



ANALISIS CO-FIRING REFUSED DERIVED FUEL (RDF) DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) JERANJANG

CO-FIRING ANALYSIS OF REFUSED DERIVED FUEL (RDF) AT THE STEAM POWER PLANT (PLTU) JERANJANG

Mulhidin¹, Feri Wicaksana², Azwarudin³

^{1,2,3} Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Mataram

Email : mulhidin.88@gmail.com

Abstrak

Keberadaan sampah tidak dapat dihindari dan harus dikelola dengan baik karena pengelolaan sampah yang tidak saniter dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Volume sampah di 10 kabupaten/kota di NTB mencapai 3.388 Ton dan sampah yang dibuang per hari mencapai 76 ton. Pemanfaatan sampah menjadi bahan bakar padat (RDF) adalah salah satu alternative yang dapat dilakukan. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Jeranjang telah melakukan proyek Co-firing batu bara dan RDF pada system pembakrannya. Untuk dapat menjaga keberlanjutan dan optimasi system pembakaran maka perlu dilakukan analisis co-firing RDF pada PLTU jeranjang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aplikasi co-firing RDF di PLTU jeranjang. Adapun hasil yang didapatkan bahwa presentase maksimal pencampuran RDF biomassa pada PLTU jeranjang adalah sebesar 5%. kualitas campuran hasil substitusi sampai dengan 5% masih dalam batasan persyaratan batubara, kecuali kandungan ash yang melebihi batasan desain batubara PLTU Jeranjang. Nilai indeks slagging untuk pelet SRF saat kondisi Reduksi adalah 1.395 °C dan kondisi Oksidasi sebesar 1.344 °C. Sehingga baik dalam kondisi reduksi maupun oksidasi potensi slagging dari pelet RDF cenderung rendah.

Kata kunci : *Co-firing, pellet RDF, PLTU jeranjang*

Abstract

The existence of waste cannot be avoided and must be managed properly because unsanitary waste management can result in environmental pollution. The volume of waste in 10 districts/cities in NTB reaches 3,388 tons and the waste that is disposed of per day reaches 76 tons. Utilization of waste into solid fuel (RDF) is one of the alternative that can be done. The Jeranjang Steam Power Plant (PLTU) has carried out a Co-firing project for coal and RDF on its combustion system. To be able to maintain sustainability and optimize the combustion system, it is necessary to analyze the RDF co-firing at the PLTU Jeranjang. This study aims to determine the application of RDF co-firing at PLTU Jeranjang. The results obtained that the maximum percentage of biomass RDF mixing at PLTU Jeranjang is 5%. the quality of the mixture resulting from the substitution of up to 5% is still within the limits of

the coal requirements, except for the ash content which exceeds the design limit of the coal fired power plant Jeranjang. The slagging index value for SRF pellets under reduction conditions is 1.395 oC and oxidation state is 1.344 oC. So that in both reduction and oxidation conditions, the slagging potential of RDF pellets tends to be low.

Keywords : *Co-firing, pellet RDF, PLTU jeranjang*

PENDAHULUAN

Sampah merupakan sisa buangan dari kegiatan manusia yang tidak dapat dihindari dan harus dikelola dengan baik. Pengelolaan sampah yang tidak tepat dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas lingkungan hidup dan gangguan pada kesehatan manusia. Provinsi Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu provinsi yang berupaya menyelesaikan permasalahan sampah. Tercatat sebanyak 2.605,23 ton atau 80% dari total sampah belum terkelola dengan baik. Volume sampah di 10 kabupaten/kota di NTB mencapai 3.388 ton dan sampah yang dibuang per hari mencapai 76 ton. (Rika Kurniawati, 2020).

PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah NTB, Unit Pelaksana Pembangkitan Lombok berupaya mendukung pengelolaan sampah di NTB melalui program pengoperasian pembangkit yang ramah lingkungan (Green Power Plant) dengan penerapan Energi Baru terbarukan terutama Waste to Energi (WtE) yaitu Cogeneration yang telah dicanangkan pemerintah melalui

program Pemanfaatan sampah biomassa sebagai Co-Firing antara pellet RDF dengan Batubara di PLTU Jeranjang.

Co-firing merupakan salah satu teknik untuk mengurangi pemakaian bahan bakar berbahan bakar fosil dari pembangkit listrik adalah dengan memodifikasi pengoperasian PLTU batubara dengan konsep pembakaran bersama, yang mana merupakan metode alternatif dengan cara mensubstitusi sebagian batubara dengan bahan bakar renewable untuk kebutuhan bahan bakar di boiler. Konsep substitusi tersebut dapat mengurangi emisi hasil pembakaran batubara yang terbawa oleh gas buang atau flue gas, co-firing dianggap sebagai pendekatan jangka pendek yang paling menjanjikan untuk mengurangi CO2 mitigasi emisi melalui penggunaan biomasa (Hughes, 1997).

