

SIMULASI PENGARUH CO – FAIRING BATUBARA DAN BIOMASA SEKAM PADI TERHADAP PERFORMA PLTU 2 X 150 MW MENGGUNAKAN SIMULASI CYCLE TEMPO 5.0

Faris Nur Ifrodi¹, Margianto², Artono Raharjo³.

¹Universitas Islam Malang.

email: farisnurifrodidi@gmail.com

²Universitas Islam Malang.

email: margianto@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang.

email: Artonor@unisma.ac.id

ABSTRACT

Udara masih tercemar oleh emisi bahan bakar fosil. Energi alternatif merupakan pengganti bahan bakar fosil. Sumber energi alternatif yang saat ini sedang dikembangkan adalah pencampuran batu bara dan biomassa sampah organik serbuk gergaji atau yang dikenal dengan istilah co-firing. Sekam Padi dan batubara sebagai bahan bakar yang mengeluarkan nilai kalor bertujuan meningkatkan efisiensi, memanfaatkan sampah organik yang tidak terpakai, dan mengurangi polusi. Co-Firing dilakukan dengan metode mencampurkan batubara dengan biomassa Sekam Padi menggunakan timbangan digital. Penelitian ini membahas pengaruh pencampuran bahan bakar batubara dengan biomassa Sekam Padi terhadap Performa daya, Efisiensi, Nett Plant Heat Rate (NPHR) pada pembangkit PLTU 2 X 150 MW menggunakan metode Simulasi dengan SoftWare Cicle Tempo. Bahan bakar dengan variasi yang dilakukan 0% batubara tanpa campuran, 75% batubara, - 25% Sekam Padi, dan 50% Batubara - 50% Sekam Padi.

Kata Kunci : Co-Firing, Batubara, Biomassa, Sekam Padi, Cycle Tempo 5.0

PENDAHULUAN

Energi listrik di Indonesia kini dihasilkan oleh sebagian besar pembangkit listrik sub-critical yang memiliki efisiensi sekitar 30% - 40%. Untuk meningkatkan efisiensi, PLTU berusaha mengombinasikan siklus Brayton dan siklus Rankine dalam pembangkitan listrik dengan menggunakan gas buang turbin gas yang memiliki energi termal tinggi.[1]

Cara pembakaran pada PLTU terbagi menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Pembakaran Fixed Bed Pada metode ini digunakan boiler dengan ukuran sekitar 30 mm dan kadar abu yang cukup tinggi untuk membakar batu bara.
2. Pulverized Coal Combustion (PCC) Metode PCC digunakan pada PLTU berkapasitas tinggi karena keandalannya yang tinggi. Pada metode ini, batubara dihancurkan hingga berukuran 200 mesh sebelum dimasukkan ke dalam boiler bersama udara pembakaran. Metode ini sensitif terhadap kualitas batubara seperti abrasi, terak, kerusakan dan kandungan air. Pada metode pembakaran

PCC diperoleh 15% abu berupa abu klinker dan sisanya berupa abu terbang.

3. Floating Bed Combustion (FBC) Metode FBC menggunakan prinsip floating bed, menghancurkan batubara hingga ukuran 25 mm dan mengarahkan udara ke bawah boiler dengan kecepatan tertentu. Kelebihan cara ini adalah pembakaran yang lebih sempurna dan sirkulasi udara yang baik. Metode FBC mempunyai dua mekanisme kerja yaitu bubble FBC dan CFBC.[1]

PLTU POMI memiliki kapasitas maksimum 630 MW, tiap blok 500 MW (100 MW turbin gas & 200 MW turbin uap) dengan formasi 2-2-1 saat gas turbin mengalami gangguan[1]

Manusia telah berteman dengan uap air selama ribuan tahun. Namun baru pada dua abad terakhir mereka menemukan cara menggunakan uap. Insinyur Yunani dan Romawi mengetahui sifat-sifat uap dan air panas, tetapi tidak menggunakannya. Pada tahun 1606, Giovanni Battista Porta menciptakan dua laboratorium eksperimental yang mendemonstrasikan tenaga uap dan sistem kondensasi. Pembangkit uap, juga dikenal sebagai boiler, adalah komponen kunci pembangkit listrik tenaga uap. Ini mengubah air menjadi uap secara efisien

menggunakan panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar..[2]

Penggunaan turbin gas dan turbin uap memiliki pertimbangan sendiri. Turbin gas lebih cepat start-upnya, hanya 2 jam, sedangkan turbin uap butuh 12 jam. Turbin uap untuk beban dasar, turbin gas untuk beban puncak. Untuk PLTU Paiton yang besar, memiliki peran penting di Jawa dan Bali.

