

DESULFURISASI BATUBARA MENGGUNAKAN ASAM NITRAT (HNO₃)

Muhamad Johar Ardany*, **Ahmad Tawfiequrrahman Y.****,
Suryo Purwono***

Universitas Gajah Mada

muhamad.johar.a@mail.ugm.ac.id**, *atawfieq@ugm.ac.id**,
*****spurwono@ugm.ac.id**

ABSTRAK

Desulfurisasi batubara merupakan proses penurunan kadar sulfur dalam batubara, dimana pembakaran batubara yang mengandung sulfur dapat menyebabkan kerusakan pada alat dan pencemaran lingkungan salah satunya adalah terjadinya hujan asam. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kondisi optimal leaching sulfur dalam batubara menggunakan asam nitrat. Metode yang digunakan adalah desulfurisasi untuk memisahkan komponen sulfur yang terikat dalam batubara. Proses desulfurisasi dilakukan selama 2 jam pada temperatur ruang. Optimasi leaching menggunakan asam nitrat dilakukan dengan variasi konsentrasi 10%-30% dan rasio S/L (15gram/150mL). Dari hasil analisis didapatkan bahwa konsentrasi optimum asam nitrat adalah 15% yang mampu mereduksi sulfur sebesar 57%. Konsentrasi asam nitrat sangat mempengaruhi seberapa besar sulfur yang dapat di reduksi dalam batubara. Semakin tinggi konsentrasi asam nitrat, semakin tinggi % sulfur yang terambil pada batubara. Pentingnya hasil dari penelitian ini yaitu industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar pabrik mampu menerapkan proses desulfurisasi ini sehingga polusi yang dihasilkan dari hasil pembakaran semakin kecil. Selain itu, proses ini sangat membantu pengusaha batubara yang mengeksplor batubara.

Kata kunci: *Asam nitrat, Batubara, Desulfurisasi, Optimasi.*

PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan yang disusun oleh Olivier dan Muntean (2013), peningkatan kadar gas CO₂, SO₂, dan gas-gas lainnya di atmosfer menyebabkan meningkatnya efek rumah kaca sehingga menimbulkan pemanasan global. Emisi karbondioksida (CO₂) secara global meningkat 1,4% dibanding pada tahun 2011, yaitu mencapai 34,5 miliar ton pada tahun 2012. Pada tahun 2012 konsumsi bahan bakar fosil meningkat sekitar 0,6% untuk batubara, 2,2% untuk gas alam dan 0,9% untuk minyak. Pembakaran batubara menyumbang hampir 40% dari total emisi CO₂ global, sedangkan pembangkit listrik tenaga batubara menyumbang sekitar 28% emisi CO₂ global. Pembakaran batubara juga menghasilkan gas SO_x karena adanya kandungan sulfur. Gas SO_x adalah gas yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, seperti hujan asam. Salah satu contoh gas SO_x adalah gas SO₂ (World Coal Institute, 2005). Dibandingkan dengan minyak, gas, biomassa, dan sumber-sumber lainnya, batubara merupakan penyumbang emisi SO₂ terbesar. Oleh sebab itu, perlu adanya penanganan khusus pada batubara dalam mengurangi kandungan sulfur, terutama untuk batubara di Indonesia karena sebagian besar batubara di Indonesia masih mengandung sulfur (Cofala dkk., 2011).

Kandungan sulfur pada batubara di Kalimantan Selatan memiliki nilai yang

berbeda. Penelitian tersebut dilakukan di delapan daerah yang berbeda. Nilai kandungan sulfur bervariasi antara 0,08% hingga 2,80% dengan umur Paleogen maupun Neogen.

Tabel 1. Analisis kandungan batubara.
Average analyses-moisture and ash-free

	Volatile matter (%)		Carbon (wt%)	Oxygen (wt%)	Heating value (kJ/kg)		
	Hydrogen (wt%)				C/H	(C+H)/O	
Anthracite							
Meta	1.8	2	94.4	2	34.425	46	50.8
Anthracite	5.2	2.9	91	2.3	35	33.6	42.4
Semi	9.9	3.9	91	2.8	35.725	23.4	31.3
Bituminous							
Low-vol	19.1	4.7	89.9	2.6	36.26	19.2	37.5
Med-vol	26.9	5.2	88.4	4.2	35.925	16.9	25.1
High-vol.A	38.8	5.5	83	7.3	34.655	15	13.8
High-vol.B	43.6	5.6	80.7	10.8	33.33	14.4	8.1
High-vol.C	44.6	4.4	77.7	13.5	31.91	14.2	6.2
Subbituminous							
Subbit. A	44.7	5.3	76	16.4	30.68	14.3	5
Subbit. B	42.7	5.2	76.1	16.6	30.4	14.7	5
Subbit. C	44.2	5.1	73.9	19.2	29.05	14.6	4.2
Lignite							
Lignite. A	46.7	4.9	71.2	21.9	28.305	14.5	3.6

