

DESULFURISASI BATUBARA BAYAH DENGAN METODE LEACHING MENGUNAKAN PELARUT KALSIMUM HIPOKLORIT

Fatah Sulaiman**, *Indra Budi Setiawan**

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNTIRTA BANTEN
UNTIRTA, Jl. Raya Merak Km.3, Cilegon, 42435, Indonesia

E-mail:

*fatah.sulaiman@untirta.ac.id, Dosen Jurusan Teknik Kimia Untirta

** insys190287@gmail.com, Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia

ABSTRAK

Batubara adalah salah satu bahan bakar berbasis fosil yang cadangannya sangat melimpah di Indonesia termasuk di daerah Bayah, Lebak Banten Selatan. Batubara di Indonesia khususnya di daerah Bayah Banten memiliki kandungan sulfur yang cukup tinggi yaitu sekitar 0.89% - 4.19% dengan nilai kalor ± 5312 Kcal / Kg sehingga masih termasuk kategori sub-bituminous ataupun lignite. Sebelum digunakan sebagai bahan bakar, batubara perlu diberikan treatment awal desulfurisasi, sebagai upaya mengurangi emisi SO₂ yang berpotensi mencemari udara saat terjadi proses pembakaran batubara. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur, dan konsentrasi pelarut hipoklorit terhadap proses desulfurisasi batubara dengan metode leaching Tahapan penelitian ini meliputi persiapan bahan baku batubara, kedua persiapan pelarut kimia, ketiga persiapan rangkaian alat utama keempat pelaksanaan percobaan utama, dan terakhir adalah analisa hasil percobaan, dimana pada setiap percobaan utama akan diambil sampel untuk dilihat kandungan sulfurnya Pada variasi temperatur proses leaching, di dapat kondisi optimum yaitu larutan Ca(OCl)₂ 0.5 M pada temperatur 60°C dengan kandungan sulfur di dalam batubara sebesar 0.47%, sedangkan larutan Ca(OCl)₂ 0.75 M pada temperatur 70°C diperoleh kandungan sulfur di dalam batubara sebesar 0.1% dan larutan Ca(OCl)₂ 1 M pada temperatur 80°C di peroleh kandungan sulfur di dalam batubara sebesar 0.15%, sedangkan untuk variasi konsentrasi, didapat kondisi optimum yaitu pada temperatur 60°C dengan konsentrasi Ca(OCl)₂ 0.75 M diperoleh kandungan sulfur sebesar 0.11%, pada temperatur 70°C dengan konsentrasi Ca(OCl)₂ 0.75 M diperoleh kandungan sulfur sebesar 0.10% dan pada temperatur 80°C dengan konsentrasi Ca(OCl)₂ 1 M diperoleh kandungan sulfur sebesar 0.15%.

Kata kunci: ***Desulfurisasi, leaching, hipoklorit***

ABSTRACT

Coal is a fossil based fuel reserves are abundant in Indonesia, including, in the area bayah, Lebak South of Banten, particularly in the area of Banten bayah have a fairly high sulfur content of around 0.89% - 4.19% with calorific value of $5312 \pm$ Kcal / Kg, so it still belongs to the category of sub-bituminous or lignite. Before being used as fuel, coal desulfurization should be given early treatment, in an effort to reduce emissions of SO₂ that could potentially pollute the air when coal combustion process occurs.

This research intend to find out the effect of temperature and concentration of hypochlorite solvent in desulfurization process of coal by leaching method. Indonesian's coals especially in Bayah Banten have high sulfur content around 0.89% - 4.19% with caloric value ± 5312 Kcal / Kg so that it belong to category of sub-bituminous or lignite. This research obtain the best variation with temperature process 70°C and Ca(OCl)₂ concentration 0.75 M which contain 0.10% of sulfur.

