

PERHITUNGAN TEORITIS KEBUTUHAN OKSIGEN, UDARA BERLEBIH PADA REAKSI PEMBAKARAN BATU BARA DAN NERACA MASSA TOTAL PADA FURNACE DI PT PJB UBJ O&M PLTU PAITON 9

Jeanny Jovitha Cynthia Yudha Prawira, Safitri Ekawati, Mufid
Jurusan Teknik Kimia
jovithajeanny@gmail.com, [mufidpolinema@gmail.com]

ABSTRAK

Boiler-Furnace merupakan bagian terpenting dalam suatu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik. Sebagian listrik yang dihasilkan digunakan untuk menjalankan unit peralatan proses di PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9 dan sebagian lagi diinterkoneksi dengan SUTET milik PT. PLN untuk digunakan di Pulau Jawa dan Bali. Kebutuhan oksigen saat terjadinya reaksi pembakaran di *furnace* untuk membakar batu bara untuk memanaskan air di *boiler* sehingga menghasilkan *steam* yang digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik harus dihitung secara teoritis agar dapat diketahui kebutuhannya secara stoikiometri reaksinya agar reaksi yang terjadi dapat berjalan optimal dan agar diketahui berapa jumlah udara yang harus ditambahkan secara berlebihan.

Kata kunci: boiler, furnace, batu bara.

ABSTRACT

Boiler-Furnace is the most important part in a Steam Power Plant (PLTU) that is used to drive turbines so that generators can produce electrical energy. Some of the electricity produced is used to start the process equipment unit at PT. PJB UB O&M Paiton 9 PLTU and partly interconnected with PT. PLN to be used in Java and Bali. Oxygen needs when reacting to coal burning furnaces to heat the air in a steam boiler to produce steam that is used to drive turbines so that generators can produce electricity must be calculated according to the budget that can be used for oxygen needs with the reaction stoichiometry so that what can be repaired is optimal and so that the amount more.

Keywords: Boiler, Furnace, Coal.

1. PENDAHULUAN

PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9 mengolah bahan baku menjadi produk (air laut dan batu bara hingga menghasilkan listrik), sebelum bahan baku diolah menjadi produk tentunya membutuhkan *pre-treatment* baik secara fisika maupun kimia, sehingga dapat menghasilkan listrik dengan kapasitas yang sangat besar yang disalurkan melalui Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi ke sistem interkoneksi Pulau Jawa, Madura dan Bali. Selain itu, PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9 menggunakan bahan bakar batu bara dikarenakan pasokan batu bara melimpah di Indonesia sehingga dapat menekan biaya produksi. Sejumlah kegiatan yang dilakukan antara lain analisis air (kadar SiO_2 , Cl^- , N_2H_4 , Na^+ , PO_4 , dan Fe), analisis batu bara (kadar *Carbon*, *Hidrogen*, *Nitrogen*, *Sulfur*, *thermogravimetri*, dan kalori) serta analisis minyak (viskositas, *water contain*, *flash point*, densitas, dan warna).

Boiler-Furnace merupakan bagian terpenting dalam suatu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik [1]. Sebagian listrik yang dihasilkan digunakan untuk menjalankan unit peralatan proses di PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9 dan sebagian lagi diinterkoneksi dengan SUTET milik PT. PLN untuk digunakan di Pulau Jawa dan Bali. Kebutuhan oksigen saat terjadinya reaksi pembakaran di *furnace* untuk membakar batu bara untuk memanaskan air di *boiler* sehingga menghasilkan *steam* yang digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik harus dihitung secara teoritis agar dapat diketahui kebutuhan oksigennya secara stoikiometri reaksinya agar reaksi yang terjadi dapat berjalan optimal dan agar diketahui berapa jumlah udara yang harus ditambahkan secara berlebih secara teoritis yang diperlukan untuk reaksi pembakaran tipe batu bara sub-bituminus di *furnace* di PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian meliputi data dan teknik pengumpulan data, melakukan perhitungan secara teoritis untuk mengetahui efisiensi *boiler-Furnace* pada PT. PJB UBJ O&M PLTU PAITON 9.