Turbin gas diberi nilai untuk waktu start-up 2 jam, sementara turbin uap membutuhkan 12 jam. Turbin uap untuk beban dasar, turbin gas untuk puncak. PLTU besar di Jawa-Bali mengoperasikan kedua turbin sepanjang waktu.[2]

Pembangkit supercritical menghasilkan uap di atas suhu kritis, tidak melalui kubah mixture. Fluida kerja yang dipompa akan sepenuhnya menjadi uap. Pembangkit supercritical menghasilkan lebih banyak uap dibanding sub-critical. Di Indonesia, PLTU Paiton unit 3 adalah salah satu pembangkit supercritical yang menghasilkan daya keluaran 815 MW dengan efisiensi 43%. Pembangkit ini dapat dikembangkan melalui pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak Cycle-Tempo.[1]

Pemerintah terus mendorong pengembangan energi terbarukan untuk mencapai nol emisi. Di Indonesia, penggunaan energi biomassa dengan teknologi co-firing semakin marak. Pada tahun 2024, kapasitas pembakaran paralel PLTU PLN diperkirakan meningkat menjadi 18 GW. Penggunaan biomassa co-firing membantu mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Jika campurannya 90 persen batu bara dan 10 persen biomassa, maka kebutuhan batu bara akan turun menjadi sekitar 108 juta ton. Co-firing biomassa tidak hanya secara bertahap mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, namun juga memberikan solusi terhadap masalah limbah dan mendukung perekonomian Indonesia. Beberapa PLTU telah melakukan percobaan pembakaran paralel biomassa dan berhasil. Alternatifnya, pembakaran bersama biomassa dapat membantu mencapai target 23 persen energi terbarukan pada tahun 2025.[3]

Daya yang dihasilkan tiap blok tergantung pada permintaan konsumen yang diatur oleh Pusat Pengatur Beban Jawa Bali. Pembebanan pada setiap unit selalu berubah-ubah. Distribusi yang tidak optimal menyebabkan energi terbuang. Studi diperlukan untuk meningkatkan efisiensi termal. [4]

METODE

Metode penelitian ini menggunakan studi simulasi untuk mendapatkan pemahaman dan nilai antara

variasi bahan bakar yang digunakan dan hasil variasi terkait. Pemodelan CO-FAYRING menggunakan aplikasi Cycle Tempo dengan 3 energi pembakaran yang berbeda. Ambil bahan dari buku referensi, majalah, karya sastra, media elektronik (internet) dll. Hal ini dilakukan untuk membantu memperoleh landasan teori sesuai dengan hukum atau rumus yang ada, yang dapat dijadikan acuan dalam proses analisis maupun dalam proses perhitungan data yang diperoleh nantinya.

A. Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat penelitian dan bahan penelitian yang dipakai adalah

1. Laptop yang terpasang software Cyce Tempo 5.0

Bahan :

1. Tongkol Jagung
2. Batu Bara

B. Prosedur Penelitian

1. Membuat takaran masing-masing bahan campuran dengan menimbangya
2. Mencampurkan masing masing takaran yang telah ditimbang
3. Menimbangya Kembali agar takaran pas.

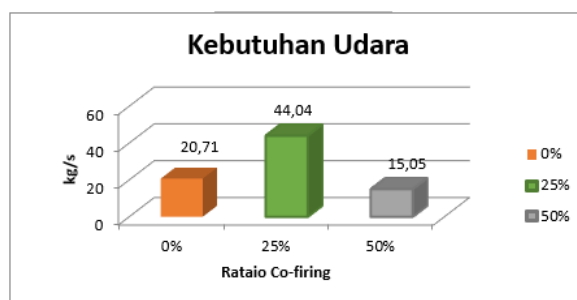
Pengujian pada ketiga sampel dilakukan selama kurang lebih 4 hari masa pengujian dan mendapatkan hasil yang maksimal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis kebutuhan udara pada bahan bakar.