Co-firing antara batubara dengan biomassa memiliki dampak menghasilkan slagging, fouling dan korosi. Bahan bakar dengan konsentrasi biomassa tinggi dapat menyebabkan korosi chlorine di boiler (Pronobis 2005, Dahl et al 2010, Zuwala

and Sciazko 2010]. Selama proses pembakaran, alkali *chloride* dapat diubah menjadi silika dan sulfat sehingga dapat mengurangi kerusakan akibat korosi. Selain itu, co-firing biomassa skala besar menghasilkan slagging yang sangat bergantung pada komposisi abu yang dihasilkan dari pembakaran. Risiko slagging dapat digambarkan oleh karakteristik ash fusion temperature of sintering, softening, melting and flowing. Abu di atas softening temperature dapat bersifat sangat adhesive. Untuk memprediksi dengan tepat ash fusibility, dibuat beberapa korelasi antara fusion temperatures dan komposisi kimia abu dalam bentuk oksida (Pronobis 2005, Dahl et al 2010, World Energy Outlook 2012). Oleh karena itu sangat penting untuk menganalisis Co-firing RDF di Pembangkit Listrik Tenaga UAP (PLTU) Jeranjang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT PLN (Persero) Unit Induk Wilayah Nusa Tenggara Barat, Unit Pelaksana Pembangkitan Lombok, sebagai badan usaha pengelola ketenagalistrikan di wilayah Pulau Lombok memiliki salah satu pembangkit dengan bahan bakar batu bara yaitu PLTU Jeranjang.

Alat dan Bahan

Dalam pelaksanaan penelitian ini, peralatan dan bahan penelitian banyak menggunakan parameter – parameter operasi di Control Room PLTU Jeranjang. Adapun peralatan yang digunakan yaitu software HollySys buatan Tiongkok yang merupakan Human Machine Interface (HMI) pada PLTU Jeranjang. HMI adalah suatu system yang menggabungkan antara manusia dan teknologi mesin yang dalam hal ini diproses oleh computer untuk menampilkan informasi secara realtime, terpusat, dan otomatis. HollySys adalah suatu merek DCS (Distributed Control System) untuk aplikasi otomatisasi proses pada pembangkit listrik dari negara Tiongkok. DCS merupakan suatu system yang mendistribusikan berbagai fungsi yang digunakan untuk mengendalikan berbagai variable proses dan unit operasi proses menjadi suatu penegndalian yang terpusat pada suatu control room dengan berbagai fungsi pengendalian, monitoring, dan optimasi.

Peralatan yang kedua yaitu Flue Gas Analyzer yang dapat mengukur parameter-parameter antara lain Oksigen (O₂), Karbon dioksida (CO₂), Karbon monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x), Sulfur Dioksida (SO₂), dan Hidrogen Sulfida (H₂S). Peralatan tersebut bersifat portable dan dapat dipindah-pindahkan sesuai dengan titik pengukuran sample gas buang yang pada sisi gas buang dari ruang

bakar. Pada PLTU Jeranjang dilakukan pengambilan sample sebelum dan sesudah Air Heater.

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain

- a. Kain majun : 5 kilogram
- b. WD 40 ukuran 412 ml: 2 kaleng
- c. Spidol marker putih : 2 buah
- d. Alat tulis : 2 set
- e. APD : 2 set

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran umum

PLTU jeranjang terletak di koordinat 116°04'19" - 116°04'50,27" BT dan 8°39'05" - 8°40'34" LS dengan luas area sekitar 36 ha, meliputi wilayah administrasi :

- Lingkungan : Jeranjang
- Desa : Taman Ayu
- Kecamatan : Gerung
- Kabupaten : Lombok Barat
- Provinsi : Nusa Tenggara Barat

Fasilitas *coal handling* di PLTU Jeranjang untuk pengisian batubara mempunyai 2 jalur pengisian bersifat redudansi untuk memasok batubara ke tiga buah unit pembangkit. Pengisian batubara di PLTU Jeranjang tidak berlangsung kontinu selama 24 jam mengingat

kapasitas coal bunker tidak terlalu besar dibandingkan dengan kemampuan pengisian melalui belt conveyor. Dalam sehari pengisian batubara ke coal bunker sebanyak 5 kali selama kurang lebih 1 jam per unit secara bergantian.

