ANALISIS EFISIENSI BOILER DARI OUTPUT GENERATOR DI PLTU BUKIT ASAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE LANGSUNG (DIRECT METHOD)

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik

di Program Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah

Palembang

Disusun Oleh:

M.SYAIFULLAH

132021049

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALEMBANG

2025

SKRIPSI

ANALISIS EFISIENSI BOILER DARI OUTPUT GENERATOR DI PLTU BUKIT ASAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE DIRECCT (METODE LANGSUNG)

Merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

April 2025

Dipersiapkan dan Disusun Oleh

M.SYAIFULLAH

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing 1

Muhammad Hurairah, S.T., M.T

NIDN: 0228098702

Penguji 1

Taufik Barlian, S.T., M. Eng

NIDN: 0218017202

Pembimbing 2

Sofiah, S.T ., M.T.

NIDN: 0209047302

Penguji 2

Dr. Bengawan Alfaresi, S.T ., M.T., IPM

NIDN: 0205118504

Menyetujui

Dekan Fakultas Teknik

Ir. A. Junaidi, M.T

NIDN: 0202026502

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Feby Ardianto, S.T., M,Cs

NIDN: 0207038101

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Palembang, 10 April 2025

Yang membuat Pernyatan



M. Syaifullah

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "ANALISIS EFISIENSI BOILER DARI OUTPUT GENERATOR DI PLTU BUKIT ASAM DENGAN MENGGUNAKAN METODE LANGSUNG (DIRECT METHOD)" yang disusun guna untuk syarat mendapatkan gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Pada kesempatan ini penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada,

- Bapak Muhammad Hurairah, S.T .,M.T, selaku Pembimbing I
- Ibu Sofiah, S.T ., M.T, selaku Pembimbing II dan tak lupa penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesarbesarnya kepada,

1. Bapak Prof. Dr. Abid Djazuli, S.E., M.M, selaku Rektor Universitas Muhummadiyah Palembang.
2. Bapak Ir. A. Juaidi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
3. Bapak Dr, Feby Ardianto, S.T., M.Cs, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
4. Bapak Muhammad Hurairah, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
5. Bapak dan Ibu Staf Dosen pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
6. Bapak dan Ibu Staf Tata Usaha Fukultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.
7. Kepada orang tua dan kakak-kakak saya yang telah mendoakan.

8. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Palembang.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, baik seacara moral maupun material, dalam penyusun skripsi ini. Semoga segala bentuk kebaikan yang diberikan mendaptkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun dari para pembaca akan diterima dengan penuh rasa Syukur. Harapan penulis, semoga karya ini dapat memberikan manfaat, khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi pembaca.

Palembang, 12 April 2025

M,.syaifullah

ABSTRAK

Efisiensi boiler merupakan faktor penting yang memengaruhi kinerja dan keandalan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), karena berhubungan langsung dengan konsumsi bahan bakar dan daya listrik yang dihasilkan. Penurunan efisiensi boiler dapat menyebabkan pemborosan energi serta meningkatnya biaya operasional pembangkit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi boiler dari output generator di PLTU Bukit Asam serta mengevaluasi efisiensi turbin, generator, dan efisiensi total sistem pembangkit. Metode yang digunakan adalah metode langsung (direct method) dengan memanfaatkan data operasional aktual yang diperoleh dari ruang kendali (control room), meliputi laju aliran uap, konsumsi batubara, nilai kalor bahan bakar, serta daya keluaran generator. Hasil penelitian menunjukkan bahwa energi kimia bahan bakar yang masuk ke boiler sebesar 145,7 MW menghasilkan energi termal uap sebesar 92,99 MW, dengan efisiensi turbin sekitar 69% dan efisiensi generator sebesar 88%. Daya listrik keluaran generator yang dihasilkan sebesar 56,46 MW dengan efisiensi total sistem pembangkit sebesar 38,74%, yang menunjukkan bahwa kinerja PLTU Bukit Asam masih berada dalam kisaran efisiensi yang wajar untuk pembangkit listrik tenaga uap berbahan bakar batubara.

Kata kunci:Efisiensi boiler, Efisiensi Generator, Turbin, generator, coal fuel, plant efficiency.