(Kabe dkk., 2014)

Meskipun kuantitas belerang yang terkandung dalam batubara kecil, penggunaan batubara dalam jumlah yang besar akan berdampak terhadap lingkungan yaitu meningkatnya emisi SO₂ di atmosfer. Kandungan sulfur yang terdapat pada gas SO₂ dari hasil pembakaran batubara dapat dikurangi menggunakan metode reduksi sulfur.

Reduksi sulfur batubara dapat dilakukan melalui metode kimia, fisika, dan biologi. Teknik reduksi sulfur paling efektif adalah menggunakan metode kimia karena hampir semua sulfur organik dan anorganik dapat dihilangkan dari batubara (Ishak dkk., 2017). Proses desulfurisasi batubara secara kimia dapat dilakukan menggunakan etanol, asam sulfonate triflorometan dan desulfurisasi menggunakan larutan asam sulfat, asam nitrat, asam klorida dan hydrogen peroksida.

Penelitian terdahulu mengenai proses desulfurisasi batubara sudah banyak dilakukan. Marthen (2014) telah melakukan percobaan tentang desulfurisasi batubara menggunakan H₂O₂ dalam larutan H₂SO₄. Percobaan dilakukan dalam beberapa variable, yaitu waktu, suhu, dan konsentrasi larutan H₂O₂ dan H₂SO₄. Dari percobaan didapatkan presentase penurunan kandungan sulfur paling besar yaitu 34,77% pada suhu 100⁰ C, waktu 120 menit dan menggunakan campuran H₂O₂ 15% volume dalam H₂SO₄ 0,1 N.

Ali dkk. (1992) melakukan penelitian tentang desulfurisasi batubara dengan berbagai macam konsentrasi H₂O₂. Kondisi operasi yang dipilih adalah pada suhu 30⁰ C, waktu reaksi 30 menit, volume H₂O₂ 100 ml, berat batubara 5 gram, dan

konsentrasi H₂O₂ bervariasi yaitu 3%, 6%, 15%, 30% w/v H₂O₂. Kondisi optimum adalah pada saat menggunakan 30% w/v H₂O₂. Sulfur yang mampu dihilangkan mencapai 95% wt.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi masalah yaitu bagaimana pengaruh asam nitrat dalam mereduksi sulfur yang ada dalam batubara. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kondisi optimum asam nitrat dalam mereduksi kadar sulfur di dalam batubara. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memberikan masukan kepada industri untuk menjalankan secara optimal proses desulfurisasi batubara pada masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Batubara yang digunakan pada penelitian ini didapatkan dari Kalimantan Selatan yang termasuk dalam kelas *subbituminous*. Asam yang dipakai untuk mereduksi sulfur adalah asam nitrat 65% pada beberapa konsentrasi (10%-30%) yang diproduksi oleh PT Merck Tbk. Air yang digunakan pada seluruh proses penelitian ini sudah melalui proses demineralisasi.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalis, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta dikarenakan fasilitas Laboratorium yang memungkinkan untuk menjalankan penelitian ini. Bahan baku batubara diperoleh dari Kalimantan Selatan.

Penelitian ini terbagi menjadi dua tahapan, yaitu analisis batubara awal dan desulfurisasi batubara. Berikut adalah deskripsi proses yang dilakukan yaitu:

Analisis batubara awal

Pada tahap ini batubara dihancurkan menggunakan mesin *ball mill* untuk mendapatkan ukuran yang lebih kecil. Batubara dilewatkan pada ayakan 60 mesh dan ditampung pada ayakan 100 mesh. Sampel dikeringkan menggunakan oven dan selanjutnya dianalisis untuk mengetahui kandungan sulfur awal di dalam batubara.

