

ANALISIS PENGARUH BATU KAPUR TERHADAP PENURUNAN KADAR SULFUR DIOKSIDA GAS BUANG BOILER PADA PT. PLN (PERSERO) UNIT PLTU BARRU

Abdul Rahman¹⁾, Werni Gusti Marampa²⁾

Abstract: In line with the development of coal utilization in Indonesia, there are also some obstacles that hinder the development. The main obstacle is the presence of SO₂ gas of coal combustion products which can cause air pollution. To reduce SO₂ gas can be done by reducing the sulfur content of the coal burned before (desulfurization), with the aim to determine the effect of limestone to decreased levels of sulfur and sulfur removal efficiency resulting in an environmentally friendly exhaust gas in accordance with the regulations of Ministry of Environment (MoE) . This research was conducted by using the method of direct observation on the components of the power plant which will review the boiler, chimney and CEMS as well as interviews with relevant parties about the desulfurization process. The results of the study indicate that the use of limestone to reduce levels of sulfur is an effective option for every plant where the efficiency of desulfurization process reaches 98%.

Keywords: plant, boiler, desulfurization, Lime Stone.

I. Pendahuluan

Perkembangan pemakaian batubara hingga saat ini semakin meningkat. Pembangkit listrik tenaga uap saat ini merupakan pilihan pemerintah dalam menanggulangi krisis listrik. Dengan ketersediaan sumber daya alam batubara yang melimpah, lebih dari 75% suplai energi listrik di Indonesia disediakan oleh pembangkit listrik berbahan bakar batubara. Hal itu didukung oleh adanya program pemerintah yang menetapkan batubara sebagai sumber energi alternatif utama, angka tersebut diperkirakan akan naik, mengingat pemerintah saat ini telah merencanakan program PLTU 10.000 MW tahap I, dimana akan dibangun 35 PLTU yang tersebar di seluruh Indonesia. (Perpres No. 71 Tahun 2006).

Energi batubara merupakan jenis energi yang sarat dengan masalah lingkungan, terutama kandungan sulfur sebagai polutan utama. Sulfur batubara juga dapat menyebabkan kenaikan suhu global serta gangguan pernafasan. Saat ini bahan bakar pembangkit listrik di Indonesia masih didominasi oleh penggunaan bahan bakar fosil, salah satunya adalah batubara. Penggunaan batubara untuk bahan bakar pembangkit listrik diperkirakan akan terus meningkat. Penggunaan batubara sebagai bahan bakar akan menimbulkan efek berupa emisi pencemar. Emisi-emisi yang dihasilkan dapat berupa SO₂, NO_x, CO₂. SO₂ atau sulfur dioksida yang menyebabkan terjadinya hujan asam.

Sulfur dalam batubara yang terbakar akan bereaksi dengan oksigen sehingga menghasilkan SO₂ pada gas buangnya. Bila tidak dilakukan pengontrolan dan upaya untuk mengurangi kadar SO₂, akan sangat berbahaya bagi lingkungan dan nantinya juga akan berdampak buruk pada manusia. Untuk mengurangi gas SO₂ ini dapat dilakukan dengan mengurangi kandungan sulfur sebelum batubara

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

² Alumni Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

77 Abdul Rahman, Werni Gusti Marampa, Analisis Pengaruh Batu Kapur terhadap Penurunan Kadar Sulfur Dioksida Gas Buang Boiler pada PT. PLN (Persero) Unit PLTU Barru

dibakar (*Flue Gas Desulfurization*) atau dengan mengurangi kandungan sulfur setelah batubara dibakar (desulfurisasi). Salah satu metode pengurangan limbah batubara adalah teknik *Desulfurisasi*. Teknologi ini menggunakan batu kapur (CaCO_3) sebagai bahan bakunya. Salah satu alasan pemilihan CaCO_3 adalah harganya yang murah dan mudah diperoleh. Proses yang terjadi di dalam furnace adalah sebagai berikut :

- Desulfurization (De-SO_x) Reaction :
 $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$
 $\text{CaO} + \text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \text{ (solid)}$
(S telah "tertangkap" dalam bentuk endapan)
- Di suhu tinggi (di atas 1300° C) terjadi reaksi berikut:
 $\text{CaSO}_4 \rightarrow \text{CaO} + \text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2$

