kandungan volatile matter sebesar >22%- <31%. **High-Volatile A Bituminous** ; adalah grup batubara dalam rank bituminous yang memiliki persentase fixed carbon sebesar <69% , persentase kandungan volatile matternya sebesar >31%, serta nilai kalorinya >14000 BTU/lb.

High - Volatile B Bituminous merupakan batubara dalam rank bituminous yang mempunyai nilai kalori sebesar >13000 BTU/lb-<14000 BTU/lb, sedang **High-Volatile C Bituminous** ; merupakan batubara dalam rank bituminous yang mempunyai nilai kalori sebesar >11500 BTU/lb - <13000 BTU/lb [1,2]

II. Metode Penelitian

Bahan baku : Batubara asal Mallawa Bone Sulawesi Selatan, hasil analisis batubara mempunyai kadar air 2.64%, kadar zat menguap/ zat terbang 46.16%, kadar abu 15.26%, kadar karbon terikat (*fixed carbon*) 35.96%, kadar sulfur 1.73% dan nilai kalor 5190 kkal/gram.

Kondisi operasi : proses *desulfurisasi* dan *demineralisasi* ditetapkan sebagai berikut: kecepatan pengadukan 250 rpm, temperatur: 90°C, tekanan operasi : 1 atm ,waktu reaksi divariasikan 60,120, 180, 240 dan 300 menit, konsentrasi larutan HCl 20% dan NaOH 20% [3,5,11] . Proses pembakaran atau karbonisasi divariasikan : 60, 120,180 dan 240 menit , suhu karbonisasi dimulai dari :300, 400, 500°C.

Metode analisis: analisis proksimat dan ultimat meliputi meliputi : volatil metter /zat terbang dengan metode British Standard (BS. 1016), kadar air menggunakan metode ASTM designation D.3173-92,

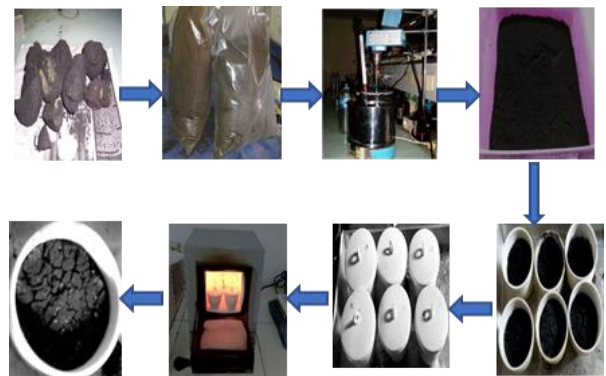
kadar abu menggunakan metode ASTM designation D. 3174-98., kadar Sulfur menggunakan metode Eschka dan Brukker XRay, kadar fixed carbon dihitung berdasarkan persamaan:Fixed Carbon=100%-(kadar air+kadar zat terbang+kadar abu) [2].

Proses Desulfurisasi dan demineralisasi

Pada langkah awal sebelum reaksi dijalankan, bak minyak silikon dipanaskan terlebih dahulu menggunakan sistem pemanas yang telah di set pada suhu reaksi yang diinginkan. Reaktor dalam bak minyak silicon diisi dengan larutan NaOH 20% kemudian dicampurkan dengan batubara pada ratio 5:1 suhu di set 90 °C dan tekanan 1 atm , kecepatan pengadukan 250rpm dan waktu reaksi selama divariasikan

Reaksi dihentikan setelah waktu reaksi tercapai dan mencelupkan reaktor ke dalam bak air dingin. Selanjutnya dilakukan pencucian dan penyaringan dengan air hingga pH netral yaitu pH 7 dan dikeringkan dengan diangin angin selama 24 jam dipastikan batubara sudah kering.

Langkah berikutnya batubara hasil desulfurisasi dilanjutkan dengan proses *demineralisasi* dengan perlakuan dan kondisi operasi yang sama



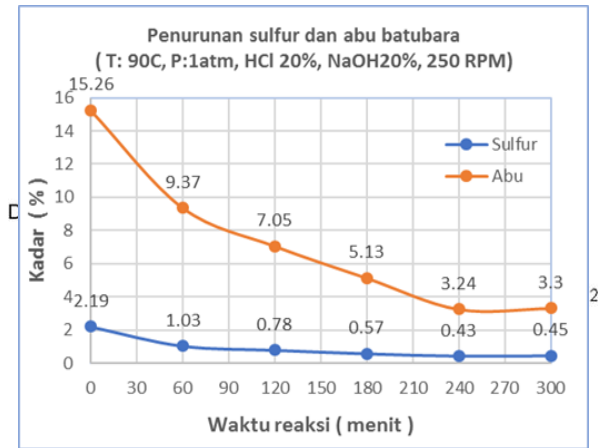
Gambar 1.Rangkaian alat percobaan

Siklus rangkaian percobaan dapat dilihat pada gambar 1., terdiri atas proses desulfurisasi, demineralisasi dan proses karbonisasi atau pembakaran batubara hasil desulfurisasi dan demineralisasi, selanjutnya dilakukan analisis proksimat dan ultimat meliputi kadar air, kadar sulfur, kadar abu, kadar zat tembang / VM dan karbon terikat