Konsumsi bahan bakar batubara PLTU Jeranjang pada saat beban maksimum adalah sebesar ± 21 ton/jam, sedangkan rasio pelet SRF yang akan digunakan untuk substitusi batubara sampai dengan 5 %, dengan asumsi tersebut, maka kebutuhan pelet yang akan digunakan untuk co-firing adalah ± 1.07 ton/jam atau ekuivalen 25 ton/hari per unit. Pelet tersebut dari karung dituang langsung pada Emergency Hopper pada saat Conveyor batu bara beroperasi untuk menyuplai bahan bakar ke masing-masing Bunker di Unit. Selain itu pellet atau sampah bio massa juga dapat dituang di Jetty kemudian diaduk agar tercampur dengan batubara menggunakan alat berat Excavator, metode ini digunakan untuk sampah bio massa serbuk kayu atau sekam padi dikarenakan massa jenisnya terlalu ringan dan apabila dituang langsung di Emergency Hopper tidak efektif dan mengotori area sekitar.

Co-firing RDF

Untuk keperluan co-firing di PLTU Jeranjang, spesifikasi produk pelet harus disesuaikan dengan syarat operasional PLTU Jeranjang. Dari hasil pengujian

kualitas pada pelet RDF, terdapat beberapa parameter yang masuk rentang desain dan beberapa parameter kurang atau melebihi rentang desain. Dengan membandingkan data parameter analisa proximate dan analisa ultimate antara bahan bakar batubara PLTU Jeranjang rata-rata selama 2 tahun terakhir yaitu 2019 – 2020 dan rata-rata parameter hasil uji laboratorium pelet, rasio parameter hasil kombinasi kedua bahan bakar tersebut didapatkan campuran pelet RDF maksimal 5 % untuk co-firing masih layak dilakukan. Untuk mendukung analisa tersebut, akan dilakukan pengujian laboratorium yang selanjutnya akan digunakan sebagai acuan perhitungan tara kalor dan efisiensi boiler.

Tabel 1. Analisa Proximate Batubara, Pelet SRF/RDF dan Campuran Pelet SRF/RDF pada Pengujian Co-firing.

ANALYSIS PARAMETERS	SAMPLE MARKS			UNIT	BASIS	STANDARD METHODS
	COAL	SRF Pelet	COAL 95% + SRF PELLE 5%			
PROXIMATE ANALYSIS :						
MOISTURE IN AIR DRIED	17,13	7,1	14,44	%	adb	ASTM.D.3173
ASH	5,10	32,98	7,70	%	adb	ASTM.D.3174
VOLATILE MATTER	40,64	31,22	41,4	%	adb	ASTM.D.3175
FIXED CARBON	37,13	28,61	36,46	%	adb	ASTM.D.3172
ULTIMATE ANALYSIS :						
TOTAL SULFUR	0,16	3,99	0,18	%	adb	ASTM.D.4239
CARBON	54,34	41,29	54,03	%	adb	ASTM.D.5373
HYDROGEN	5,49	4,12	5,34	%	adb	ASTM.D.5373
NITROGEN	0,89	0,41	0,93	%	adb	ASTM.D.3176
OKSIGEN	34,02	17,21	31,82	%	adb	ASTM.D.5374

Dari Tabel 1 diatas menunjukkan kualitas campuran hasil substitusi sampai dengan 5% masih dalam batasan persyaratan batubara, kecuali kandungan ash yang melebihi batasan desain batubara PLTU Jeranjang, sehingga dengan komposisi maksimal 5% pelet SRF diharapkan aman bagi operasi unit dan tidak mempengaruhi kinerja pembangkit

secara keseluruhan. Untuk memastikan seberapa besar risiko slagging akibat penggunaan pelet SRF, dilakukan pengujian Ash Fusion Temperature (AFT) dengan hasil sebagai berikut:

TEMPERATURE	REDUCTION CONDITIONS	REDUCTION CONDITIONS
Deformation Temperature	1364 °C	1296 °C
Spherical Temperature	1382 °C	1316 °C
Hemisphere Temperature	1403 °C	1356 °C
Flow Temperature	1412 °C	1341 °C