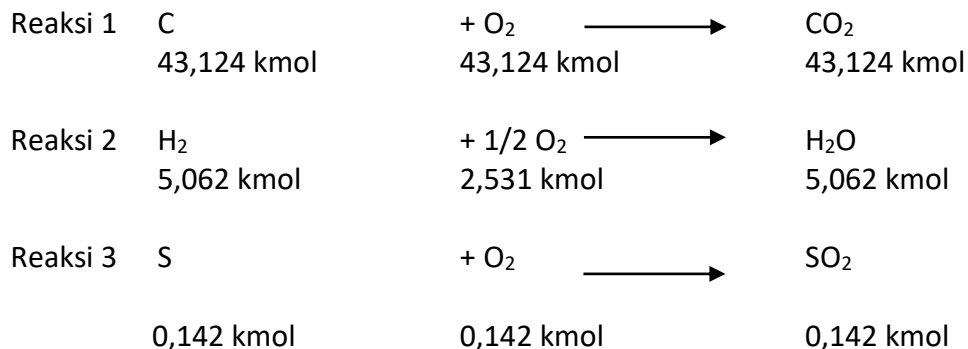
2.1 Melakukan Pengumpulan Data dari Rendal Operasi

Tabel 1. Data Komposisi Bahan Batu Bara

Parameter Batu bara	Fraksi Mol	Basis (kmol)	Komposisi (%) Mol Batu Bara (kmol)	Berat Molekul ($\frac{kg}{kmol}$)	Komposisi Batu Bara (kg)
C	0,43124	100	43,124	12	517,488
H ₂	0,05062	100	5,062	2	10,124
O ₂	0,13180	100	13,18	32	421,76
S	0,00142	100	0,142	32	4,544
Abu	0,03472	100	3,472	-	-
H ₂ O	0,34354	100	34,354	18	618,372
N ₂	0,00666	100	0,666	28	18,648
Total	1	-	100	-	1590,936

2.2 Melakukan Perhitungan Secara Teoritis

Reaksi Pembakaran



Tabel 2. Perhitungan berdasarkan stoikiometri

Perhitungan	Massa (Kg)	Jumlah Zat (kmol)
O ₂ Teoritis	1465,504	45,797
Udara Berlebih (20%)	1568,28	49,00875
O ₂ sisa	102,776	3,21175
N ₂ masuk	5162,255	184,36625
Udara masuk	6730,225	233,375

Tabel 3. Komposisi Flue Gas hasil pembakaran

Komposisi	Jumlah zat (kmol)
O ₂ sisa	3,21175
N ₂	184,36625
CO ₂ sisa	43,124
SO ₂ sisa	0,142
Total	230,844

Tabel 4. Neraca Massa Total

Komponen	Massa Input (kg)	Massa Output (kg)
C	517,488	0
H ₂	10,124	0
N ₂	5180,903	5180,903
H ₂ O	618,372	709,488
S	4,544	0
O ₂	1990,04	524,536
CO ₂	0	1897,456
SO ₂	0	9,088
Abu	3,472	3,472
Total	8324,943 kg	8324,943 kg

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Neraca massa adalah ilmu yang mempelajari kesetimbangan massa dalam sebuah sistem. Dalam neraca massa, sistem adalah sesuatu yang diamati atau dikaji. Neraca massa adalah konsekuensi logis dari hukum kekekalan massa yang menyebutkan bahwa di alam ini jumlah total massa adalah kekal, tidak dapat dimusnahkan atau diciptakan [2]. Prinsip umum neraca massa adalah membuat sejumlah persamaan-persamaan yang saling tidak tergantung satu sama lain, dimana persamaan-persamaan tersebut jumlahnya sama dengan jumlah komposisi massa yang tidak diketahui [3]. Contoh dari pemanfaatan neraca massa adalah untuk merancang reaktor kimia, dan menganalisis berbagai alternatif proses produksi bahan kimia. Massa yang masuk dalam suatu sistem harus keluar meninggalkan sistem tersebut atau terakumulasi di dalam sistem. Konsekuensi logis hukum kekekalan massa ini membuktikan persamaan dasar neraca massa:

$$[\text{Massa masuk}] = [\text{Massa keluar}] + [\text{Akumulasi massa}]$$

Dengan [Massa masuk] merupakan massa yang masuk ke dalam sistem, [Massa keluar] merupakan massa yang keluar dari sistem, dan [Akumulasi massa] merupakan akumulasi

massa dalam sistem. Akumulasi massa dapat bernilai positif (+) atau negatif (-). Pada umumnya, neraca massa dibangun dengan memperhitungkan total massa yang melalui suatu sistem. Pada perhitungan teknik kimia, neraca massa juga dibangun dengan memperhitungkan total massa komponen-komponen senyawa kimia yang melalui sistem (contoh: air) atau total massa suatu elemen (contoh: karbon). Bila dalam sistem yang dilalui terjadi reaksi kimia, maka ke dalam persamaan neraca massa ditambahkan variabel [Produksi] sehingga persamaan neraca massa menjadi:

$$[\text{Massa masuk}] + [\text{Produksi}] = [\text{Massa keluar}] + [\text{Akumulasi massa}]$$