III. Hasil dan Pembahasan

A. Proses Desulfurisasi dan Demineralisasi

Proses desulfurisasi adalah proses pengurangan kandungan sulfur batubara, dan proses demineralisasi adalah proses pengurangan kandungan abu batubara. Proses desulfurisasi dilakukan dengan menggunakan larutan HCl 20% dan proses demineralisasi dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH 20%. Kedua proses dilakukan pada kondisi operasi suhu 90°C, tekanan 1 atm, kecepatan pengadukan 250 Rpm, sedangkan waktu reaksi divariasikan [3,5,11].



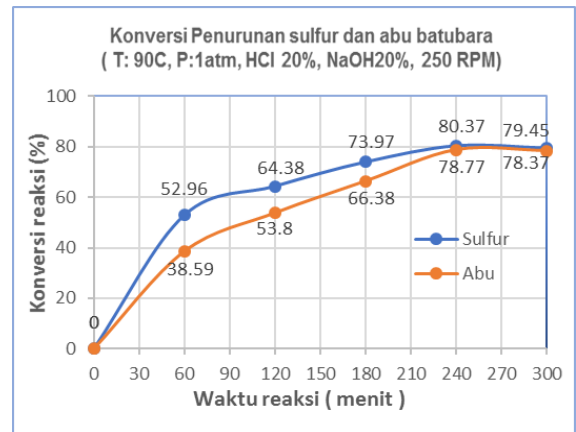
Gambar 2. Hasil penurunan sulfur dan abu batubara

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa sulfur dalam batubara terikat sebagai FeS_2 , larutan HCl 20% memiliki sejumlah atom Cl⁻ yang cukup untuk berikatan dengan Fe^{2+} dan atom H⁺ dengan S^{2-} yang cukup reaktif membentuk senyawa baru $FeCl_2$ dan gas H_2S dengan bertambahnya waktu maka ikatan semakin reaktif/kuat mengikat senyawa di sekitarnya dan akan berkurang keaktifannya pada waktu tertentu. Seperti nampak pada gambar 1, di atas 240 menit keaktifan masing-masing atom mulai berkurang.

Abu dalam batubara merupakan senyawa Si, Al, Fe, Cr dan sedikit Ti, Mn, Mg, Na dan K. Larutan alkali NaOH 20% mempunyai kemampuan cukup kuat untuk melarutkan senyawa mineral dalam abu batubara. Bertambahnya waktu maka keaktifan dari proses pelarutan akan semakin besar dan akan berkurang keaktifannya pada waktu tertentu [3,4,11].

Konversi berhubungan erat dengan waktu reaksi, semakin besar waktu reaksi semakin banyak hasil yang diperoleh, dan pada waktu tertentu akan terjadi kesetimbangan reaksi, yang berarti tidak ada lagi hasil reaksi yang akan diperoleh. Hal ini dapat dilihat

pada gambar 2, konversi maksimum yang diperoleh pada waktu reaksi 240 menit



Gambar 3. Konversi reaksi penurunan sulfur dan abu batubara

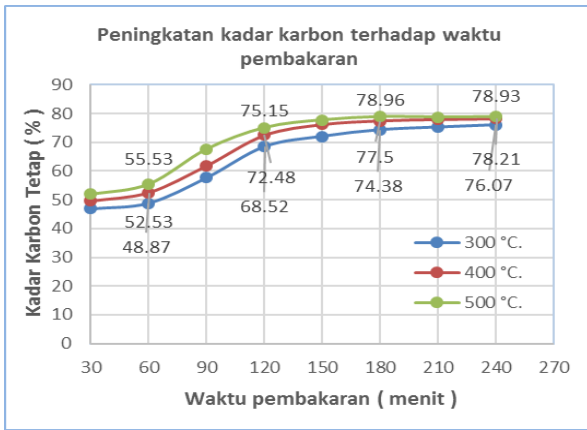
B. Proses pembakaran batubara atau proses karbonisasi

1. Pengaruh proses pembakaran terhadap Volatile Matter

Proses karbonisasi terjadi berlangsung secara endoterm atau eksoterm tergantung pada temperatur dan proses reaksi yang sedang terjadi. Secara umum proses karbonisasi dipengaruhi oleh temperatur, waktu proses, sifat reaksi, dan perubahan fisik/kimiawi yang terjadi. Tahap karbonisasi, adalah bahan baku dipanaskan tanpa udara dan tanpa penambahan zat kimia. Dengan tujuan untuk menghilangkan zat terbang dan gas-gas lain yang ada dalam batubara atau biasa disebut dengan istilah zat *volatile matter*.

