

SIMULASI PENGARUH *CO – FAIRING* BATUBARA DAN BIOMASA SERBUK GERGAJI TERHADAP PERFORMA PLTU 2 X 150 MW MENGGUNAKAN APLIKASI CYCLE TEMPO 5.0

Khasan Saputra Siswanto¹, Margianto², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang.
email: siswantokhasan056@gmail.com

²Universitas Islam Malang.
email: margianto@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang.
email: artonor@unisma.ac.id

ABSTRAK

Udara masih tercemar oleh emisi bahan bakar fosil. Energi alternatif merupakan pengganti bahan bakar fosil. Salah satu bentuk energi alternatif yang saat ini sedang dikembangkan adalah pencampuran biomassa batubara dan serbuk gergaji-sampah organik yang dikenal dengan istilah co-firing. Serbuk Gergaji 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 serbuk gergaji menggunakan timbangan digital. Penelitian ini membahas pengaruh pencampuran bahan bakar batubara dengan biomassa serbuk gergaji 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% serbuk gergaji, dan 50% Batubara - 50% serbuk gergaji.

Kata Kunci : Co-Firing, Batubara, Biomassa, Serbuk Gergaji, Cycle Tempo 5.0

PENDAHULUAN

Energi listrik penting di Indonesia dengan pertumbuhan penduduk dan teknologi. Pabrik pembangkit listrik menggunakan uap air dari pendidihan air. Sumber panasnya dapat berupa pembakaran bahan bakar, listrik, gas panas, atau tenaga nuklir. Pemerintah mendorong energi terbarukan dengan co-firing biomassa. Pada 2024, co-firing biomassa diperkirakan mencapai 18 GW dan mengurangi penggunaan batu bara. Ini juga mengurangi ketergantungan pada energi fosil, mengatasi sampah, mendukung perekonomian, dan mencapai target energi terbarukan pada 2025.[1]

Manusia telah memanfaatkan uap air selama ribuan tahun. Namun, baru dalam dua abad terakhir, mereka mulai menggunakannya dengan lebih efisien. Giovanni Battista Porta dilaporkan merencanakan percobaan tenaga uap pada tahun 1606. Ketel uap adalah komponen utama pembangkit listrik tenaga uap. Batubara adalah bahan bakar utama dalam pembangkit listrik di Indonesia, dengan beberapa metode pembakaran yang berbeda. Efisiensi ketel uap sangat penting dalam produksi listrik. Ada berbagai klasifikasi ketel uap yang memiliki keunikan dan kegunaan masing-masing.

Mesin uap telah mengalami perkembangan terus-menerus dan menjadi sumber energi penting untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia.[2]

Pada tahun 1764, James Watt, seorang pembuat instrumen di Universitas Glasgow, menyempurnakan model mesin Newcomen. Pada tahun 1769, James Watt menerima paten untuk mesin uapnya. Menurut teori James Watt, uap merupakan media elastis yang dapat memuai dalam ruang hampa. James Watt merancang mesin uap dengan silinder (tabung) dan piston. (kompresor/hisap) dengan kondensor dan pompa udara. James menghasilkan banyak desain mesin, termasuk mesin tuas putar kerja ganda. Dengan diperkenalkannya mesin ini, gerak vertikal diubah menjadi gerak berputar. Revolusi Industri dimulai sekitar tahun 1750, sebuah tantangan terhadap kebutuhan akan kekuatan motif. Penggunaan uap dengan cara yang telah ditetapkan atau yang terbaik (mapan)..[2]

Indonesia telah memiliki beberapa pembangkit berteknologi superkritis, salah satunya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Uap Paiton. PLTU Paiton mampu menghasilkan output bersih sebesar 815 MW pada beban 100%. Efisiensi yang dihasilkan PLTU Paiton sebesar 43%. Dalam mengembangkan teknologi manufaktur, pemodelan dan simulasi harus dilakukan

terlebih dahulu. Simulasi dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak salah satunya Cycle-Time. Pemodelan dan simulasi dilakukan berdasarkan data diagram keseimbangan panas dari unit Paiton. Hasil simulasi divalidasi sesuai kondisi penjadwalan pekerjaan PLTU Paiton.[3]