Keyword: ***Desulfurization, leaching, hypochlorite***

1. PENDAHULUAN

Perkembangan pemakaian batubara hingga saat ini semakin meningkat. Hal itu didukung oleh adanya program pemerintah yang menetapkan batubara sebagai sumber energi alternatif utama. Akan tetapi pemanfaatan batu bara sebagai bahan bakar fosil menimbulkan beberapa masalah ekologi, misalnya permukaan tanah akibat operasi penambangan serta karena terdapatnya sulfur dalam batubara. Pembakaran batubara berkadar sulfur tinggi menghasilkan gas sulfur dioksida yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mengganggu kehidupan manusia, seperti menyebabkan sesak pada saluran pernapasan, serta menyebabkan hujan asam dan korosi pada peralatan pabrik (Sasongko, D., 1999). Untuk mengurangi gas SO_2 ini dapat dilakukan dengan mengurangi kandungan sulfur sebelum batubara dibakar (desulfurisasi) atau dengan mengurangi kandungan sulfur setelah batubara dibakar (flue gas desulfurization) (Anonymous, 2006). Metode pemisahan oksida sulfur yang lebih dikenal dengan istilah desulfurisasi ini dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan metode basah (wet method) dan metode kering (dry method) (Siswati dan Festiani, 2010). Cara pertama disebut metode basah karena menggunakan cairan sebagai media penyerap sulfur. Cara kedua disebut metode kering karena bahan-bahan padat seperti oksida metal dan arang aktif digunakan sebagai pengikat sulfur (Anonymous, 2009). Salah satu metode basah yaitu dengan cara Molten Caustic Leaching (MCL), dimana sulfur yang ada pada batubara akan terlarut oleh reagents kimia. Proses leaching ini menggunakan pelarut kimia yang dapat mengkonversi pirit sulfur kedalam bentuk zat terlarut. Metode MCL ini dapat menghilangkan hampir semua kandungan pirit dan sulfid dari sulfur serta sekitar 90% organik sulfur. Untuk metode leaching ini dapat digunakan larutan asam, larutan hipoklorit, larutan peroksida, larutan klorida, larutan sulfat, larutan basa serta alcohol.

Ehsani (2006) menyebutkan bahwa reduksi pirit sulfur meningkat seiring dengan meningkatnya waktu dan konsentrasi. Pada percobaannya desulfurisasi batubara Tabas dengan media pelarut FeCl_3 15% dapat menghilangkan kandungan pirit sulfur hingga 71,2% dan 53,4% total kandungan sulfur. Sedangkan untuk media pelarut $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ reduksi maksimal yang didapat sekitar 45,8% dengan konsentrasi $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 38%. Ehsani (2006) juga menyebutkan bahwa dengan menggunakan H_2O_2 sebagai media pelarut pada temperature ruang didapatkan reduksi pirit dari 21,94 sampai 30,96% dan penghilangan abu dari 21,42 sampai 45,24%.

Penggunaan asam nitrat sebagai media pelarut pada temperature 40°C dengan konsentrasi 22% didapatkan reduksi pirit sebesar 38. Untuk media pelarut NaOH dilakukan pada temperatur $150\text{-}210^\circ\text{C}$ dan didapatkan reduksi tertinggi pirit sebesar 70,8%, sulfur organik 16,67% dan total reduksi sulfur 60,32% (Ehsani, 2006).

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian desulfurisasi batubara dengan berbagai pelarut secara leaching yang telah dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten dilakukan beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan bahan baku batubara, persiapan pelarut kimia, pelaksanaan percobaan dan analisa hasil percobaan.

Pada persiapan bahan baku batubara ini dengan cara menghancurkan batubara pada mesin crusher, setelah itu memisahkan batubara berdasarkan ukuran partikelnya menggunakan ayakan dengan ukuran partikel 200 mesh. Pemisahan batubara dengan ayakan ini dilakukan selama 15 sampai 30 menit. Batubara yang telah diayak, diambil sampelnya untuk dianalisa kandungan apa saja yang terdapat didalamnya, analisa ini dilakukan di Laboratorium Pengujian tekMIRA dengan menggunakan Sulfur Analyzer.

Pada persiapan larutan kimia ini dilakukan dengan metode pelarutan. Untuk membuat larutan dengan konsentrasi 1 M, pertama memasukkan Kalsium hipoklorit sebanyak 71.49 gram ke dalam gelas kimia dan menambahkan 500 ml aquadest ke dalam gelas kimia tersebut. Setelah itu mengaduk larutan tersebut hingga homogen dan memasukkannya kedalam labu ukur untuk dikocok sampai benar-benar homogen. Untuk konsentrasi larutan 0.5 M kalsium hipoklorit yang digunakan sebanyak 35.7425 gram.