Kadar zat terbang atau *volatile matter* merupakan hasil dekomposisi zat-zat penyusun arang akibat proses pemanasan selama pengarangan dan bukan komponen penyusun arang. Kadar zat terbang akan menurun seiring dengan meningkatnya suhu karbonisasi dan waktu karbonisasi, karena ketidak sempurnaan penguraian senyawa non karbon selama proses karbonisasi. Kadar zat terbang ditentukan oleh waktu dan suhu pengarangan [6,7,8,9,10].

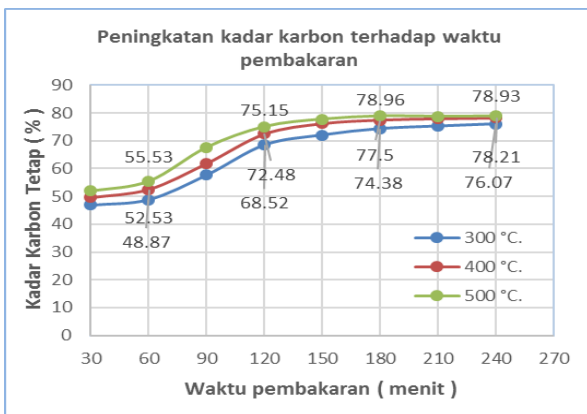
Pada gambar 3 dapat dilihat suhu maksimum pembakaran untuk menghasilkan *Volatile matter* yang telah memenuhi syarat sebagai batubara bittuminus adalah pada suhu pembakaran 400°C dengan waktu pembakaran selama 240 menit.



Gambar 4. Penurunan volatile matter terhadap peningkatan suhu pembakaran

2. Pengaruh proses pembakaran terhadap Kadar karbon Tetap

Kadar karbon merupakan jumlah karbon murni yang terkandung di dalam arang, semakin tinggi suhu pada proses karbonisasi/pembakaran akan berpengaruh pada kualitas dari arang, termasuk kadar karbon tetap atau karbon terikat. Kenaikan kadar karbon seiring dengan bertambahnya suhu karbonisasi mulai suhu karbonisasi 300 ,400 hingga 500°C terjadi kenaikan kadar karbon. Waktu karbonisasi atau pembakaran di mulai di atas 90 menit hingga 240 menit penurunan kadar karbon, hal ini dikarenakan pada suhu yang terlalu tinggi, proses karbonisasi cenderung merusak dinding-dinding pori karbon sehingga karbon yang terbentuk semakin sedikit [9,10,11] Sehingga kondisi optimum adalah pada suhu 400°C dan waktu 240 menit.



Gambar 5 Peningkatan Fixed karbon terhadap peningkatan suhu pembakaran

Perhitungan kadar Fixed Carbon tidak dapat dianalisis secara langsung, tetapi diperoleh dari hasil perhitungan sebagai berikut yaitu $100\% - (\% \text{ Ash} - \% \text{ Moisture} - \% \text{ Volatile Matter})$ Fixed Carbon merupakan komponen utama dalam pembentukan batubara dan menentukan besar kecilnya nilai kalor akibat terjadinya pemutusan ikatan – ikatan karbon.dalam batubara akibat adanya penambahan suhu pembakaran..Dari gambar 4. dapat dilihat bahwa kadar fixed karbon meningkat seiring dengan peningkatan suhu dan waktu pembakaran. Kondisi optimal pembakaran dipilih pada suhu 400°C selama kurun waktu 240 menit.

Pada suhu 400°C dan waktu pembakaran 240 menit.ditetapkan sebagai kondisi optimal, Dimana sampel pada kondisi ini dilakukan analisis ultimat dan proksimat meliputi : kadar sulfur 0,43%, abu 6,78%, kadar air 1,66%, volatile matter 13,35%, karbon tetap /fixed carbon 78,21%.Abu dari batubara mengalami pertambahan pada saat proses pembakaran/karbonisasi terjadi kenaikan dari 3,24% menjadi 6,78%, hal ini disebabkan masih ada sedikit udara dalam tungku menyebabkan adanya karbon yang terbakar menjadi abu [6,9].