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 p nelitian dan bahan penelitian yang dipakai adalh

1. Laptop yang terpasang software Cyce Tempo 5.0

Bahan :

1. serbuk gergaji

2. Batu Bara

B. Prosedur Penelitian

1. Membuat takaran masing-masing bahan campuran dengan menimbangya

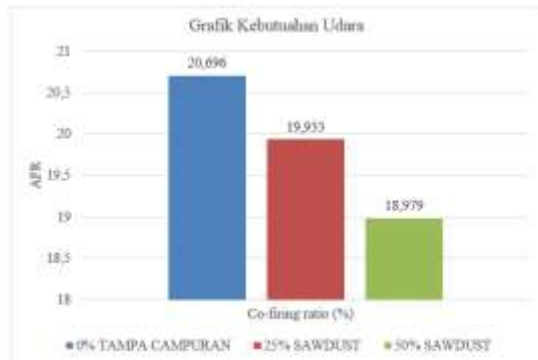
2. Mencampurkan masing masing takaran yang telah ditimbang

3. Menimbangya Kembali agar takaran pas.

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

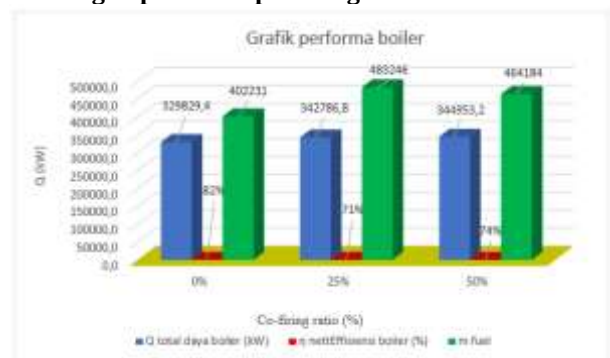
A. Analisis Kebutuhan Udara Pada Bahan Bakar



Gambar 1 Grafik AFR

Rasio Umpan Udara (AFR) adalah perbandingan antara jumlah udara dan bahan bakar dalam pembakaran. Nilai AFR yang tinggi dapat mempengaruhi pembakaran dan distribusi suhu dalam boiler. Jika rasio udara terlalu tinggi atau rendah, maka karbon yang tidak terbakar dapat meningkat karena campuran tidak efisien antara udara dan partikel batubara. Pada grafik AFR 1, kebutuhan udara meningkat seiring dengan peningkatan campuran bahan bakar. Namun, penggunaan campuran serbuk gergaji hingga 50% menunjukkan penurunan kebutuhan udara. Pada campuran tanpa batu bara, campuran serbuk gergaji sebanyak 25%, dan campuran serbuk gergaji sebanyak 50%, kebutuhan udara masing-masing adalah 20,696 kg/s, 19,933 kg/s, dan 18,979 kg/s.

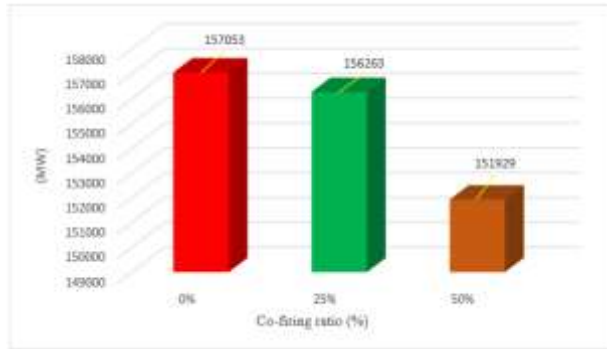
B. Perhitungan performa pembangkit



Gambar 2 Grafik Performa Boiler.