Tujuan Penelitian ini adalah :

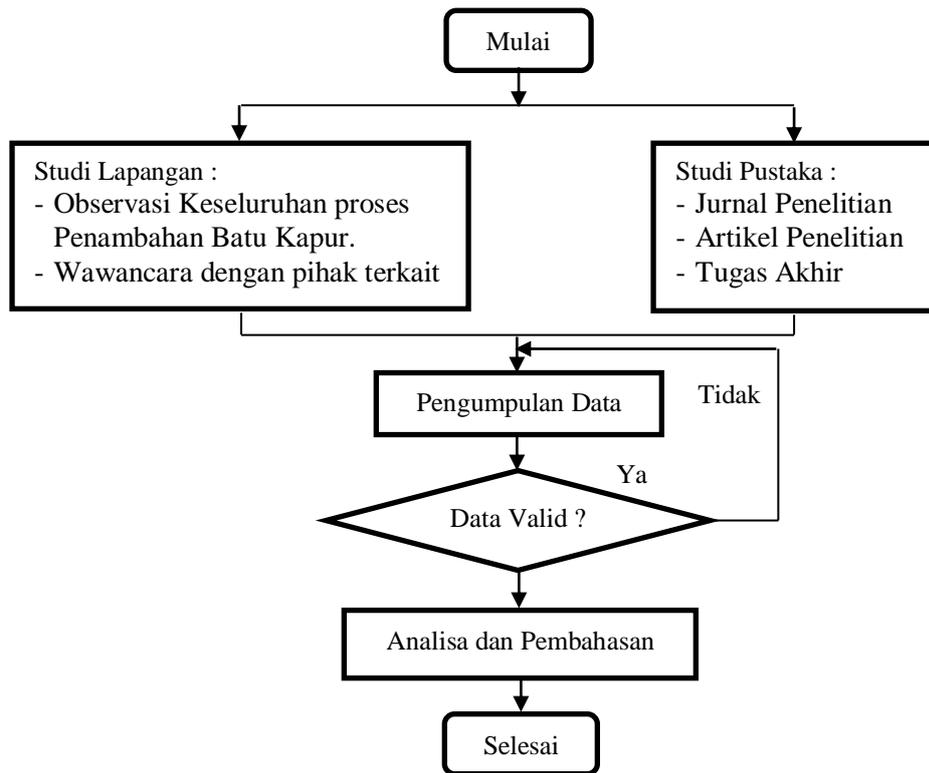
1. Untuk mengetahui penurunan kadar sulfur (SO_2) dengan penggunaan batu kapur.
2. Untuk mengetahui efisiensi penurunan kadar sulfur dioksida (SO_2) pada cerobong, sehingga menghasilkan gas buang yang ramah lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. PLN (Persero) Unit Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Barru pada bagian Boiler dan Chimney. PLTU Barru 2 x 50 MW ini berlokasi di desa Lampoko, dusun Bawasalo, Kecamatan Balusu, Kabupaten Barru. Objek yang diteliti adalah penurunan kadar sulfur dioksida dengan menggunakan batu kapur. Tempat-tempat penyempurnaan dan kelengkapan dari penelitian ini yaitu di Lab. Energi, dan juga di lakukan di Perpustakaan kampus. Adapun peralatan yang digunakan ialah seperangkat alat ukur. Sedangkan untuk bahan-bahan yang digunakan ialah sistem *Limestone* (Batu Kapur), Batubara, *Fly Ash* (Abu), dan Gypsum.

Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan metode observasi langsung pada komponen-komponen PLTU yang akan tinjau yaitu boiler dan chimney. Observasi dilakukan dengan tujuan untuk dapat mengidentifikasi masalah yang terjadi, kemudian melakukan pengumpulan data. Pengumpulan data yang dikumpulkan adalah semua data yang berhubungan dengan sifat termodinamika pada komponen boiler dan chimney. Setelah data yang diperlukan telah didapat selanjutnya melakukan perhitungan mengenai efisiensi penyerapan kadar sulfur dioksida. Selanjutnya melakukan identifikasi unsur dan kadar flue gas yang telah dihasilkan di chimney. Pengukuran dan perhitungan mengenai kadar SO_2 dilakukan dengan penggunaan beban pada saat terjadinya kenaikan kadar sulfur.

