

ANALISIS BAHAN BAKAR BIOMASSA PLTU ASAM-ASAM SEBAGAI PENGANTI BAHAN BAKAR BATUBARA

¹ Tri Putra Febriansyah, ²Ir. H. Yuslan Basir, M.T., ³Ir. H. M. Nefo Alamsyah, M.M.
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Tridnanti
Email: ' tri.pf1999@gmail.com

ABSTRAK

Pelaksanaan pengujian karakteristik co-firing biomassa sawdust dilakukan pada pembangkit listrik jenis Pulverized Coal yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh co-firing terhadap unjuk kerja parameter operasi seperti: temperature outlet mill (MOT), furnace exit gas temperature (FEGT), emisi dan keekonomian. Bahan bakar co-firing biomassa dicampurkan dengan komposisi 3% biomassa Serbuk kayu dan 97% batubara, komposisi 5% serbuk kayu dan 95% batubara. Bahan bakar dimasukkan kedalam bunker mill yang beroperasi. Pengambilan data pengujian dilakukan setelah proses stabilisasi beban minimal selama 2jam dengan menjaga pembebanan tetap konstan pada maximum capacity rate, kemudian dilakukan pengambilan data pembakaran co-firing minimal selama 2 jam dengan interval pengambilan setiap 15 menit. Hasil pengujian menunjukkan nilai FEGT ketika co-firing terjadi penurunan temperatur sebesar 4,2°C atau 0,4% lebih rendah dibandingkan saat coal firing. Temperatur outlet mill relative sama pada kedua kondisi saat cofiring maupun coal firing dengan arus motor mill pada tiap mill tidak seragam. Pengujian ini juga mempengaruhi konsumsi bahan bakar spesifik saat cofiring 3% batubara 97% sebesar 0,740 kg/kWh , cofiring 5 % sebesar 0, 742 kg/kWh, dibandingkan saat coal firing sebesar 0,731 kg/kWh.

Kata kunci : co-firing, biomassa, sawdust, batubara

ABSTRACT

The testing of the co-firing characteristics of sawdust biomass is carried out at a Pulverized Coal type power plant which aims to determine the effect of co-firing on the performance of operating parameters such as: mill outlet temperature (MOT), furnace exit gas temperature (FEGT), emissions and economy. Biomass co-firing fuel is mixed with a composition of 3% wood sawdust and 97% coal, 5% sawdust and 95% coal. The fuel is fed into the operating bunker mill. The test data retrieval is carried out after a minimum load stabilization process for 2 hours by keeping the loading constant at the maximum capacity rate, then data collection for co-firing combustion is carried out for at least 2 hours with an interval of every 15 minutes. The test results show the FEGT value when the co-firing temperature decreases by 4.2°C or 0.4% lower than when coal firing. The mill outlet temperature is relatively the same in both cofiring and coal firing conditions with the mill motor current at each mill not uniform. This test also affects the specific fuel consumption when cofiring 3% coal 97% at 0.740 kg/kWh, cofiring 5% at 0.742 kg/kWh, compared to coal firing at 0.731 kg/kWh.

Keywords: co-firing, biomassa, sawdust, coal

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik secara nasional akan terus tumbuh dan PT PLN selaku penanggung jawab sampai saat ini belum bisa memenuhi target ideal yang diharapkan, dimana rasio elektrifikasi Sampai dengan tahun 2020 di Indonesia sudah mencapai 99,15%. Untuk itu salah satunya pemerintah membuat program pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan 35.000 MW. Sebagian besar pembangkit tersebut

direncanakan berbahan bakar batubara dengan jenis batubara low rank. Kebijakan ini diambil karena sebagian besar cadangan batubara nasional adalah jenis low rank yaitu sekitar 86,59% dari cadangan batubara nasional. Cadangan batubara nasional terbesar adalah low rank yaitu subbituminous dan lignite dengan karakteristik nilai kalor rendah dan kandungan sulfur yang tinggi. Di sisi lain, menurut Kementerian ESDM cadangan

biomassa di Indonesia memiliki potensi total 32,6 Gigawatt (GW) dan Pemerintah saat ini mencanangkan target 23% renewable energy yang harus dapat dicapai pada tahun 2025. Dalam hal ini tentu saja PLN selaku penyedia energi listrik berkomitmen dalam mendukung terwujudnya target tersebut di atas. Salah satu program PLN dalam mendukung target tersebut adalah dengan penggunaan campuran biomassa dengan batubara untuk PLTU yang telah beroperasi yang dimiliki oleh PLN atau lebih dikenal sebagai cofiring.