Pada percobaan utama pertama memasukkan 20 gram batubara yang telah diayak ke dalam reaktor desulfurisasi, kemudian memasukkan 500 ml pelarut kimia yang telah ditentukan konsentrasinya. Rasio massa batubara terhadap volume pelarut kimia yaitu 2:50. Kemudian mengatur temperatur dan kecepatan pengadukan 250 rpm. Pelaksanaan proses desulfurisasi selama 2 jam. Setelah proses selesai, batubara kembali dipisahkan dengan cara disaring dengan kertas saring dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 100°C . Untuk analisa batubara sesudah proses desulfurisasi dilakukan di Laboratorium Pengujian tekMIRA dengan mengacu pada standar ASTM D4239.

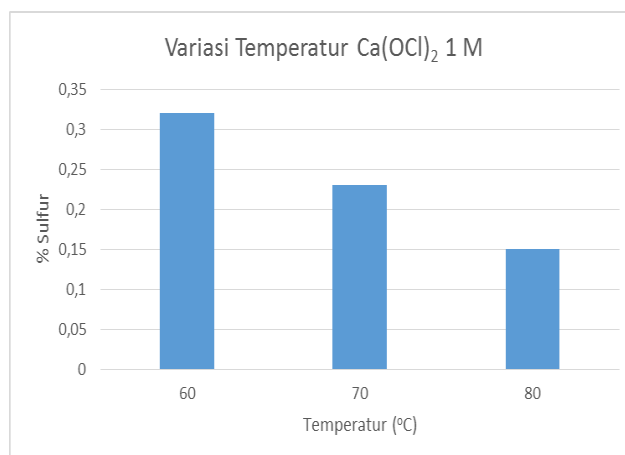
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, peneliti akan membahas hubungan antara variasi temperatur leaching dan variasi konsentrasi pelarut leaching terhadap jumlah penurunan total sulfur yang terdapat dalam batubara. Penelitian ini bertujuan mendapatkan kondisi operasi optimum untuk proses desulfurisasi batubara Bayah Banten dengan pelarut kalsium hipoklorit, sehingga batubara yang digunakan sesuai dengan aturan ambang batas kandungan sulfur di dalam batubara sebesar 0.5 – 0.8%, meskipun nilai kalor batubara Bayah Banten ini rendah yaitu sebesar 3,274 kkal/kg.

Penelitian ini menggunakan variabel tetap yaitu ukuran batubara 200 mesh yang dihancurkan menggunakan alat crushing yang dilakukan di laboratorium Metalurgi, jenis pelarut yang digunakan yaitu kalsium hipoklorit, serta kecepatan pengadukan sebesar 250 rpm dan analisa penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium dengan uji berdasarkan ASTM D.4239 di Laboratorium Pengujian tekMIRA. Berdasarkan hasil analisa didapatkan data kandungan sulfur sebelum proses desulfurisasi dan setelah proses desulfurisasi sebagai berikut.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

No.	No. Lab	Tanda Contoh	Belerang Total Total sulfur %,adb
1	1217/14	Sample Awal	1,76
2	1218/14	Ca(OCl) ₂ 0,5 M 60 °C	0,47
3	1219/14	Ca(OCl) ₂ 0,5 M 70 °C	0,63
4	1220/14	Ca(OCl) ₂ 0,5 M 80 °C	0,52
5	1221/14	Ca(OCl) ₂ 1 M 60 °C	0,32
6	1222/14	Ca(OCl) ₂ 1 M 70 °C	0,23
7	1223/14	Ca(OCl) ₂ 1 M 80 °C	0,15
8	1224/14	Ca(OCl) ₂ 0,75 M 60 °C	0,11
9	1225/14	Ca(OCl) ₂ 0,75 M 70 °C	0,10
10	1226/14	Ca(OCl) ₂ 0,75 M 80 °C	0,26
STANDAR ACUAN / STANDARD METHODS :			ASTM D.4239