Proses pengambilan data kadar sulfur dioksida dilakukan pada CEMS (Continuous Emission Monitoring System) alat ukur dipasang disekitar chimney untuk mengetahui tinggi rendah kadar sulfur pada gas buang. Kemudian pengambilan data laju aliran batu kapur, bahan bakar berupa batubara dan data lainnya yang dibutuhkan dapat dilihat langsung pada monitor control room maupun log sheet operator, sehingga jumlah laju aliran batu kapur dan bahan bakar dapat diketahui.

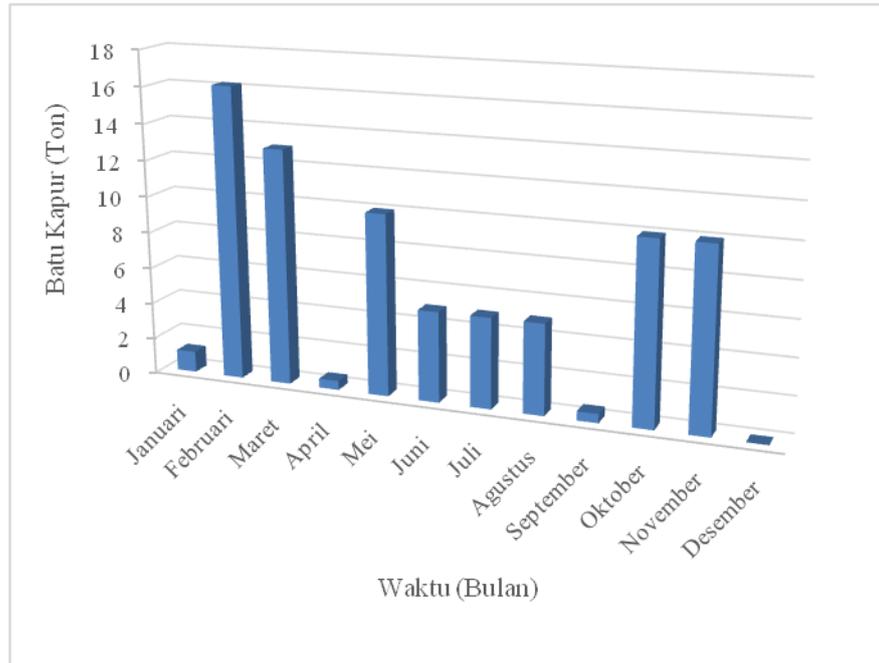


Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

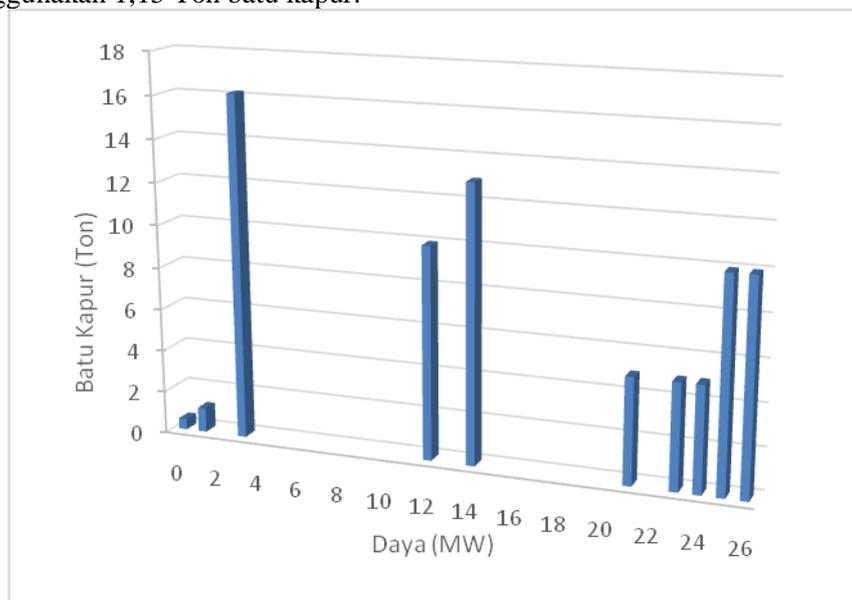
Melihat hasil dari penelitian menyatakan bahwa, nilai sulphur hasil pembakaran batubara yang meningkat tidak diimbangi dengan nilai batu kapur yang digunakan. Adapun hal yang dapat dilakukan yaitu, merancang suatu sistem dengan membandingkan nilai antara batu kapur dan penggunaan batubara sehingga mendapatkan hasil yang linear antara penggunaan batubara, kadar sulphur dan penggunaan batu kapur. Dimana jika kadar sulphur meningkat, jumlah batu kapur juga harus meningkat. Dengan melihat jumlah kadar sulphur terendah yang dihasilkan dari pembakaran batubara yaitu 400 mg/m^3 seharusnya menggunakan batu kapur minimal 0,5 Ton untuk menurunkan kadar sulphur, dan untuk jumlah kadar sulphur tertinggi hasil pembakaran batubara yaitu 700 mg/m^3 seharusnya menggunakan minimal 5-10 Ton. Sehingga proses desulfurisasi kadar sulphur dapat seimbang dengan penggunaan batu kapur yang digunakan.