Biomassa memiliki kelebihan sebagai pengganti energi fosil. Beberapa kelebihan itu antara lain: biomassa dapat mengurangi efek rumah kaca, mengurangi limbah organik, melindungi kebersihan air dan tanah, mengurangi polusi udara, dan mengurangi adanya hujan asam dan kabut asam. Bahan baku biomassa biasanya harus dikonversi dalam berbagai cara dalam bentuk padat, cair atau bahan bakar gas yang dapat digunakan untuk menyediakan energi panas atau menghasilkan listrik (European Commission, 2005). PLTU Asam-Asam kapasitas 2 x 65 MW terletak di desa Asri Mulia, kecamatan Jorong, kabupaten Tanah Laut, propinsi Kalimantan Selatan merupakan salah satu pembangkit PLN yang menggunakan bahan bakar batubara kalori rendah/low rank coal dengan nilai kalor sekitar 4200 kCal/kWh.

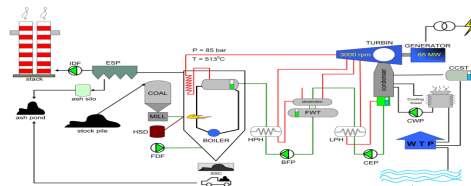
Tujuan dari penulisan ini adalah memberikan informasi singkat tentang biomassa dari kayu dan pengolahannya sebagai sumber energi terbarukan sehingga kita dapat mengembangkan Industri di Indonesia khususnya dalam rangka mengatasi krisis bahan bakar minyak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian PLTU

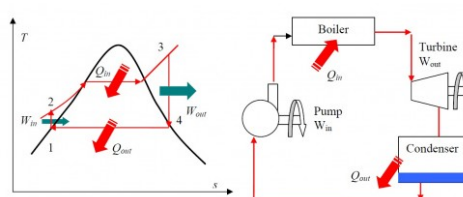
PLTU adalah suatu peralatan pembangkit tenaga listrik yang mengubah potensi tenaga kimia yang ada dalam bahan bakar menjadi tenaga listrik, setelah melalui beberapa proses/ konversi energi dan dengan menggunakan uap sebagai media atau fluida kerjanya.

Sesuai dengan bahan bakar yang dipakai dalam PLTU minyak dan atau gas sebagai energi awalnya. Maka PLTU Batubara menggunakan batubara sebagai bahan bakarnya.



- Boiler** digunakan untuk menghasilkan uap tekanan tinggi. Air di dalam boiler dipanaskan hingga menjadi uap *superheated*. Uap yang dihasilkan digunakan untuk proses di dalam turbin
- Turbin** yang digunakan untuk mengubah energi potensial uap menjadi gerak putar. Energi potensial uap berasal dari boiler.
- Generator** untuk menghasilkan listrik dari gaya putar turbin uap yang dikopel ke generator, putaran generator menghasilkan listrik.
- Heat Pressure Heater** digunakan untuk memanaskan kembali air umpan sebelum masuk *economizer*. Penggunaan *Heat Pressure Heater* bertujuan untuk menghemat bahan bakar boiler.
- Low Pressure Heater** digunakan untuk memanaskan air kondensat sebelum masuk ke *deaerator*.
- Kondenser** digunakan untuk mengubah uap menjadi air dengan metode perpindahan panas antara uap dan air pendingin dari *cooling tower*.
- Cooling Tower** atau menara pendingin merupakan tempat penghasil air pendingin yang akan disirkulasikan ke dalam kondenser.
- Hotwell** yaitu tangki penampung air hasil kondensasi.

2.2. Siklus Rankine



Terdapat 4 proses dalam siklus Rankine, setiap siklus mengubah keadaan fluida (tekanan dan/atau wujud) sebagai berikut :

- Fluida dipompa dari bertekanan rendah ke tekanan tinggi dalam bentuk cair. Proses ini membutuhkan sedikit input energi.
- Fluida cair bertekanan tinggi masuk ke boiler di mana fluida

dipanaskan hingga menjadi uap pada tekanan konstan menjadi uap jenuh.

3. Uap jenuh bergerak menuju turbin, menghasilkan energi listrik. Hal ini mengurangi temperatur dan tekanan uap, dan mungkin sedikit kondensasi juga terjadi.
4. Uap basah memasuki kondenser di mana uap diembunkan dalam tekanan dan temperatur tetap hingga menjadi cairan jenuh.

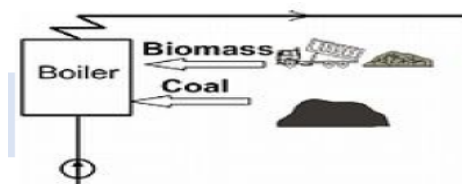
2.3. Biomassa sebagai sumber energi

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, ubi, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Pada umumnya yang digunakan sebagai bahan bakar adalah biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya. Di Indonesia kayu merupakan biomassa yang sudah lama dikenal oleh masyarakat dan merupakan sumber energi terbarukan. potensi biomassa yang bersumber dari kayu antara lain : limbah penggergajian kayu, limbah plywood dan limbah logging. ^[4].