ABSTRACT

Boiler efficiency is an important factor that affects the performance and reliability of a Steam Power Plant (PLTU), as it is directly related to fuel consumption and the electricity generated. A decrease in boiler efficiency can lead to energy waste and increased operational costs of the plant. Therefore, this study aims to analyze the boiler efficiency based on the generator output at the Bukit Asam PLTU and evaluate the efficiency of the turbines, generators, and the overall system efficiency of the plant. The method used is the direct method, utilizing actual operational data obtained from the control room, including steam flow rate, coal consumption, fuel calorific value, and generator output power. The research results indicate that the chemical energy of the fuel entering the boiler of 145.7 MW produces steam thermal energy of 92.99 MW, with a turbine efficiency of about 69% and a generator efficiency of 88%. The electrical power output of the generator produced is 56.46 MW, with an overall power plant system efficiency of 38.74%, showing that the performance of the Bukit Asam Coal-Fired Power Plant is still within a reasonable efficiency range for coal-fired steam power plants.

Keywords: Boiler efficiency, Generator efficiency, Turbine, generator, coal fuel, plant efficiency

DAFTAR ISI

HALAMAN……..……i
HALAMAN PENGESAN…….……...…ii
KATA PENGANTAR iii
ABSTRAK..... vi
DAFTAR ISI..... viii
DAFTAR TABEL xi
BAB 1 1
PENDAHULUAN 1
1.1 Latar belakang 1
1.2. Tujuan Penelitian 2
1.3. Batasan Masalah 3
1.4. Sistematika Penulisan 3
BAB 2 5
TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1. Boiler 5
2.2. Komponen Utama Boiler 6
2.3. Prinsip Kerja Boiler 13
2.4. Efisiensi Boiler 15
2.5. Metode Pengukuran Efisiensi Boiler Dari Output Generator 16
Keterangan: 17
2.6. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Boiler 17
2.7. Perhitungan Dari Output Generator ke boiler 20
BAB 3 21
METODE PENELITIAN 21
3.1. Lokasi Penelitian 21
3.2. Diagram Alir Penelitian 21
3.3. Alat dan Bahan 22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN 24

4.1. Spesifikasi Boiler.....24
4.2. Data Konsumsi Bahan Bakar.....25
4.3. Perhitungan Efesiensi Turbin.....27
4.4. Generator 28
4.5. Perhitungan Efisiensi Boiler Dari Output Generator.....29
BAB 5 34
KESIMPULAN DAN SARAN 34
5.1. Kesimpulan.....34
5.2. Saran 34
DAFTAR PUSTAKA.....36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 . 2 Drum Ketel 15
Gambar 2 . 3 Furnace 15
Gambar 2 . 4 Superheater 8
Gambar 2 . 5 Airheater 9
Gambar 2 . 6 Econimzer 19
Gambar 2 . 7 Sight Glass 20
Gambar 2 . 8 Safety Valve 20
Gambar 2 . 9 Pengaturan Pembuangan Gas Bekas 21
Gambar3.1LokasiPenelitian……...32

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 DataParameter yang Diukur.....27
Tabel4.2 Data Konsumsi bahanbakar.....28
Tabel4.3 Data Operasional Pembangkit.....30
Tabel4.4 Nilai Gross Load dan Net Load.....32
Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan…….....34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pertumbuhan kebutuhan daya kebutuhan dan kapasitas kelistrikan di Indonesia terus mengalami perkembangan yang signifikan seiring meningkatnya permintaan energi yang signifikan, seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, berkembangnya sektor industri, serta peningkatan pembangunan infrastruktur. Dalam upaya memenuhi kebutuhan tersebut, unit pembangkit listrik yang memanfaatkan energi termal dari uap air masih menjadi penyumbang daya listrik terbesar di dalam negeri, karena efisiensinya dalam memproduksi daya dalam Kapasitas besar secara berkelanjutan serta relatif stabil (Prabowo Pasaribu, Tharo, & Siagian, 2024).

Salah satu komponen utama dari PLTU adalah boiler, yaitu instrumen yang digunakan untuk mengubah air diuapkan dengan memanfaatkan bantuan panas dari proses reaksi oksidasi bahan bakar.Uap tersebut diarahkan untuk menghasilkan Gerak putar pada turbin dan memproduksi daya listrik. Efisiensi boiler sangat menentukan kinerja keseluruhan PLTU karena berkaitan langsung dengan konsumsi bahan bakar dan energi output yang dihasilkan. Jika efisiensi boiler rendah, maka akan terjadi pemborosan energi dan biaya operasional yang tinggi, serta peningkatan emisi gas buang ke lingkungan (Wulandari, Sipahutar, & Bizzy, 2023)

PLTU Bukit Asam yang terletak di Sumatera Selatan merupakan salah satu PLTU strategis yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar utama. Batubara merupakan potensi alam yang melimpah di area tersebut dan pemanfaatannya secara optimal diharapkan dapat memberikan kontribusi besar terhadap ketahanan energi nasional. Namun demikian, penggunaan batubara juga menimbulkan tantangan tersendiri terutama dalam hal efisiensi pembakaran dan dampak lingkungan. Salah satu cara untuk memastikan bahwa proses pembakaran berjalan secara efisien adalah dengan melakukan evaluasi terhadap performa boiler secara berkala.