79 Abdul Rahman, Werni Gusti Marampa, Analisis Pengaruh Batu Kapur terhadap Penurunan Kadar Sulfur Dioksida Gas Buang Boiler pada PT. PLN (Persero) Unit PLTU Barru



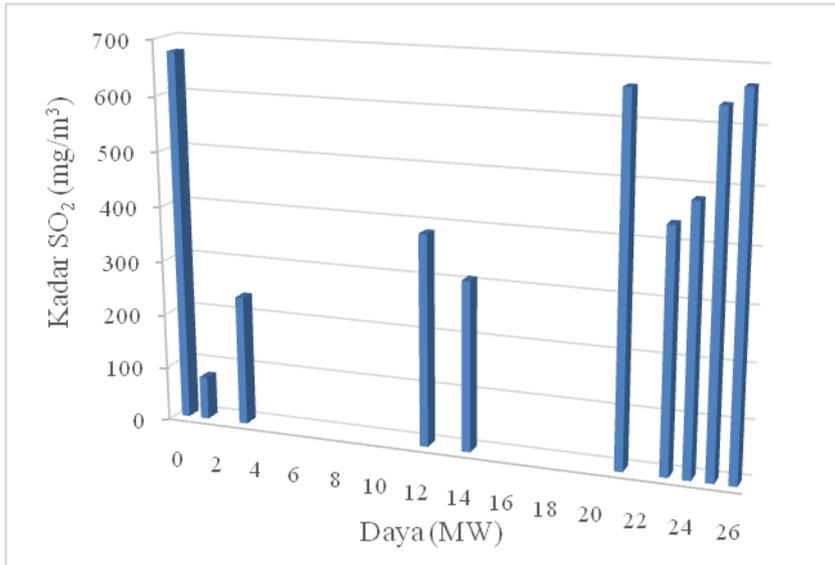
Gambar 2. Grafik hubungan antara penggunaan batu kapur (limestone) tiap bulan selama tahun 2013.

Dari gambar grafik diatas, terlihat hubungan antara penggunaan batu kapur selama tahun 2013. Dimana penggunaan batu kapur meningkat secara fluktuatif, hal ini disebabkan karna proses desulfurisasi atau penyerapan kadar sulphur masih menggunakan system manual oleh operator. Kenaikan kadar sulphur tertinggi terjadi pada bulan September 675.9 mg/m^3 dengan menggunakan batu kapur sebanyak 0,5 Ton, dan nilai kadar sulphur terendah yaitu 12.6 mg/m^3 dengan menggunakan 1,15 Ton batu kapur.