Berikut beberapa proses pembakaran 2 atau lebih jenis bahan bakar dari material berbeda dalam satu system pembakaran yang sama:

- 1) Direct co-firing

Bio pellet dicampur melalui peralatan penggiling/grinding dan pengumpan/feeder yang sama atau terpisah kemudian dicampur dengan batubara ke dalam boiler yang sama untuk dibakar, maupun menggunakan boiler terpisah. Umumnya tidak ada investasi biaya peralatan khusus dengan metode ini, dan merupakan cara pembakaran bersama secara langsung dan hemat biaya. Metode ini yang paling banyak diadopsi oleh pulverized coal boiler.

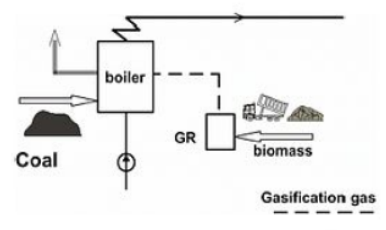


Gambar. Direct cofiring

- 2) Indirect Co-Firing,

Pada metode ini memerlukan peralatan tambahan seperti gasifier biopellet. Bio-pellet terlebih dahulu di gasifikasi menjadi syngas dalam mesin gasifier sebelum akhirnya masuk ke boiler batubara untuk

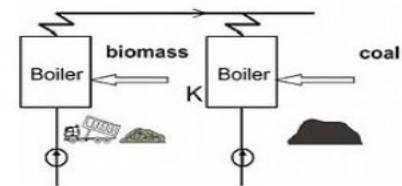
pembakaran. Kelebihan dari metode ini adalah proses pemurnian syngas dengan metode gasifikasi ini meminimalkan dampak pencemaran dari pembakaran langsung.



Gambar. Indirect cofiring

- 3) Paralel cofiring

Paralel Co-firing, pada metode ini memerlukan investasi pembangunan boiler berbahan bakar bio-pellet yang terpisah, kemudian uap yang dihasilkan dari boiler bio-pellet diumpungkan ke dalam sistem uap boiler berbahan bakar batubara eksisting. Pendekatan ini menggunakan boiler bio-pelet yang terpisah dari boiler batubara yang memungkinkan pemanfaatan bio-pelet lebih maksimal, namun biasanya digunakan pada produk sampingan untuk pabrik kertas (mis., kulit kayu, limbah kayu).



Gambar. Paralel cofiring

2.4. Konversi Biomassa

Beberapa penerapan teknologi konversi yaitu :

- 1) Biobriket adalah salah satu cara yang digunakan untuk mengkonversi sumber energi biomassa menjadi bentuk biomassa lain dengan cara dimampatkan sehingga bentuknya menjadi lebih teratur. Briket yang terkenal adalah briket batubara namun tidak hanya batubara saja yang biasa dibikin briket, biomassa lain seperti serbuk gergaji, serbuk kayu, dan limbah-limbah biomassa yang lainnya.
- 2) Gasifikasi adalah suatu proses konversi untuk merubah material baik cair maupun gas dengan menggunakan temperatur tinggi. Proses gasifikasi menghasilkan produk bahan bakar cair yang bersih dan efisien dari pada pembakaran secara langsung, yaitu hidrogen dan karbon monoksida.

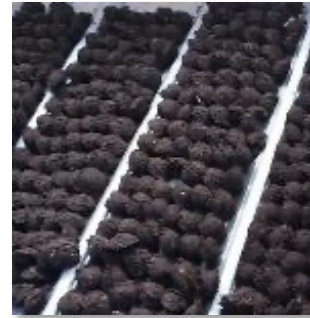
Gas hasil dapat di bakar secara langsung pada internal combustion engine atau reaktor pembakaran

- 3) Pirolisa atau biasa disebut thermolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan menggunakan pemanasan tanpa kehadiran oksigen. Proses ini sebenarnya bagian dari proses karbonisasi yaitu proses untuk memperoleh karbon atau arang, tetapi sebagian menyebut pada proses pirolisa merupakan high temperature carbonization (HTC), lebih dari 500⁰ C. Proses pirolisis menghasilkan produk berupa bahan bakar padat yaitu karbon, cairan berupa campuran tar dan beberapa zat lainnya.
- 4) Liquification Liquification merupakan proses perubahan wujud dari gas ke cairan dengan proses kondensasi, biasanya melalui pendinginan, atau perubahan dari padat ke cairan dengan peleburan, pemanasan atau penggilingan dan pencampuran dengan cairan lain untuk memutuskan ikatan. Pada bidang energi liquification terjadi pada batubara dan gas menjadi bentuk cairan untuk menghemat transportasi dan memudahkan dalam pemanfaatan.
- 5) Biokimia Pemanfaatan energi biomassa yang lain adalah dengan cara proses biokimia. Contoh proses yang termasuk ke dalam proses biokimia adalah hidrolis, fermentasi dan anaerobic digestion. An-aerobic digestion adalah penguraian bahan organik atau selulosa menjadi CH₄ dan gas lain melalui proses biokimia.
- 6) Karbonisasi Karbonisasi merupakan suatu proses untuk mengkonversi bahan organik menjadi arang . pada proses karbonisasi akan melepaskan zat yang mudah terbakar seperti CO, CH₄, H₂, formaldehid, methana, formik dan acetil acid serta zat yang tidak terbakar seperti CO₂, H₂O dan tar cair. Gas-gas yang dilepaskan pada proses ini mempunyai nilai kalor yang tinggi dan dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kalor pada proses karbonisasi ^[12].