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses desulfurisasi dengan larutan HCl 20% dapat menurunkan kandungan sulfur dari 2,19% menjadi 0,43%,, dari batubara asal Mallawa dengan konversi reaksi sebesar 80,37%
2. Proses demineralisasi dengan larutan NaOH 20% dapat menurunkan kandungan abu dari 15,26% menjadi 3,24%, dengan konversi reaksi sebesar 78,77%
3. Proses pembakaran / karbonisasi batubara hasil desulfurisasi dan demineralisasi pada suhu 400°C, selama 240 menit dapat ::
 - a. Meningkatkan kadar abu dari 2,19% menjadi 6,78% ,hal ini terlihat masih adanya sedikit udara dalam tungku sehingga pada suhu tinggi akamn membakar karbon
 - b. Meningkatkan kadar karbon tetap / Fixe karbon dari 35,96% menjadi 78,21%
 - c. Menurunkan kadar Zat terbang/volatile matter dari 46,16% menjadi 13,35%
 - d. Menurunkan kadar air dari 2,64% menjadi 1,66%

- e. Meningkatkan nilai kalor batubara dari 5190 kkal/kg menjadi 7097,24 kkal/kg
4. Batubara kualitas rendah asal Mallowa jenis subbituminus dapat ditingkatkan kualitasnya menjadi batubara *Low - Volatile Bituminous Type C* sesuai dengan standart ASTM- D338 dan SNI 13-6011-1999

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada :

1. Kemenristekdikti yang telah memberikan sponsor biaya penelitian sehingga penelitian ini dapat diselesaikan
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah menjadi penyalur dana penelitian lewat DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang
3. Ketua Jurusan Teknik Kimia yang telah memberikan izin fasilitas laboratorium
4. Pihak analis dan teknisi serta kedua mahasiswa Wahid dan Noah yang telah ikut mengerjakan penelitian ini hingga selesai , serta banyak pihak yang telah banyak membantu.

Daftar Pustaka

- [1] Adiarso, dkk. 2010, *Teknologi Pemanfaatan Batubara Peluang dan Tantangan*. Balai Besar Teknologi Energi BPPT PUSPIPTEK, Tangerang
- [2] ASTM D 5142-02, 2010, *Standards Test Methods for Proximate Analysis of The Analysis Sample of Coal and Coke by Instrumental Procedures*.
- [3] Bambang V.Luhkiputro. 2004. “ Upaya Pengurangan Kadar Sulfur Batubara Sulawesi Selatan Melalui Serangkaian Proses Desulfurisasi dan Regenerasi Larutan “ *Jurnal Intek. (Teragreditasi)*.No 1. Tahun ke 11
- [4] Budiraharjo,I.,2011,Industri batubara Indonesia Terjemah bebas artikel “Indonesia sekitan jijou” oleh Masafumi Uehara, *JCOAL Journal Vol 18, Januari 2011*. (JCOAL Resources Development Division)
- [5] Borthakur,S.danMukherjee,P.C.2001.*Chemical Demineralization/Desulphurization of Sulphur Coal Using Sodium Hydroxide and acid Solutions*. May. Elsevier Science Ltd.
- [6] Erwin J., dkk.2015., Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi terhadap nilai kalor dan karakteristik pada pembuatan bioarang berbahan baku pelepah aren *jurnal : Teknik Kimia USU*, Vol. 4, No. 2.
- [7] Hartanto, Singgih dan Ratnawati, Pembuatan Karbon aktif dari Tempurung Kelapa Sawit dengan Metode Aktivasi Kimia, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, ISSN : 1411-1098, Vol. 12, No. 1, 2010.
- [8] Rustiadi P. & Susanto,2003, *Proses pengolahan batubara Indonesia untuk kokas metalurgi dengan metode coal blending*. Pusat penelitian metalurgi LIPI, Tangerang.
- [9] Siahaan dkk., 2013, *Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi*, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(1)
- [10] Suganal, Kokas dari Batubara Non Coking Indonesia ,*Prosiding Seminar Nasional XVI”Kimia dalam Industri dan Lingkungan*, Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Yogyakarta, Desember 2007.
- [11] Swastanti B.,dan Herman.B.,2009. *Demineralisasi / Desulfurisasi Batubara Malawa Menggunakan Larutan Natrium Hidroksida dan Asam Klorida* , Penelitian Laboratorium, Hibah Bersaing, DP2M.Dikti Indonesia