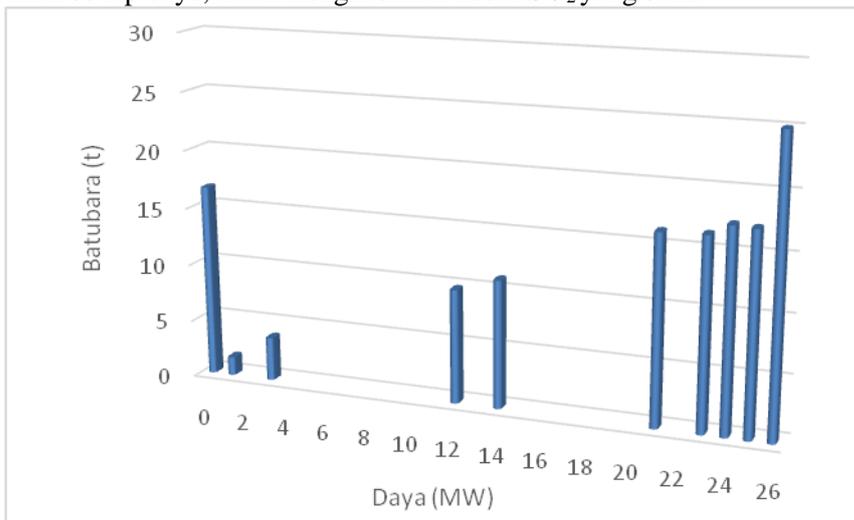
Gambar 3. Grafik hubungan antara penggunaan Batu kapur (Ton) terhadap daya (MW) yang dibangkitkan selama tahun 2013.

Dari gambar grafik diatas, terlihat hubungan antara penggunaan batu kapur terhadap daya yang dibangkitkan selama tahun 2013. Dimana pada grafik terlihat penggunaan batu kapur secara berurut yaitu : 16.2 ton, 13 ton, 10 ton, 10 ton, 10 ton, 5 ton, 5 ton, 5 ton, 1.15 ton, 0.5 ton, 0.5 ton. Terjadi perbedaan penggunaan batu kapur seiring dengan kenaikan kadar sulfur (SO_2) dari hasil pembakaran yang berbeda-beda.



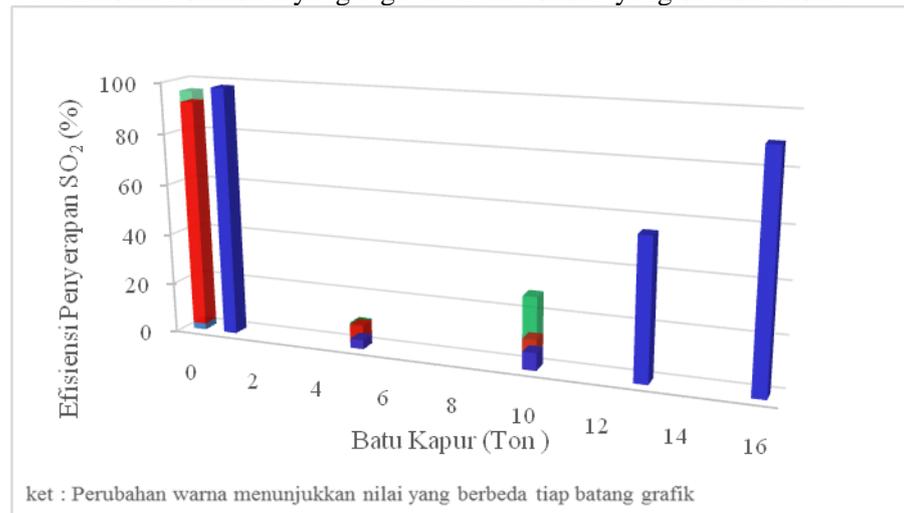
Gambar 4. Grafik hubungan antara kadar sulfur dioksida SO_2 (mg/m^3) terhadap daya (mw) yang dibangkitkan selama tahun 2013.

Dari gambar diatas, terlihat bahwa kadar sulphur dioksida (SO_2) meningkat secara fluktuatif selama tahun 2013. Dimana pada grafik terlihat kadar sulfur dioksida (SO_2) secara berurut yaitu : 670.6 mg/m^3 , 659.3 mg/m^3 , 638.7 mg/m^3 , 481.4 mg/m^3 , 438.4 mg/m^3 , 310.3 mg/m^3 , 386 mg/m^3 , 238.4 mg/m^3 , 144.9 mg/m^3 , 78.5 mg/m^3 , 53 mg/m^3 , 12.6 mg/m^3 . Hal ini disebabkan karna kadar SO_2 yang dihasilkan setiap daya, tidak menghasilkan kadar SO_2 yang sama.