2.5. Pengolahan biomassa untuk sumber energy

Beberapa contoh hasil pengolahan biomassa dari kayu yang sering kita jumpai antara lain :

1. Biobriket ini merupakan arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara dan dimampatkan dengan bantuan perekat sehingga bentuknya menjadi lebih teratur. Dengan penggunaan biobriket sebagai bahan bakar maka kita dapat menghemat penggunaan kayu sebagai hasil utama dari hutan.



Gambar. Biobriket

2. Briket Kayu Briket kayu merupakan serpihan atau serbuk kayu yang diubah bentuk, ukuran dan kerapatannya dengan cara pengempaan campuran serbuk kayu dengan bahan perekat mejadi produk yang lebih efisien dalam penggunaannya sebagai bahan bakar.



Gambar. Briket kayu

3. Arang Kayu Arang kayu adalah ssuatu bahan padat yang berpori-pori dan merupakan hasil pembakaran dari bahan berkayu yang mengandung unsur karbon (C) .Sebagian besar dari pori-porinya masih tertutup dengan hidrokarbon dan senyawa organik lain. Komponen-komponennya terdiri Jurnal Riset Industri Hasil Hutan Vol.2, No.1, Juni 2010 : 42– 48 47 dari fixed carbon, abu, air, nitrogen

dan sulfur. Bentuknya berupa bongkahan-bongkahan berukuran kecil sekitar 5 – 10 cm dan berwarna hitam pekat.



Gambar. Arang kayu

2.6. Kinerja Pembangkit Listrik

Secara teoritis apabila kualitas bahan bakar tetap terjaga sama dari tahun ke tahun, dan pembangkit selalu beroperasi pada beban nominalnya, maka penggunaan bahan bakar spesifik (SFC) dan *plant heat rate* (PHR) akan mengalami degradasi sedikit demi sedikit sampai dilakukan *simple inspection* atau *major inspection*. Setelah inspection dilaksanakan SFC dan *plant heat rate* akan mendekati kondisi komisioning, selanjutnya mengalami degradasi lagi sedikit demi sedikit sampai *inspection* berikutnya.

Pemakaian bahan bakar spesifik adalah besarnya volume bahan bakar yang dikonsumsi untuk memproduksi kWh pada suatu periode tertentu, hal ini menunjukkan tingkat keborosan pemakaian bahan bakar pada suatu pembangkit listrik.

$$SFC = \frac{\text{Jumlah pemakaian bahan bakar (kg)}}{\text{Jumlah kWh yang dihasilkan (kWh)}} \dots (2.1)$$

2.7. Efisiensi Thermal

Persamaan efisiensi thermal yaitu:

$$\eta_{th} = \frac{859,84523}{NPHR} \quad (2.2)$$

Keterangan:

η_{th} = Efisiensi termal (dalam %)

NPHR = Laju panas yang masuk ke boiler.

Efisiensi termal unit η_{th} yaitu persentase keluaran energy terhadap masukan kalor. Besarnya efisiensi termal tergantung beban, makin tinggi beban makin besar efisiensinya. Efisiensi termal unit (η_{th}) yaitu persentase keluaran energy terhadap masukan kalor.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Karakteristik Bahan Bakar

Untuk mengetahui karakteristik bahan bakar yang digunakan dalam *co-firing* dapat dianalisis dengan melihat sifat fisik maupun kandungan kimia dari campuran bahan bakar (campuran batubara dan biomassa) yang dapat diketahui melalui uji laboratorium. Pentingnya melakukan uji laboratorium terhadap campuran bahan bakar yang

digunakan selain mengetahui nilai kalor, dapat diketahui zat yang terkandung dalam bahan bakar dan zat yang terbentuk pada hasil pembakaran sehingga dapat diprediksi potensi terbentuknya *slagging*, *fouling* serta potensi terjadinya korosi di dalam *boiler*. Kandungan kelembapan pada saat *co-firing* 3% dan 5% maupun batubara 100% masih dalam batas kewajaran karena pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil dari coal feeder. Livestock batubara sendiri berada sepenuhnya pada naungan atap.