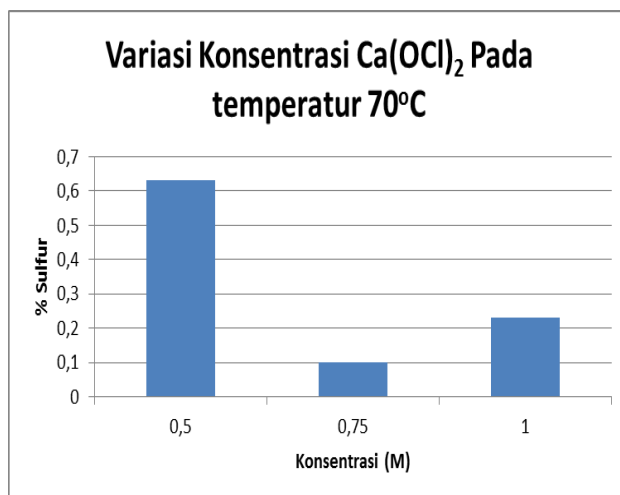


Gambar 1. Pengaruh variasi temperature

Dari data hasil analisa tersebut dapat dilihat bahwa kandungan sulfur pada batubara Bayah berkurang setelah didesulfurisasi selama 2 jam dengan kandungan sulfur sebelum proses desulfurisasi yaitu 1.76 % dan kandungan sulfur setelah proses desulfurisasi yaitu mencapai 0.10 %. Proses desulfurisasi ini dipengaruhi oleh temperatur proses dan konsentrasi pelarutnya.

Pada penelitian ini diamati temperatur proses leaching terhadap penurunan total sulfur yang dapat terlarut di dalam pelarut leaching. Adapun variasi temperatur yaitu 60°C, 70°C dan 80°C dengan kecepatan pengadukan 250 rpm selama 2 jam. Proses leaching dibatasi 2 jam agar konsumsi energi baik dari pengadukan maupun pemansan tidak terlalu besar. Desulfurisasi Batubara dengan metode leaching merupakan proses perpindahan secara difusi komponen sulfur terutama sulfur pirit dari padatan inert ke dalam pelarutnya, dalam penelitian ini yaitu difusi sulfur pirit dari padatan batubara ke dalam pelarut leachingnya. Temperatur leaching divariasikan agar mendapatkan kondisi operasi yang optimum dalam pengurangan kadar sulfur di dalam batubara. Senyawa sulfur yang terlarut pada pelarut leaching terjadi secara difusi, bila peristiwa pelarutan terus terjadi, maka akan terjadi difusi partikel-partikel solute dari lapisan antar-fasa menembus lapisan permukaan pelarut dan masuk ke dalam badan pelarut dimana solute didistribusikan merata (Jobsheets, 1991).

Pada percobaan 3 dengan menggunakan pelarut $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 1 M pada temperatur 60°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm, proses leaching batubara di peroleh total sulfur sebesar 0.32 % , dan filtrat larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 1 M pada percobaan 1 menjadi berwarna kuning keruh. Pada percobaan 2 dengan menggunakan larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 1 M pada suhu 70°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm, proses leaching batubara di peroleh total sulfur sebesar 0.23 % , dan filtrat berwarna kuning keruh. Sedangkan pada percobaan 3 larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 1 M pada suhu 80°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm, proses leaching batubara di peroleh total sulfur sebesar 0.15% dengan filtrat berwarna kuning keruh. Semakin tinggi temperatur leaching mengakibatkan pori-pori batubara cenderung lebih terbuka sehingga difusi berlangsung lebih cepat karena hambatan difusinya lebih kecil. Semakin tinggi temperatur akan ada kerja pembentukan permukaan sehingga jumlah maksimum pelarut akan masuk ke dalam padatan untuk menarik sulfur pyrite ke luar (pw.atkwin, 1993).



Gambar 2. Variasi konsentrasi Kalsium Hipoklorit

Pada percobaan 1 dengan menggunakan pelarut $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 0.5 M pada temperatur 70°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm, proses leaching batubara di peroleh total sulfur sebesar 0.63 % , dan filtrat larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 0.5 M pada percobaan 1 menjadi berwarna kuning jernih. Pada percobaan 2 dengan menggunakan larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 0.75 M pada suhu 70°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm, proses leaching batubara di peroleh total sulfur sebesar 0.10 % , dan filtrat berwarna coklat kemerahan. Sedangkan pada percobaan 3 larutan $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 1 M pada suhu 70°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm, proses leaching batubara di peroleh total sulfur sebesar 0.23% dengan filtrat berwarna kuning keruh.