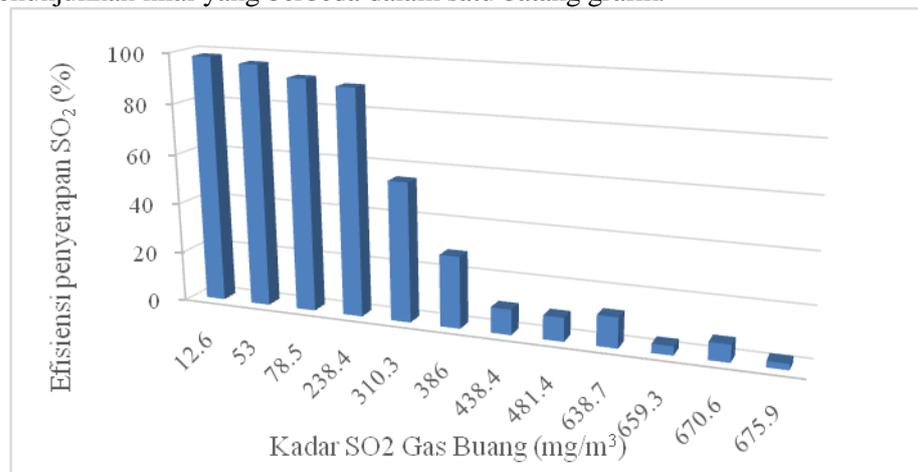
Gambar 5. Grafik hubungan antara penggunaan batubara (Ton) terhadap daya (MW) yang dibangkitkan selama tahun 2013.

Dari gambar diatas, terlihat bahwa penggunaan batubara meningkat tiap bulannya pada tahun 2013. Untuk daya 1.110 MW menggunakan 1.221 ton batubara, daya 3.884 MW menggunakan 3.779 ton batubara, daya 14.878 MW menggunakan 11.038 ton batubara, daya 3.189 MW menggunakan 2.311 ton batubara, daya 25.525 MW menggunakan 17.205 ton batubara, daya 23.715 MW menggunakan 16.392 ton batubara, daya 24.494 MW menggunakan 17.322 ton batubara, daya 21.694 MW menggunakan 16.283 ton batubara, daya 26.805 MW menggunakan 25.025 ton batubara, daya 12.059 MW menggunakan 9.830 ton batubara, daya 1.672 MW menggunakan 1.596 ton batubara. Hal ini dikarnakan oleh kwalitas dari batubara yang digunakan dan beban yang berubah-ubah.



Gambar 6. Grafik hubungan antara efisiensi penyerapan kadar SO₂ (%) terhadap penggunaan batu kapur (Ton) selama tahun 2013

Dari gambar grafik diatas, menunjukkan nilai yang berbeda-beda disetiap bulannya. Dimana perbedaan tersebut disebabkan oleh kadar sulfur dioksida hasil pembakaran menunjukkan nilai kadar yang berbeda-beda, maka penggunaan batu kapur tergantung dari kenaikan kadar sulfur hasil pembakaran. Perubahan warna menunjukkan nilai yang berbeda dalam satu batang grafik.



Gambar 7. Grafik hubungan antara efisiensi penyerapan kadar SO₂ (%) terhadap kadar SO₂ gas buang (mg/m³)

Dari gambar grafik diatas, menunjukkan peningkatan secara fluktuatif. Dimana semakin kecil kadar SO₂ gas buang hasil pembakaran, maka efisiensi semakin tinggi, namun terjadi penurunan efisiensi hingga 2.45%. Hal ini disebabkan karena proses penyerapan atau desulfurisasi masih menggunakan system manual.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Penurunan kadar sulfur dioksida (SO₂) dengan menggunakan batu kapur dari hasil penelitian didapatkan penurunan kadar sulfur dipengaruhi oleh jumlah batu kapur yang digunakan, dimana jumlah batu kapur tiap bulannya berbeda-beda tergantung dari jumlah kadar sulfur yang dihasilkan dari pembakaran, semakin banyak batubara yang dibakar, maka semakin banyak pula kadar sulfur dioksida (SO₂) yang dihasilkan, jumlah pembakaran batubara tergantung dari jumlah beban yang diinginkan. Proses desulfurisasi ini terbilang efektif, namun tidak efisien, dimana proses penyerapan kadar sulfur dilakukan dengan cara manual, sehingga jumlah penggunaan batu kapur (limestone) pada tiap kenaikan kadar sulfur, tergantung dari operator.
2. Efisiensi penyerapan kadar sulfur dioksida (SO₂) selama tahun 2013 menunjukkan bahwa semakin rendah kadar sulfur dioksida pada gas buang berarti efisiensi penyerapan semakin tinggi. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi desulfurisasi dapat menurunkan kadar sulfur dioksida gas buang hasil pembakaran hingga 98 %. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan batu kapur sangat efisien untuk mengurangi kadar sulfur pada gas buang hasil pembakaran boiler pada PLTU.