Variabel [Produksi] pada persamaan neraca massa termodifikasi merupakan laju reaksi kimia. Laju reaksi kimia dapat berupa laju reaksi pembentukan maupun laju reaksi pengurangan. Oleh karena itu, variabel atau [Produksi] dapat bernilai positif (+) atau negatif (-). Neraca adalah pengukur massa pada suatu benda, dan neraca memiliki beberapa jenis. Di dalam simulasi pembakaran batubara terdapat dua reaksi, yaitu reaksi pembakaran dan reaksi devolatilisasi. Reaksi pembakaran tersebut hanya melibatkan karbon dan oksigen sehingga dengan asumsi pembakaran sempurna menghasilkan karbon dioksida [4]. Kebutuhan oksigen saat terjadinya reaksi pembakaran di *furnace* untuk membakar batu bara untuk memanaskan air di *boiler* sehingga menghasilkan *steam*. *Steam* tersebut digunakan untuk menggerakkan turbin sehingga generator dapat menghasilkan energi listrik [5]. Sehingga, harus dihitung secara teoritis agar dapat diketahui kebutuhan oksigennya secara stoikiometri reaksinya agar reaksi yang terjadi dapat berjalan optimal dan agar diketahui berapa jumlah udara yang harus ditambahkan secara berlebih secara teoritis yang diperlukan untuk reaksi pembakaran tipe batu bara sub-bituminus di *furnace* di PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9. Karena Proses Pembakaran yang tidak sempurna (komposisi bahan bakar dengan udara bakar tidak proposional) sehingga akan berakibat adanya sisa karbon yang tidak terbakar, sisa karbon ini akan keluar bersama gas buang lalu akan terperangkap dan menempel pada elemen air heater [5]. Berdasarkan perhitungan teoritis yang telah dilakukan dari Praktik Kerja Industri (PRAKERIN) maka dapat disimpulkan kebutuhan oksigen secara teoritis yang diperlukan untuk reaksi pembakaran batu bara secara stoikiometri di *furnace* di PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9 adalah sebesar 1465,504 kg atau 45,797 kmol dengan basis 100 kmol batu bara dan kebutuhan udara berlebih yang harus ditambahkan adalah sebesar 1568,28 kg atau 49,797 kmol dengan basis 100 kmol batu bara dan 20% *excess air*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan perhitungan teoritis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan kebutuhan oksigen secara teoritis yang diperlukan untuk reaksi pembakaran batu bara secara stoikiometri di *furnace* di PT. PJB UBJ O&M PLTU Paiton 9 adalah sebesar 1465,504 kg atau 45,797 kmol dengan basis 100 kmol batu bara dan kebutuhan udara berlebih yang harus ditambahkan untuk terjadinya reaksi pembakaran batu bara adalah sebesar 1568,28 kg atau 49,797 kmol dengan basis 100 kmol batu bara dan 20% *excess air*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada bapak Drs. Mufid M.T. selaku dosen pembimbing praktik kerja industri di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Malang yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam melaksanakan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Asmudi, A., 2010, *Analisa Unjuk Kerja Boiler terhadap Penurunan Daya pada PLTU PT Indonesia Power UBP Perak*, ITS Undergraduate Thesis, Surabaya.
- [2] Alexander, A., 2013, *Neraca Massa dan Neraca Energi Pengelolaan Sampah Terpadu*, Jurnal Ilmiah TEKNOBIZ, Vol. 8, No. 3, 129-138.
- [3] Wuryanti, S., 2016, *Neraca Massa dan Energi*, Jurusan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung, Bandung.
- [4] Iswara, M.A.I., Nurtono, T., dan Winardi, S., 2018, *Studi Fluidisasi dan Pembakaran Batubara Polydisperse di Dalam Fluidized Bed Berbasis Simulasi CFD (Computational Fluid Dynamic)*, Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan, Vol. 2, No. 1, 40-48.
- [5] Putri, P.V., 2017, *Desain Steam Power Generation Menggunakan Sistem Longitudinal Water Tube Boiler untuk Menghasilkan Daya Listrik Kapasitas 1000 Watt*, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- [6] Dhimas, W.H., 2009, *Simulasi Kebutuhan Udara Pembakaran Boiler PLTU Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan Perak*, FTK-ITS, Surabaya.