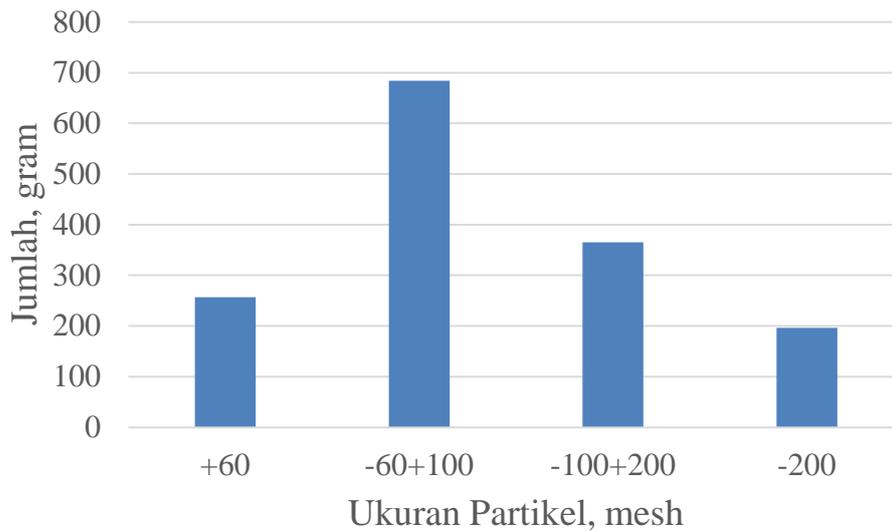
Desulfurisasi batubara

Batubara 15 gram dan asam nitrat 150 mL dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL. Erlenmeyer yang sudah terisi dimasukkan ke dalam mesin *shaker* untuk proses *leaching*. Proses dilakukan selama 120 menit, dilakukan pada suhu ruang. Variasi konsentrasi asam nitrat adalah 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Setelah proses *leaching*, batubara dicuci menggunakan aquades sampai pH netral dan selanjutnya dikeringkan menggunakan oven. Batubara hasil *leaching* yang sudah kering dianalisis untuk mengetahui kandungan total sulfur yang masih tersisa dalam batubara. Analisis total sulfur dikerjakan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi mineral dan Batubara yang berpusat di Bandung

HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi ukuran batubara

Batubara dihancurkan menggunakan *ball mill* selama 6 jam. Setelah proses penghancuran didapatkan ukuran batubara yang berbeda-beda. Menurut Karaca dkk. (2003), ukuran partikel batubara yang digunakan dalam proses desulfurisasi mempengaruhi banyaknya sulfur yang mampu dihilangkan. Banyaknya sulfur yang hilang meningkat seiring dengan menurunnya besarnya ukuran partikel batubara. Namun, faktor ketersediaan sampel juga harus diperhitungkan dalam memilih umpan yang akan digunakan. Grafik 1 menampilkan sebaran ukuran batubara di dalam *ball mill*.

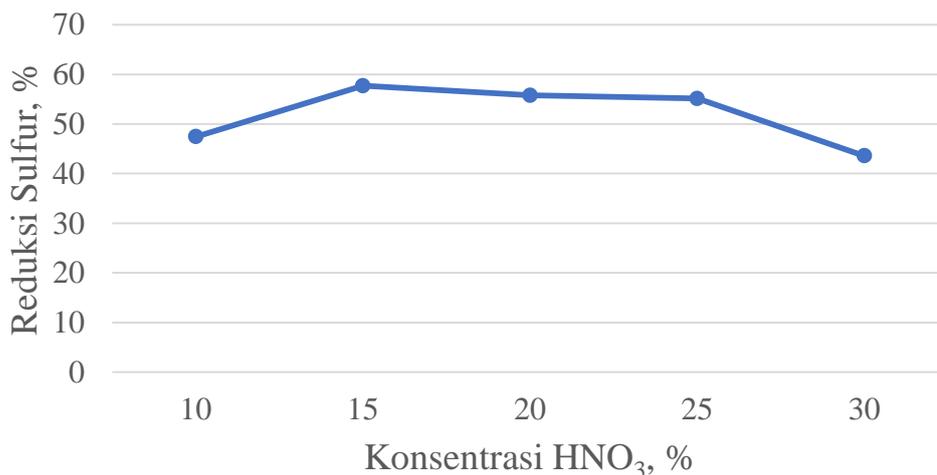


Gambar 1. Distribusi Batubara pada *Ball Mill*.

Dari grafik 1 dapat dilihat bahwa jumlah batubara terbanyak pada ukuran -60+100 mesh. Meskipun dalam teori sulfur yang hilang meningkat seiring dengan menurunnya besarnya ukuran partikel batubara, namun kuantitas batubara pada ukuran -100+200 mesh maupun -200 mesh tidak akan mencukupi kebutuhan umpan sehingga dipilihlah umpan batubara yang digunakan berukuran -60+100 mesh.