Gambar. Penyimpanan serbuk kayu untuk *Cofiring* di PLTU Asam Asam

3.2. Persiapan Kebutuhan Serbuk kayu

io	Skenar	Rasio	Sawd	Batuba	Sawd	Batuba	Total	Total
	bucket	ust	ra	ust	ra	Sawd	Batuba	
	t	(jumlah)	(jumlah)	(jumlah)	(jumlah)	(Ton)	(Ton)	
	SD:B	h	h	t dlm	t dlm	(Ton)	(Ton)	
	B	bucket	bucket	Ton	Ton			
3% Biomassa	1:16	11	175	0.9	1.9	9.9	332.5	
5% Biomassa	1:10	20	192	0.9	1.9	18	364.8	

3.3. Persiapan Biomassa Mixing

Persiapan *Biomass Mixing* antara biomassa dengan batubara dilakukan di *coal yard* PLTU Asam Asam. *Sawdust* disimpan di area *stockpile* yang dilindungi dengan atap agar menjaga *sawdust* dari peningkatan kadar *moisture*. *Biomass mixing* dilakukan dengan menggunakan *Excavator* untuk mencampurkan biomassa dengan batubara hingga merata yaitu dengan rasio perbandingan seperti pada tabel sebelumnya. Setelah proses pencampuran selesai selanjutnya hasil campuran tersebut akan ditransfer menuju *coal bunker* menggunakan *belt conveyor*.



Gambar. Persiapan serbuk kayu



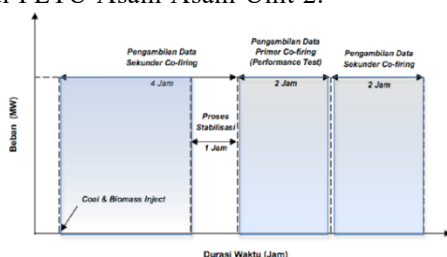
Gambar. Proses pencampuran serbuk kayu dan batubara

3.4 Pengumoulan Data

1. Studi Literature

Studi ini meliputi pengumpulan data spesifikasi/ data teknis unit, performa operasi unit, coal yard, coal handling facility dan studi terkait biomassa dan penggunaan teknologi penggunaan biomassa pada boiler PLTU batubara yang sudah ada sebagai referensi.. Maka selanjutnya adalah merumuskan permasalahan. Setelah melakukan pengambilan data, perhitungan, analisa dan kesimpulan.

Untuk tahapan pengambilan data primer, pengujian dilaksanakan dengan durasi waktu selama 3 (tiga) jam. Dimana 1 (satu) jam pertama digunakan untuk melakukan stabilisasi beban serta parameter operasi lainnya. Dan 2 (dua) jam berikutnya digunakan untuk melakukan pengambilan data Primer yang pelaksanaannya dilakukan bersamaan dengan melakukan uji Performance Test. Sedangkan untuk pengambilan data sekunder dilaksanakan 4 (empat) jam sebelum pelaksanaan Uji performance test dimulai serta 2 (dua) jam setelah pelaksanaan uji performance test. Dibawah berikut merupakan skema untuk pengambilan data primer dan data sekunder pelaksanaan pengujian Co-firing di PLTU Asam Asam Unit 2.



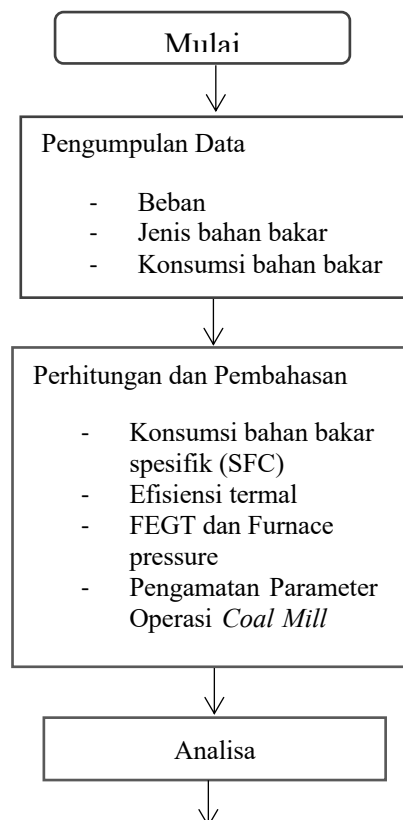
Gambar. Pengambilan data selama delapan jam pengujian Co-firing Tabel 3. Perhitungan SFC Kondisi Operasi 100% Batubara, Co-firing 3% dan 5% selama 2 jam operasi

No	Parameter	Satuan	Batubara 100%	Co-firing 3%	Co-firing 5%
1	Energi	kWh	121,	121,	121,

	listrik gross		000	200	200
2	Energi listrik netto	kWh	110,549	109,886	109,864
3	Konsumsi Bahan Bakar Batubara	kg	89,290	87,785	85,804
4	Konsumsi Bahan Bakar Serbuk Kayu	kg	...	2,715	4,516
5	Total Konsumsi Bahan Bakar	kg	89,290	90,500	90,320
6	<i>Specific Fuel Consumption (SFC)</i>	kg/kWh	0.731	0.740	0.742
7	Nilai Kalor batubara	kCal/kg	4,227	4,265	4,316
8	Nilai kalor biomassa	kCal/kg	...	1,938	1,960
9	NPHR	kCal/kWh	3,119	3,185	3,216

3.5 Diagram Proses Penelitian

Secara diagram proses dapat dilihat seperti bawah ini.