Dari tabel 1, sesuai dengan hasil penelitian variasi temperatur di dapat pada temperatur optimum adalah temperatur 80°C. Hal ini disebabkan semakin tinggi temperatur mengakibatkan pori-pori pada batubara lebih terbuka. Pori-pori yang semakin terbuka dapat memperluas permukaan batubara sehingga kontak antara larutan semakin baik, dan difusi antara larutan dengan batubara akan semakin cepat. Proses pelarutan pada temperatur tinggi akan memperkecil viskositas sehingga solvent lebih mudah masuk kedalam pori, hal ini akan mempercepat pelarutan solute dalam solventnya dan semakin banyak solute yang berpindah. Hal ini sangat menguntungkan karena mempercepat pemisahan (Treybal, R.E, 1960). Berdasarkan persamaan Arrhenius, peningkatan temperatur juga akan mempengaruhi nilai konstanta laju reaksi, dan ini akan mempengaruhi laju reaksinya. Semakin tinggi konsentrasi pelarut leaching mengakibatkan laju reaksi meningkat sesuai dengan persamaan laju reaksi

$$d\text{Ca}/dt = k.\text{Ca}.\text{Cb} \quad (1)$$

sehingga peningkatan laju reaksi terjadi dikarenakan pada konsentrasi yang tinggi mengandung lebih banyak jumlah ion ClO^- yang merupakan zat pereduksi sulfur pada batubara. Semakin banyak ion ClO^- maka akan semakin banyak sulfur yang tereduksi, sehingga kandungan total sulfur pada batubara akan semakin berkurang. Tetapi apabila konsentrasi yang digunakan terlalu tinggi maka akan menghambat proses desulfurisasi karena pada konsentrasi yang tinggi, jumlah Ca^{2+} juga akan semakin banyak, sehingga memungkinkan terbentuknya Ca(OH)_2 lebih banyak. Dari tabel 1, sesuai dengan hasil penelitian variasi konsentrasi di dapat pada konsentrasi optimum adalah konsentrasi 0,75 M. Hal ini disebabkan konsentrasi yang tidak terlalu tinggi mengakibatkan ion ClO^- yang berdifusi kedalam pori-pori batubara lebih banyak jumlahnya sehingga akan semakin banyak solute yang berpindah, dan ion Ca^{2+} yang membentuk Ca(OH)_2 tidak banyak. Hal ini sangat menguntungkan karena mempercepat pemisahan kandungan sulfur dari batubara.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut: Pada variasi temperatur proses leaching, di dapat kondisi optimum yaitu larutan Ca(OCl)_2 0.5 M pada temperatur 60°C dengan kandungan sulfur di dalam batubara 0.47%, sedangkan larutan Ca(OCl)_2 0.75 M pada temperatur 70°C diperoleh kandungan sulfur di dalam batubara 0.1% dan larutan Ca(OCl)_2 1 M pada temperatur 80°C di peroleh kandungan sulfur di dalam batubara 0.15%.

Pada variasi konsentrasi, didapat kondisi optimum yaitu pada temperatur 60°C dengan konsentrasi Ca(OCl)_2 0.75 M diperoleh kandungan sulfur 0.11%, pada temperatur 70°C dengan konsentrasi Ca(OCl)_2 0.75 M diperoleh kandungan sulfur 0.10% dan pada temperatur 80°C dengan konsentrasi Ca(OCl)_2 1 M diperoleh kandungan sulfur 0.15%.

Dari keseluruhan variasi didapatkan variasi terbaik pada penelitian ini yaitu dengan konsentrasi pelarut Ca(OCl)_2 0.75 M pada temperature 70°C .

DAFTAR PUSTAKA

- Aladin, Andi, 2006. Desulfurisasi Batubara Asal Sulawesi Secara Flotasi Menggunakan Surfaktan Crude Palm Oil (CPO)
- Allen and Shonnard, 2002. Green Engineering: Environmentally Conscious Design of Chemical Processes, Prentice Hall PTR, United States
- Anonimous, 2009. Desulfurisasi Mencegah Hujan Asam, earlhamfa.wordpress.com April 2013.
- Demirbas, A. 2002. Electricity from biomass and hydroelectric development projects in Turkey. Energy Explor. Exploit. 20:325–335.
- Fadilah, Rifka, 2009. Penyisihan Pirit dan Pencairan Batubara oleh Thiobacillus ferrooxidans dan Phanerochaete chrysosporium
- Granqvist, Clean Coal Science Handbook, 1995
- Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, New York: John Wiley & Sons INC, 1984
- Putri, Novy Pralisa, 2009, Desulfurisasi Batubara Dengan Senyawa Hipoklorit Secara Leaching, Program Pascasarjana, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Sasongko, D., 1999. Biodepiritisasi batubara menggunakan Thiobacillus Ferrooxidans
- Siswati, Nana Dyah dan Festiani, Aretna, 2010. Desulfurisasi Batubara Menggunakan Udara Dan Air
- W. Li and E.H. Cho, Energy Fuels 19 (2005), pp. 499–507
- www.djmbp.esdm.go.id