Dengan referensi perhitungan slagging index (Rs) lignit termasuk sebagian besar batubara sub-bituminus dimana umumnya dievaluasi berdasarkan perhitungan di bawah ini :

$$Rs \text{ (Slagging Index)} = \frac{\{ HT + (4 \times IDT) \}}{5}$$

Dimana : HT = Hemisphere Temperatur ; IDT = Initial Deformation Temperatur

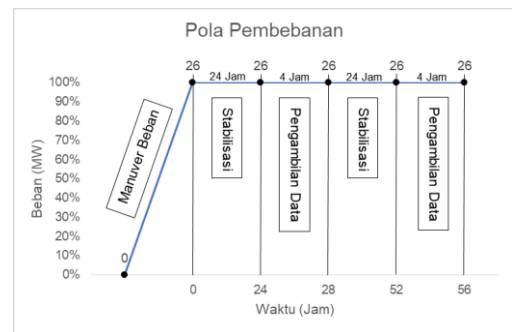
Dengan standar nilai slaging index (Rs) adalah kategori low diatas >1.340 °C, medium antara 1.230~1.340 °C, high 1.150~1.230 °C dan Severe <1.150 °C (Budiraharjo, 2009). Maka diperoleh nilai indeks slagging untuk pelet SRF saat kondisi Reduksi = 1.395 °C dan kondisi Oksidasi = 1.344 °C. Sehingga baik dalam kondisi reduksi maupun oksidasi potensi slagging dari pelet RDF cenderung rendah. Sebagai perbandingan batubara yang

digunakan PLTU Jeranjang memiliki AFT berkisar antara 1.180 – 1.300 °C.

Dalam penerapan pelet SRF/RDF sebagai substitusi batubara di PLTU Jeranjang, ukuran pelet dan komposisi rasio antara batubara dan pelet perlu diperhitungkan sehingga tidak mempengaruhi pembakaran di boiler. Ukuran pelet harus disesuaikan dengan berat jenis batubara yang masuk ke boiler, sehingga pelet dapat terbakar habis dan tidak carry over ke tube boiler. Konsumsi bahan bakar batubara PLTU Jeranjang pada saat beban maksimum adalah sebesar ± 21 ton/jam, sedangkan rasio pelet SRF yang akan digunakan untuk substitusi batubara sampai dengan 5 %, dengan asumsi tersebut, maka kebutuhan pelet yang akan digunakan untuk co-firing adalah ± 1.07 ton/jam atau ekuivalen 25 ton/hari per unit.

Pengujian tara kalor dilakukan mengacu pada standar pelaksanaan uji tara kalor untuk PLTU mengacu pada standart ASME (American Society of Mechanical Engineers) dan prosedur performance test saat komisioning. Pengujian ini akan membandingkan performance antara pada saat pembangkit menggunakan bahan bakar 100 % batubara maupun co-firing 3 %. Dengan kondisi pembangkit yang sama dan waktu pengujian yang berdekatan, harapannya hasil yang didapat representatif. Pengujian dilakukan dengan

perlakuan yang sama antara pengujian saat bahan bakar 100 % batubara maupun co-firing 3 % pada beban 26 MW dengan sebelumnya mengkondisikan pembangkit untuk beroperasi selama 24 jam pada beban konstan dan dilanjutkan dengan pengambilan data per 30 menit selama 4 jam (Gambar 1).



Gambar 1. Prosedur Pembebanan

Performance Test

Pada saat ujicoba tara kalor, dilakukan pengambilan parameter-parameter operasi yang mencakup parameter lokal mesin, parameter CCR, dan emisi gas buang. Parameter yang dipantau saat ujicoba co-firing adalah data trending beban, pressure dan temperatur boiler, pressure-temperature-flow steam, exhaust temperatur, exhaust gas composition, serta pengambilan sample batubara, fly ash dan bottom ash selama periode pengujian dengan prosedur sebagai berikut (PT. PLN, 2020).

- a) Data operasi dari DCS diambil setiap 30 menit
- b) Data operasi pencatatan manual diambil setiap 30 menit sekali

seperti counter bahan bakar, counter kwh, ambient parameter, dll

- c) Pengambilan sampel bahan bakar dilakukan 3 kali untuk setiap beban (awal, tengah, dan akhir).
- d) Pengambilan sampel fly ash dan bottom ash diambil sekali pada akhir pengujian.
- e) Pengukuran dengan flue gas analyzer dilakukan sepanjang pengujian.

Pada tahapan uji bakar dan uji operasional, diperoleh beberapa kondisi operasi yang memvalidasi perencanaan uji co-firing dalam tahap desk study. Dari tahapan uji pembakaran diperoleh kepastian bahwa dengan karakteristik SRF yang digunakan dimana kandungan ash > 30 %, maka campuran 5 % adalah campuran maksimal yang dapat dilakukan untuk co-firing. Pada tahap uji operasional 5 % selama 3 jam terlihat indikasi kenaikan differential pressure antara tekanan di furnace dengan tekanan di wind box, diduga mengindikasikan terjadi gangguan fluidisasi akibat proses aglomerasi alkali dari abu SRF dan pasir silika, sehingga perlu dilakukan proses *drain bottom ash*.