Kesimpulan dan saran

IV. PERHITUNGAN DAN ANALISA

1. Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)

4.1.1 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) Bahan bakar batubara 100%.

Untuk mengetahui pemakaian bahan bakar spesifik dihitung dengan persamaan (2.1).

Pembangkit unit 2 menggunakan bahan bakar batubara 100% jam 14:47

SFC

$$= \frac{\text{Jumlah pemakaian bahan bakar (kg)}}{\text{Jumlah kWh yang dihasilkan (kWh)}}$$

$$= \frac{45.000}{61110}$$

$$SFC = 0,736 \text{ Kg/kWh}$$

$$SFC = 0,736 \text{ Kg/kWh}$$

Tabel. Hasil perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar batubara 100%

Waktu	MW	Nilai kalor Batubara (kKal/kg)	Nilai kalor biomassa (kKal/kg)	Jumlah bahan bakar (ton)	SFC (kg/kWh)
14:47	61,11	4.227	-	45	0,736
15:02	61,40	4.227	-	44,8	0,729
15:17	61,40	4.227	-	44,6	0,726
15:32	61,40	4.227	-	44,6	0,726
15:47	61,40	4.227	-	45,2	0,736
16:02	61,40	4.227	-	44,9	0,731
16:18	61,40	4.227	-	45	0,732
16:33	61,45	4.227	-	45,5	0,741
16:48	61,31	4.227	-	44,4	0,724

4.1.2 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) *Co-firing* 3%

a. Pembangkit unit 2 pada *Cofiring* 3%

jam 14.25

SFC

$$= \frac{\text{Jumlah pemakaian bahan bakar (kg)}}{\text{Jumlah kWh yang dihasilkan (kWh)}}$$

$$= \frac{45.100}{60960}$$

$$SFC = 0,739 \text{ Kg/ kWh}$$

$$SFC = 0,739 \text{ Kg/ kWh}$$

Tabel Hasil Perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar *cofiring* 3%

Waktu	MW	Nilai kalor batubara(kKal/kg)	Nilai kalor biomassa	Jumlah bahan	SFC (kg/kWh)

			(kKal/kg)	bakar (ton)	
14:25	60,96	4.265	1.938	45,1	0,739
14:40	60,71	4.265	1.938	45,1	0,742
14:55	60,96	4.265	1.938	45,7	0,749
15:10	60,96	4.265	1.938	44,9	0,736
15:25	60,96	4.265	1.938	45,4	0,744
15:40	61,26	4.265	1.938	45,4	0,741
15:55	60,96	4.265	1.938	45	0,738
16:10	61,01	4.265	1.938	44,9	0,735
16:25	61,26	4.265	1.938	45,2	0,737

4.1.3 Perhitungan Konsumsi Bahan

Bakar Spesifik (SFC) *Co-firing* 5%

a. Pembangkit unit 2 pada *Cofiring* 5%

jam 14.20

SFC

$$= \frac{\text{Jumlah pemakaian bahan bakar (kg)}}{\text{Jumlah kWh yang dihasilkan (kWh)}}$$

$$= \frac{45.500}{61.010}$$

$$SFC = 0,745 \text{ Kg/ kWh}$$

$$SFC = 0,745 \text{ Kg/ kWh}$$

$$SFC = 0,745 \text{ Kg/ kWh}$$

Tabel .Hasil Perhitungan konsumsi spesifik bahan bakar unit 2 *cofiring* 5%

Waktu	MW	Nilai kalor batubara(kKal/kg)	Nilai kalor biomassa (kKal/kg)	Jumlah bahan bakar (ton)	SFC (kg/kWh)
14:20	61,01	4.316	1.960	45,5	0,745
14:35	60,71	4.316	1.960	44,9	0,739
14:50	60,96	4.316	1.960	45,2	0,741
15:05	61,26	4.316	1.960	45,6	0,744
15:20	61,26	4.316	1.960	45	0,734
15:35	60,67	4.316	1.960	45,9	0,756
15:50	60,96	4.316	1.960	45,2	0,741
16:05	60,96	4.316	1.960	45,6	0,748
16:20	60,96	4.316	1.960	44,7	0,733