B. Saran

1. Perlu dijaga kualitas dari batubara, dalam hal ini kekeringan dari batubara.
2. Pemantauan kadar sulfur dan penggunaan batu kapur harus lebih diperhatikan.
3. Untuk menghasilkan kadar SO₂ yang efektif dengan menggunakan batu kapur, harus menggunakan system yang otomatis dengan mengontrol kadar SO₂.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad. 2013. Sulfur Dioksida (SO₂), (Online), (<http://artikel.SulfurDioksida-Pengen-Tau.com.htm>, diakses 8 Juni 2014).
- Apriadi irfan, 2012. *Pengetahuan Umum Manfaat Batu kapur (limestone)*, (Online), (<http://limestone.blogdetik.com/2012/02/02/manfaat-batu-kapur.htm>, diakses 30 Juni 2014).
- Apriyahanda, Onny. 2011. Metode Mengendalikan Emisi SO₂ Pada Gas Buang Boiler, (Online), (<http://Artikel-Teknologi.com.htm>, diakses 11 Agustus 2014).**
- Budiharjo Imam, 2009. *Teknologi Pembakaran Pada PLTU Batubara*, (Online), (http://TeknologiPembakaranPadaPLTUBatubara_BelajarMemaknai.htm, diakses 8 Juni 2014).

- 83 Abdul Rahman, Werni Gusti Marampa, *Analisis Pengaruh Batu Kapur terhadap Penurunan Kadar Sulfur Dioksida Gas Buang Boiler pada PT. PLN (Persero) Unit PLTU Barru*
- Ditjen PP & PL. 2014. *Dampak Kesehatan Akibat Polusi Udara*, (Online), (<http://Ditjenpp&PL.htm>, diakses 23 Juli 2014).
- Jannati Bella Adik. 2013. *Analisis Kasus Sulfite Blinding Terhadap Efisiensi SO₂ Removal Pada Sistem Flue Gas Desulfurization Di PLTU Tanjung Jati B Unit I*, (Online), (<http://AnalisisKasus.htm>, diakses 11 Januari 2014).
- Manual Book. 2012. *PLTU Sulawesi Selatan 2 x 50 MW CoalFired Steam Power Plant. Boiler*. Electric Engineering Technical Servis Subsidiary Of Wuhan Qingyuran Electric CO.
- Mhea. 2011. *Teknologi Pemanfaatan Batubara. Dezulfurisasi Batubara*, (Online), (http://DEZULFURISASIBATUBARA_MheeaNck.html, diakses 30 Juni 2014).
- Prasetya, Raas. 2012. Manfaat Batu Kapur Gamping Jenis Calcium Carbonate dan Manfaat Batu Kapur Gamping Jenis Dolomite Bakar, (Online),(<http://batukapurmurah.blogspot.com/2012/12/Manfaat-Batu-Kapur-Gamping-Jenis-Calcium-Carbonate&DolomiteBakar.html>, diakses 20 Januari 2014).**
- Sutresna, Nana. 2006. *Kimia untuk SMA kelas II*. Makassar: Grafindo Media Pratama.
- Tandipau Manda Seprianus. 2012. *Laporan Kerja Praktek (Turbin Oil System)*. Politeknik Negeri Ujung Pandang. Makassar.
- . 2011. *Program Percepatan 10.000 MW oleh Pemerintah*, (Online), (<http://www.esdm.go.id/berita/listrik/39-listrik/1807-perkembangan-program-percepatan-10000-mw.htm>, diakses 10 Juni 2014).