Tabel 1 : Data Ulltmate Aanaliss

No	Batubara	Sekam padi	25% SSB+75% BB	50% SSB+50%BB	100%BB
1	C 44,10%	32,37%	41,17%	36,77%	44,10%
2	H 3,04%	5%	3,60%	4,43%	3,04%
3	O 13,48%	38,89%	19,83%	29,36%	13,48%
4	N 0,68%	60,00%	15,51%	37,76%	0,68%
5	S 11,00%	0,11%	8,28%	4,19%	11,00%

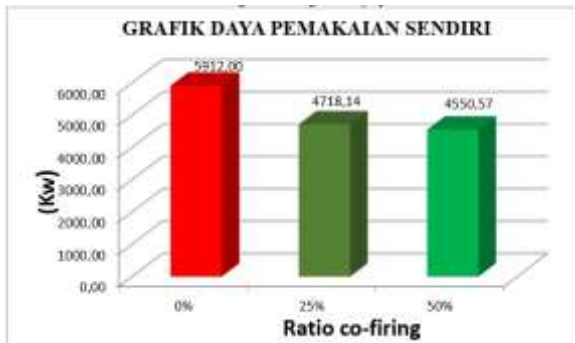


Gambar 1 : Grafik AFR

Pada gambar grafik 1, AIR TO FUEL RATIO adalah

perbandingan jumlah udara terhadap bahan bakar pada proses pembakaran dalam satuan massa atau volume. Menjelaskan bahwa 100% batubara tanpa campuran Biomassa Sekapadi menghasilkan 20,71 kg/s dan 75% batubara dengan campuran 25% Biomassa Sekapadi menghasilkan 44,04 kg/s. Kemudian 50% batu bara dan 50% biomassa Sekpad akan menghasilkan 15 kg. /halaman.

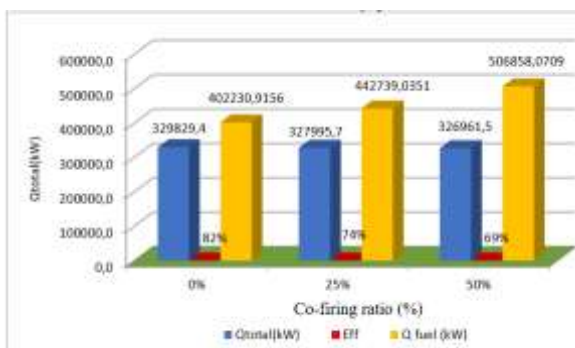
B. Perhitungan daya pemakaian sendiri



Gambar 2 grafik daya pemakaian sendiri

Pada Gambar Grafik 2 daya pemakaian sendiri (AUXILIARY) Menjelaskan bahwasanya Batubara 100% tanpa adanya campuran Biomassa Sekampadi Menghasilkan daya sebesar 5912,00(kw). Dan untuk Batubara 75% dengan campuran Biomassa Sekampadi 25% Menghasilkan daya sebesar 4718,14(kw).Sedangkan untuk Batubara 50% dan campuran biomassa Sekampadi 50% Menghasilkan daya sebesar 4550,57(kw).Sehingga Grafik Menunjukan Bahwasanya Batubara 75% dengan campuran 25% mengalami kenaikan pada Grafik tabel diatas dibandingkan dengan Batubara 50% dan campuran Biomassa Sekampadi 50%.