Pada gambar grafik 2 diatas perhitungan performa boiler ada tiga perhitungan yang menjadi satu yaitu performa atau daya yang dihasilkan boiler (Q kW), efisiensi boiler (η_{nett}), dan perhitungan $\dot{Q}_{\text{fuel}}$ (kW) atau (energi yang dihasilkan bahan bakar). Dari campuran 0% batu-bara menunjukkan daya pada boiler sebesar 329829,4 (kW),efisiensi 82%,dan energi yang dibutuhkan 402231 (kW). Pada campuran 25% daya boiler yang dihasilkan mengalami kenaikan sebesar 342786,8 (kW) dan mengalami penurunan efisiensi sebesar 71% dan energi yang dibutuhkan naik hingga 483246 (kW). Pada campuran 50% daya boiler naik daripada kedua campuran sebelumnya yakni 344953,2 (kW), sementara efisiensinya sedikit naik daripada campuran yang kedua yakni 74%, dan energi yang dibutuhkan 464184 (kW)

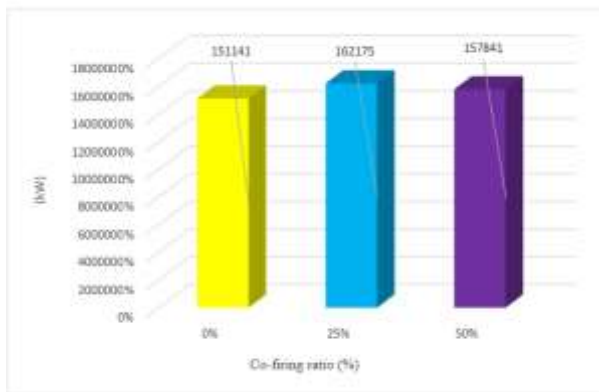
C. Perhitungan Daya Perfoma Pembangkit



Gambar 3 Grafik daya power pembangkit.

Pada gambar. Grafik 3 diatas masing-masing campuran menghasilkan daya sebesar 157053 (MW) pada 0% atau bahan-bakar tanpa campuran, 156263 (MW) pada campuran 25%, dan 151929 (MW) pada campuran 50%. Menurunnya power atau daya yang dihasilkan karena dipengaruhi sedikitnya batu-bara pada campuran bahan-bakar.

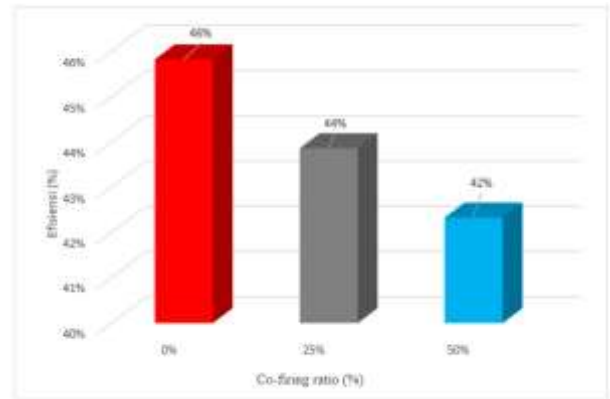
D. Perhitungan *Nett* (kW) pembangkit



Gambar 5 Grafik *Nett* Power (kW).

Pada gambar 5 di atas masing-masing campuran menghasilkan power bersih atau (*nett* power) sebesar 151141 (kW) pada campuran 0% atau batu-bara tanpa campuran, sedangkan pada campuran 25% sedikit mengalami kenaikan yakni 162175 (kW), dan pada campuran 50% sedikit mengalami penurunan sebesar 157841 (kW). Dari ketiga campuran yang paling besar menghasilkan daya yakni terjadi pada campuran 25%.

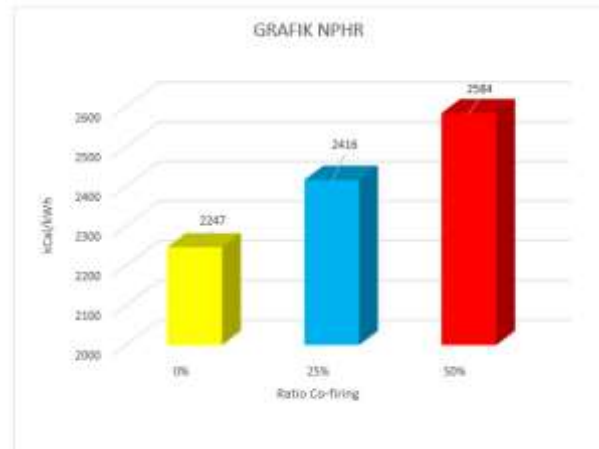
E. Perhitungan *Efisiensi* Pembangkit



Gambar 6 Grafik efisiensi pembangkit.