4.2 Perhitungan Efisiensi thermal

Efisiensi thermal dihitung dengan persamaan (2.2)

a. Pembangkit unit 2 menggunakan bahan bakar batubara 100%

$$\eta_{th} = \frac{859,845}{NPHR} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = \frac{859,845}{3,119} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = 27,56 \%$$

b. Pembangkit unit 2 menggunakan bahan bakar batubara 97% dan biomassa 3%

$$\eta_{th} = \frac{859,845}{NPHR} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = \frac{859,845}{3,185} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = 26,99 \%$$

c. Pembangkit unit 2 menggunakan bahan bakar batubara 95% dan biomassa 5%

$$\eta_{th} = \frac{859,845}{NPHR} \times 100 \%$$

$$\eta_{th} = \frac{859,845}{3,216} \times 100 \%$$

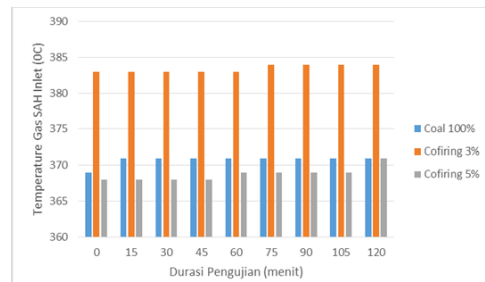
$$\eta_{th} = 26,73 \%$$

4.3 Pengamatan FEGT dan Furnace Pressure

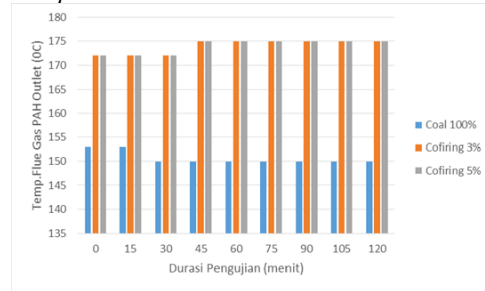
Pada tahap pengujian Co-firing dengan beberapa skenario pengujian pada umumnya dilakukan pengambilan data record dan monitoring terhadap parameter FEGT (*Furnace Exit Gas Temperature*) di boiler, hal tersebut dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh dan dampak uji *Co-firing* terhadap perubahan parameter operasi FEGT akan tetapi saat 100% batubara dan Co-firing 3% dan 5% tidak dapat diamati langsung karena tidak adanya data hasil pengukuran baik sensor yang terpasang di boiler.

Monitoring Untuk mengamati dan menganalisis FEGT dan gas yang dihasilkan selama pembakaran dapat dilihat dari pengamatan data *Furnace pressure, Primary Air Heater Inlet/Outlet Gas Temperature, Secondary Air Heater Inlet/Outlet Gas Temperature* dan *ESP inlet gas temperature*. Dibawah ini merupakan tabel data dari monitoring beberapa parameter yang diambil.

Dari pengamatan FEGT melalui flue gas inlet & outlet pada SAH, PAH outlet dan flue gas pada ESP inlet secara keseluruhan terdapat kenaikan temperatur pada gas buang saat pengujian skenario Co-firing, namun kenaikan tersebut hanya terjadi pada skenario 3% biomassa, setelah pengujian skenario 5% biomassa terlihat parameter temperatur gas buang pada masing-masing titik pengukuran mengalami penurunan. Terjadinya fluktuasi kenaikan dan penurunan parameter tersebut.

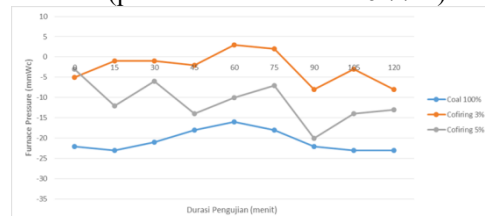


Gambar. Grafik Pengamatan Temperature SAH inlet



Gambar. Grafik Pengamatan Temperature PAH Outlet

Berdasarkan parameter *Furnace pressure* seperti gambar 4.4 dapat dianalisis terjadi kenaikan pada saat co-firing 3% rata-rata naik 18.11 mmWC (persentase kenaikan 87.63%) dan pada saat co-firing 5% rata-rata naik 9.67 mmWC (persentase kenaikan 46.77%).



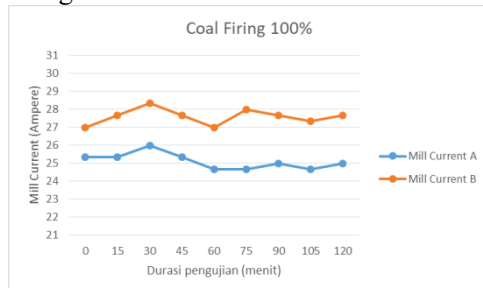
Gambar. Grafik Pengamatan Furnace Pressue saat Co-firing

4.4 Pengamatan Parameter Operasi Coal Mill

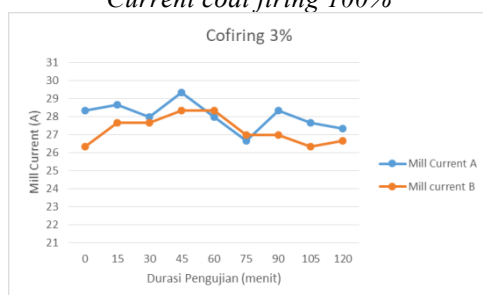
Hasil monitoring pada *coal mill* untuk *mill current, mill outlet temperature* menunjukkan masih dalam batas aman, tidak terpaut jauh dari pengujian 100% batubara, namun terjadi kenaikan *mill current* di seluruh *mill* yang beroperasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3, 4 dan 5 diatas. Pada cofiring 3 % dan 5 % arus motor mill lebih fluktuatif dibandingkan saat menggunakan coal 100%. Hal ini dikarenakan pencampuran batubara dan biomassa yang tidak merata, yang tentunya menyebabkan output generator yang dihasilkan juga fluktuatif.