C. Perhitungan daya Performa boiler

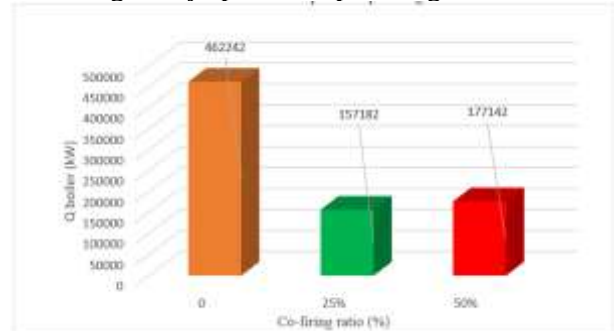


Gambar 3 Grafik daya performa boiler

Pada Gambar Grafik 3 daya performa boiler 3 ini Menjelaskan bahwa Batubara 100% tanpa adanya campuran Biomassa Sekampadi Menghasilkan daya performa boiler sebesar 329829,4 Qtotal(kw).dan

pada Batubara 75% dengan campuran Biomassa Sekampadi 25% Menghasilkan daya performa boiler 327995,7 Qtotal(kw) sedikit mengalami penurunan dari Batubara 100%,Kemudian untuk Batubara 50% dengan campuran Biomassa Sekampadi 50% mengsilkan daya performa boiler sebesar 326961,5 Qtotal(kw).Maka dari ini kita bisa melihat yang paling banyak Menghasilkan daya performa boiler adalah Batubara 100% tanpa adanya campuran Biomassa Sekampadi.

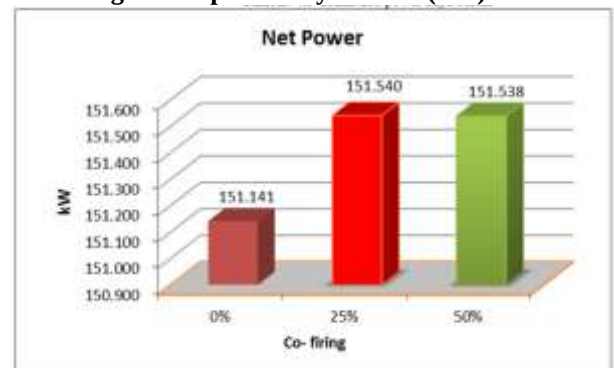
D. Perhitungan daya performa pembangkit



Gambar 4 Grafik performa pembangkit

Pada Gambar Grafik 4 performa pembangkit Menjelaskan bahwasanya Batubara 100% Tanpa campuran Biomassa Sekampadi 0% Menghasilkan Performa Pembangkit sebesar 462242 Qboiler(kw). Dan untuk Batubara 75% dengan campuran Biomassa Sekampadi 25% Menghasilkan performma Pembangkit sebesar 157182Qboiler(kw).Sedangkan Batubara 50% dan campuran Biomassa Sekampadi 50% Menghasilakan daya performa sebesar 177142 Qboiler(kw). Maka yang paling besar Menghasilkan efisiensi adalah Batubara 100% tanpa adanya campuran Biomassa Sekampadi dengan Menghasilkan nilai efisiensi sebesar 462242Qboiler(kw).

E. Perhitungan nett power daya bersih (kW)

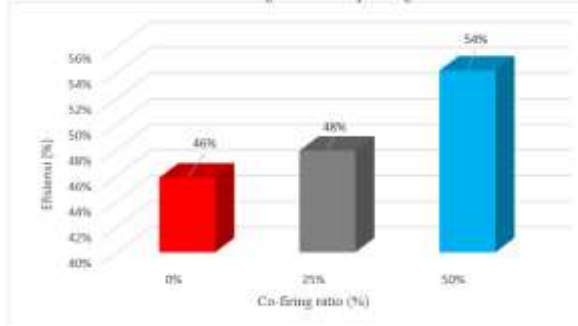


Gambar 5 Grafik nett power daya bersih

Pda Gambar Grafik 5 menjelaskan bahwasanya Batubaa 100% tanpa adanya campuran Biomassa Sekampadi Menghasilkan daya bersih sebesar 151.141(kw),dan untuk Batubara 75% dengan campuran Biomassa

Sekampadi 25% Menghasilkan daya bersih sebesar 151.540(kw).Kemudian pada Batubara 50% dengan campuran Biomassa Sekampadi 20% Menghasilkan daya bersih sebesar 151.538(kw). Dari penjelasan grafik diatas kita biisa menyimpulkan bahwasanya Batubara 75% dengan campuran Biomassa Sekampadi 25% paling banyak Menghasilkan daya bersih.