Pada gambar 6 di atas grafik *efisiensi* Pembangkit masing-masing campuran menghasilkan *efisiensi* sebesar 46% pada campuran 0%, sedangkan 44% terjadi penurunan pada campuran 25% , dan 42% juga terjadi penurunan pada campuran 50%.

F. Perhitungan *Net Plant Heat Rate* (NPHR).



Gambar 7 Grafik *Net Plant Heat Rate* (NPHR)

Perhitungan perolehan panas tanaman bersih (NPHR). NPHR sendiri mengacu pada jumlah energi atau kalori yang dibutuhkan generator untuk menghasilkan listrik 1 (kWh). Pada gambar 4.5 di atas masing-masing campuran energi sebesar 2247 (kCal/kWh) pada campuran 0%, sedangkan, 2416 (kCal/kWh) pada campuran 25%, dan 2584 (kCal/kWh) pada campuran 50%. Jadi semakin kecil nilai atau energi yang dihasilkan NPHR maka semakin tinggi efisiensi pada pembangkit.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis penelitian ini, penambahan campuran biomassa dalam co-firing menggunakan Cycle-Tempo 5.0 memberikan pengaruh signifikan terhadap performa boiler dan pembangkit listrik. Efisiensi boiler meningkat hingga 82% saat tidak ada

campuran biomassa, namun total daya yang dihasilkan lebih rendah daripada campuran 25% dan 50%. Hal ini mengakibatkan penurunan nilai efisiensi termal sebesar 151141 kW, dibandingkan dengan campuran 25% sebesar 162175 kW, dan campuran 50% sebesar 157841 kW. Efisiensi pembangkit paling besar terjadi saat tidak ada campuran biomassa. Terjadi peningkatan nilai NPHR terbesar pada campuran 50% sebesar 2584 kcal/kWh.

Penurunan nilai kalor saat co-firing dengan biomassa serbuk gergaji menyebabkan penurunan efisiensi boiler dan pembangkit listrik, sementara peningkatan nilai kalor memiliki efek sebaliknya. Meskipun demikian, daya yang dihasilkan oleh boiler dan pembangkit tetap besar. Semakin kecil nilai NPHR yang dihasilkan, maka semakin tinggi efisiensi pembangkit. Batubara memiliki nilai kalor HHV 4287,22 kcal/gram yang lebih rendah daripada campuran dengan serbuk gergaji sebesar 5150,73 kcal/gram pada campuran 25% dan 4947,55 kcal/gram pada campuran 50%. Oleh karena itu, penambahan campuran biomassa diperlukan untuk mencapai kalor dan daya yang tinggi pada rasio co-firing 25%, 50%, dan NPHR yang lebih tinggi. Pemanfaatan biomassa co-firing menjadi salah satu solusi untuk mengurangi ketergantungan terhadap batu bara. Selain mengurangi penggunaan batubara secara bertahap, co-firing biomassa juga dapat mengatasi masalah sampah dan mendorong pertumbuhan ekonomi di Indonesia. PLN telah mencoba dan berhasil dalam mengurangi penggunaan batubara melalui co-firing biomassa pada beberapa pembangkit.

DAFTAR RUJUKAN

Jurnal

- [1] J. O. KEN, "Mengenal Co-firing, Solusi Alternatif Pengembangan Energi Terbarukan," *cnn*, 2022.
- [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] I. Atok Setiyawan and M. Eng Sc, "MODELING OF SUPERCRITICAL STEAM POWER PLANT USING CYCLE-TEMPO WITH ANALYSIS OF LOADS VARIATION."