Sedangkan pada uji stabilitas, feeding pelet SRF dilakukan di temporary hopper yang ada pada fasilitas line STRE sehingga batubara dan pelet SRF akan

tercampur pada transfer tower 2, dimana terdapat percabangan antara line STRE yang digunakan untuk feeding pelet SRF dan line emergency hopper untuk feeding batubara. Besarnya pengaturan flow kedua bahan bakar tersebut disesuaikan dengan kecepatan dan kapasitas belt conveyor dengan perbandingan batubara 95% dan pelet SRF 5%. Kedua bahan bakar tersebut akan melewati traveling screen dan crusher untuk memperkecil ukuran bahan bakar, output dari proses ini dihasilkan pencampuran yang homogen antara pelet SRF dan batubara dan selanjutnya disalurkan ke coal bunker untuk suplai kebutuhan unit (PT. PLN, 2021).

Pemantauan yang dilakukan meliputi parameter operasi khususnya pada sisi *boiler* dan steam untuk mengetahui perubahan yang kemungkinan terjadi akibat pencampuran sebagian bahan bakar. Saat pengujian tersebut, tidak ada fluktuasi beban bahkan beban unit relatif stabil, tidak ada perubahan temperatur dan tekanan dalam *boiler* yang signifikan, bahkan pada pengujian ini differential pressure antara *boiler* dan wind box tidak mengalami kenaikan seperti yang terjadi pada pengujian sebelumnya, hal ini mengindikasikan bed material dalam *boiler* terfluidisasi dengan baik. Begitu juga dengan parameter flow, tekanan dan temperatur steam yang masuk ke turbin terpantau stabil, sehingga pengaturan flow

bahan bakar cenderung memiliki perlakuan yang sama seperti beroperasi dengan batubara 100%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Co-firing* tidak mengganggu parameter operasi secara keseluruhan,
2. Stabilitas pembakaran di *boiler* tidak mengalami perubahan, temperatur di *furnace* cenderung stabil dan terjaga diatas 850 °C sehingga senyawa dioksin tidak terbentuk.
3. *Co-firing* tidak mengakibatkan derating kapasitas pembangkit bahwa dari ke empat sampel tahu yang beredar di pasar karang jasi tidak terdapat kandungan boraks didalamnya.
4. Persentase maksimal *co-firing* RDF dengan batubara di PLTU jeranjang adalah 5%.

DAFTAR PUSTAKA

Budiraharjo, I., 2009. Slagging and Fouling. Disadur dari <https://imambudiraharjo.wordpress.com/2009/06/19/slagging-dan-fouling/>, diakses 21 Maret 2022

- Hughes. E, Tillman. D., 1997. Quarterly Technical Report FETC/EPRI Biomass Co-firing Cooperative Agreement. Electric Power Research Institute
- M. Sadjak, M. Kmiec, B.Micek, J. Hrabak, 2019. Determination of the optimal ratio of coal to biomass in the co-firing process : feed mixture properties, International Journal of Environmental Science and Technology; 16: 2989-3000
- Pakamon Pintana, Nakorn Tippayawong, 2016. Predicting Ash Deposit Tendency in Thermal Utilization of Biomass, Engineering Journal Volume 20 Issue 5
- PLTU Jeranjang, 2019. Laporan Pengujian Jasa Analisa Performance CFB Boiler menggunakan Co-firing Pelet SRF dan Batubara, Balai Besar Teknologi Konversi Energi.
- PLTU Jeranjang, 2020. Analisa Uji Unjuk Kerja Co-Firing Pelet Solid Recovered Fuel (SRF) Di PLTU Jeranjang, PT PLN (Persero).
- PT. PLN Persero, 2021. Consortium of Wasa Mitra Engineering, Twink Indonesia, Ciria Putra Sinergy; Performance Test Procedure PLTU 3 Jeranjang Lombok 1x25 MW
- PT. PLN, 2020. Laporan Pengujian Tara kalor dan Efisiensi PLTU Jeranjang Unit 3, PT. PLN (Persero) Pusat Sertifikasi.
- Rika Kurniati, 2020. Sosialisasi NTB Zero Wastemelalui Literasi Digital. Universitas Hasanudin. Jurnal JUPITER Volume XVII No. 1 Juni 2020