Metode konvensial yang kerap dimanfaatkan untuk mengevaluasi efisiensi dari suatu boiler umumunya dianalisis menggunakan metode langsung Metode ini menilai efisiensi dengan membandingkan jumlah energi yang diserap oleh fluida kerja (dalam hal ini air
yang menjadi uap) terhadap jumlah energi yang tersedia dari bahan bakar yang dibakar (Habibuddin, Anshar, & Firman, 2024). Metode ini bersifat sederhana dan cepat, serta sangat cocok digunakan dalam kondisi operasional harian untuk pemantauan performa boiler secara umum. Meskipun tidak sedetail metode tidak langsung dalam mengidentifikasi sumber kerugian energi, metode langsung tetap sangat berguna dalam memberikan gambaran awal efisiensi sistem (Wayan Joniarta, Ridho Al Buhori, & Wijana, 2024).

Berbagai penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa efisiensi boiler pada PLTU di Indonesia masih bervariasi, dan sering kali belum mencapai nilai optimal akibat berbagai faktor seperti jenis bahan bakar, kondisi pembakaran, serta desain dan pemeliharaan peralatan (Wulandari, Sipahutar, & Bizzy, 2023). Hal tersebut mendorong perlunya analisis lebih rinci terkait performa boiler khususnya pada PLTU Tanjung Enim. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kuantitatif tentang efisiensi boiler yang ada saat ini, serta membuka peluang perbaikan dan optimasi di masa mendatang.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini di lakukan dengan maksud dan tujuan sebagai berikut:

1. Menentukan nilai efisiensi boiler dari output generator di PLTU Bukit Asam dengan menggunakan metode direct.
2. Mengetahui efisiensi dari pembangkit boiler, turbin dan generator serta menghitung nilai seluruh pembangkit.
3. Memberikan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi boiler berdasarkan hasil analisis.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat batasan-batasan yang dibahas dalam peneltian agar peneliti dapat terpusatkan pada permasalahan yang ada, berikut merupakan batasan masalah dalam penelitian:

1. Lokasi Penelitian: Penelitian ini hanya dilakukan di PLTU Bukit Asam, Sumatera Selatan, yang menggunakan boiler sebagai salah satu komponen utama dalam sistem pembangkit listrik tenaga uap.
2. Metode Pengukuran: Penelitian ini hanya menggunakan metode direct (langsung) untuk mengukur efisiensi boiler dari output generator, yang berarti penelitian ini tidak mencakup penggunaan metode indirect (tidak langsung) atau metode pengukuran lainnya.
3. Jenis Boiler; Fokus pada jenis boiler yang digunakan di PLTU Bukit Asam, dengan asumsi bahwa semua boiler yang diteliti memiliki karakteristik yang serupa dalam hal desain dan operasional.

1.4. Sistematika Penulisan

Penyusunan skripsi ini dibagi ke dalam beberapa bab, di mana setiap bab memuat pembahasan sesuai dengan topik dan tujuan penelitian :

BAB 1 PENDAHULUAN

Isi bab ini mencakup penjabaran latar belakang, rumusan masalah, Batasan kajian sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori yang menjadi acuan dalam pembahasan, mencakup penjelasan mengenai prinsip kerja komponen pendukung serta karakteristik dari masing-masing komponen tersebut.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini memaparkan lokasi dan waktu pelaksanaan penelitian, tahapan yang diterapkan selama proses penelitian, peralatan dan bahan yang digunakan, serta diagram alir kerja alat mulai dari tahap awal hingga selesai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini disajikan hasil dari penelitian yang diperoleh dari efisensi boiler dari output generator, meliputi data-data seperti batubara, turbin, generator. Pembahasan dilakukan secaranaratif berdasarkan table dan hasil perhitungan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir berisi Kesimpulan dari hasil yang telah dilakukan selama penelitian serta saran-saran yang dapat dijadikan refrensi untuk pengembangan terhadap boiler.