Pengaruh konsentrasi HNO₃ terhadap presentase pengurangan sulfur batubara.

Leaching dengan variasi asam nitrat dilakukan pada suhu ruang, ukuran partikel -60+100, S/L= 15 gr/150 mL, dan waktu 120 menit. Hasil dari proses desulfurisasi batubara menggunakan asam nitrat ditampilkan pada Gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi pada *Leaching* Batubara Menggunakan HNO₃.

Dari data di atas diketahui bahwa reduksi sulfur meningkat secara signifikan dari 47% menjadi 57% pada rentang konsentrasi asam nitrat 10% dan 15%. Kemudian

mencapai equilibrium setelah konsentrasi HNO_3 dinaikkan. Terlihat juga reduksi sulfur menurun setelah konsentrasi HNO_3 dinaikkan diatas 25%. Reduksi sulfur menurun dari 55% menjadi 33%. Hal ini disebabkan oleh mobilitas ion SO_4^{2-} terhambat saat kembali ke badan larutan dikarenakan meningkatnya densitas pelarut (HNO_3). Hal yang sama juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Tang dkk. (2019). Dalam penelitiannya, persen ekstraksi menurun seiring bertambahnya konsentrasi asam dalam proses leaching REMs dari *fly ash* batubara. sehingga sudah tidak mengalami kenaikan pada konsentrasi HNO_3 15%.

KESIMPULAN

Kandungan sulfur pada batubara dapat direduksi menggunakan asam nitrat. Eksperimen *leaching* batubara menggunakan asam nitrat dapat dilakukan pada kondisi optimum yaitu pada suhu ruang, konsentrasi HNO_3 15%, rasio S/L= 15gram/150mL, durasi leaching selama 120 menit. Pada kondisi optimum tersebut, sulfur yang mampu direduksi oleh asam nitrat sebesar 57%. Penelitian desulfurisasi batubara menggunakan asam nitrat dapat dilakukan dengan variasi suhu dan waktu leaching, mengingat kedua faktor tersebut juga mempengaruhi desulfurisasi batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Olivier J. G. J., dan Muntean M., 2013, "*Trends in Global CO2 Emission*", Den Haag. Diambil dari www.jrc.ec.europa.eu.
- [2]. World Coal Institute, 2005, "Sumber Daya Batu Bara", 1–50.
- [3]. Cofala J., Bertok I., Borken-Kleefeld J., Heyes C., Klimont Z., Rafaj P., Amann M., 2011, "*Emissions of Air Pollutants for the World Energy Outlook 2011 Energy Scenario*" Laxenburg
- [4]. Kabe T., Ishihara A., Qian E. W., Sutrisna I. P., dan Kabe Y., 2014, "*Coal and Coal-Related Compounds*", Amsterdam: Elsevier B.V.
- [5]. Ishak M. A. M., Ismail K., Nawi M. A. M., dan Ismail A. F., 2017, "Chemical Desulphurisation of Sub-Bituminous High Sulphur Indonesian Coal Via Peroxyacetic Acid Treatment", *ASEAN Journal on Science and Technology for Development*, 20(1), 27.
- [6]. Marthen M., 2014, "*Desulfurisasi Batubara secara Kimia dengan Solvent Leaching Method Menggunakan H_2O_2 dalam larutan H_2SO_4* ", Makassar.
- [7]. Ali A., Srivastava S. K., dan Haque R., 1992, "Chemical desulphurization of high sulphur coals", *Fuel*, 71(7), 835–839. [https://doi.org/10.1016/0016-2361\(92\)90139-F](https://doi.org/10.1016/0016-2361(92)90139-F)
- [8]. Karaca S., Akyürek M., dan Bayrakçeken S., 2003, "The removal of pyritic sulfur from Aşkale lignite in aqueous suspension by nitric acid", *Fuel Processing Technology*, 80(1), 1–8. [https://doi.org/10.1016/S0378-3820\(02\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0378-3820(02)00026-7)
- [9]. Tang, M., Zhou, C., Pan, J., Zhang, N., Liu, C., Cao, S., dan Ji, W., 2019, Study on extraction of rare earth elements from coal fly ash through alkali fusion – Acid leaching, *Minerals Engineering*, 136(July 2018), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.01.027>