Pada pengujian *co-firing* 3% dan 5%, *mill current* rata - rata cenderung naik sekitar 2-3 Ampere dibandingkan kondisi

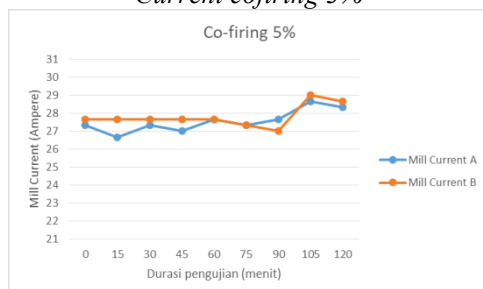
operasi menggunakan 100% batubara. Kenaikan arus *mill* ini dikarenakan HGI *sawdust* yang jauh lebih rendah ketimbang HGI batubara, menyebabkan *mill* bekerja ekstra besar untuk menghaluskan *sawdust*.



Gambar. Grafik Pengamatan Mill Current coal firing 100%



Gambar. Grafik Pengamatan Mill Current cofiring 3%



Gambar. Grafik Pengamatan Mill Current cofiring 5%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan pada Bab terdahulu, maka dapat di ambil kesimpulan :

1. Terdapat kenaikan dari penggunaan seluruh bahan bakar dan biomassa naik 1.200 kg untuk *co-firing* 3% dan *co-firing* 5% 1.320 kg sehingga hasil konsumsi spesifik bahan bakar untuk batubara 100% (0,731kg/kWh), untuk *cofiring* 3% (0,740kg/kWh), dan *cofiring* 5% (0,742kg/kWh).
2. Pada hasil perhitungan sementara efisiensi termal pada penggunaan bahan bakar batubara 100% yaitu

27,56 %, bahan bakar batubara 97% dan biomassa 3% yaitu 26,99 % dan bahan bakar batubara 95% dan biomassa 5% yaitu 26,73% pada pembangkit unit 2 dan itu sesuai dengan SPLN No. 80 tahun 1989 tentang efisiensi termal sebesar 25% - 50%.

5.2. Saran

Dari parameter operasi, pada beban 61 MW di PLTU Asam-Asam unit #2 saat operasi *co-firing* 3% dan 5 % tidak jauh berbeda dengan penggunaan bahan bakar batu bara 100% sehingga layak untuk dipertimbangkan dalam penghematan penggunaan bahan bakar fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwi Cahyadi dan Hermawan, 2012, ANALISA PERHITUNGAN EFISIENSI TURBINE GENERATOR QFSN-300-2-20B UNIT 10 dan 20 PT. PJB UBJOM PLTU REMBANG <http://researchgate.net> di akses 10 November 2021
- [2] SPLN.1989. Efisiensi Termal. <https://freshconsultant.co.id>. Di akses pada 4 November 2021
- [3] Pamungkas Agung Tri, 2012, pembangkit listrik tenaga uap <http://kontens-listrik.co.id>; di akses 9 November 2021
- [4] A. Singko, Yandri, dkk, ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP (PLTU) (STUDI KASUS PLTU HARJOHN TIMBER KUBU RAYA). Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.
- [5] Arhamsah, "Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan", Jurnal Riset Industri Hasil Hutan, vol.2, no.1, pp. 42-48, Juni 2020
- [6] Anonim. 2008. Pembuatan Briket Arang Arang Dari serbuk Gergaji. <http://arhiefstyleb7.wordpress.com/2008/04/10/pembuatanbriket-arang-dari-serbuk-gergaji/>
- [7] BPPT. 2009. Pemanfaatan Energi Biomassa Sebagai Biofuel Konsep Energi Dengan Ketahanan Pangan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta
- [8] Anonim. 2009. Biomassa Sebagai Sumber Energi. [http://wab.ipb.ac.id/-tepleta/ learning/media/energi](http://wab.ipb.ac.id/-tepleta/learning/media/energi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [9] Heriansyah, I. 2005. Potensi

Pengembangan Energi dari Biomassa
Hutan di Indonesia.
<http://io.ppi.Jepang/article>.

- [10] Pambudi, NA. 2008. Energi Alternatif
itu Bernama Biomassa.[file:///G:
biomassa/energy alternatif/bernama
biomassaa/NetSains. Com.html](file:///G:/biomassa/energy%20alternatif/bernama%20biomassaa/NetSains.Com.html).