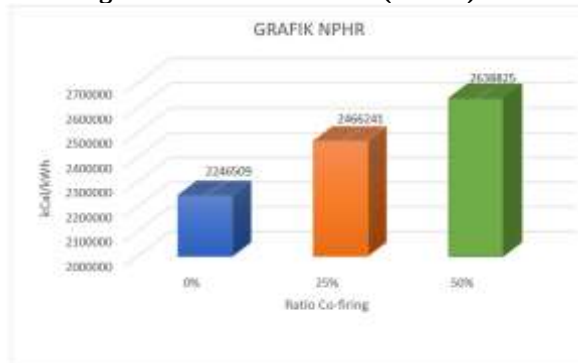
F. Perhitungan efisiensi pembangkit



Gambar 6 grafik efisiensi pembangkit

Gambar 6 merupakan ukuran kurva efisiensi generator yang menunjukkan kemampuan generator dalam mengubah energi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar primer menjadi energi sekunder berupa listrik. Untuk batubara 100% tanpa campuran Biomassa Sekapad memberikan efisiensi sebesar 46% dan untuk batubara 75% dengan campuran Biomassa Sekapad 25% memberikan efisiensi sebesar 48%. Kemudian campuran 50% batubara 50% Sekpad Biomassa, efisiensinya 54%. Intinya adalah campuran 50% batubara dan 50% biomassa Sekakadi memberikan efisiensi tertinggi.

G. Perhtungan Net Plant Heat Rate (NPHR)



Gambar 7 Net Plant Heat Rate

Pada grafik 4.7, laju kalor bersih pembangkit adalah nilai yang mewakili energi yang digunakan oleh generator untuk menghasilkan listrik. Fraksi batubara 100% tanpa campuran biomassa Sekapad memberikan nilai sebesar 224650,9 kkal/kwh, batubara 75% dan campuran biomassa Sekapad 25% memberikan nilai sebesar 246624,1 kca/kwh.

sedangkan campuran yang mengandung 50% batubara dan 50% biomassa Dry field bernilai 263882,5 kkal/kwh. Semakin tinggi nilai nphr yang dihasilkan maka dikatakan semakin rendah kinerja generator tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, co-firing menggunakan Cycle-Tempo 5.0 berpengaruh signifikan terhadap performa boiler dan pembangkit listrik. Efisiensi boiler meningkat menjadi sekitar 82% saat co-firing 0%, dengan daya boiler yang lebih besar dibandingkan campuran 25% dan 50%. Efisiensi pembangkit terbesar terjadi pada campuran 50%. Penurunan nilai kalor dari batubara tanpa campuran hingga campuran biomassa sekam padi menyebabkan penurunan efisiensi, sedangkan peningkatan nilai kalor akan meningkatkan efisiensi. Penggunaan co-firing biomassa dapat mengurangi ketergantungan terhadap batubara dan memiliki potensi untuk mengurangi penggunaan batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik. PLN telah berhasil menerapkan co-firing biomassa di beberapa pembangkit listriknya untuk mengurangi penggunaan batu bara.

DAFTAR RUJUKAN

Jurnal

- [1] I. Atok Setiyawan and M. Eng Sc, "MODELING OF SUPERCRITICAL STEAM POWER PLANT USING CYCLE-TEMPO WITH ANALYSIS OF LOADS VARIATION."
- [2] A. A. Wijaya, B. Utomo, and K. Widodo, "The Effect of Feedwater Heaters Operation Schemes to a 200 MW Steam Power Plant Heat Rate Using Cycle-Tempo Software," 2018.
- [3] J. O. KEN, "Mengenal Co-firing, Solusi Alternatif Pengembangan Energi Terbarukan," *cnn*, 2022.
- [4] I. Atok Setiyawan and M. Eng Sc, "MODELING OF SUPERCRITICAL STEAM POWER PLANT USING CYCLE-TEMPO WITH ANALYSIS OF LOADS VARIATION."

