

# Persentase perbandingan bahan bakar campuran cangkang dan *fiber* kelapa sawit terhadap unjuk kerja boiler di PKS PTPN V sei galuh

Sri Andriansyah, Rafil Arizona

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau  
Jalan Kaharuddin Nasution No.113, Mapoyan, Pekanbaru, Riau 28284  
Email korespondensi: sriandriansyah@student.uir.ac.id

## Abstrak

Kajian ini membahas mengenai persentase perbandingan campuran bahan bakar *fiber* dan cangkang sawit dengan memiliki beberapa persentase yang berbeda-beda, sehingga didapatlah hasil persentase bahan bakar pada unjuk kerja boiler yang paling baik. Dalam hal ini, nilai kalori bahan bakar sangat berperan penting dalam menentukan efisiensi boiler, di mana semakin tinggi nilai kalori, maka semakin sedikit bahan bakar yang digunakan. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap unjuk kerja boiler, serta lebih ekonomis dalam penghematan bahan bakar. Pengambilan data boiler di PKS PTPN V Sei Galuh, berupa komposisi bahan bakar serta parameter satuan boiler didapat menggunakan software *water and steam properties* yang selanjutnya dilakukan pengambilan data dalam mencari persentase bahan bakar boiler yang paling baik. Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil yang paling baik pada persentase bahan bakar *fiber* 75% dan cangkang sawit 25% dengan efisiensi 86%, konsumsi bahan bakar sebesar 759 kg/jam, kapasitas boiler sebesar 40.091,8 kg/jam, konsumsi udara pembakaran sebesar 8.500,401 kg.udara/kg.bahan bakar, dan panas yang dihasilkan sebesar 23.213.235,24 kkal/jam atau  $23,21 \times 10^6$ . Dengan hasil kajian ini, maka boiler dapat menghasilkan energi listrik sebesar  $\pm 1$  Megawatt dengan kebutuhan listrik untuk menjalankan seluruh kinerja mesin selama satu hari sebesar  $\pm 0,8$  Megawatt.

**Kata kunci:** *fiber*, cangkang sawit, boiler, kalori, komposisi bahan bakar, parameter satuan boiler.

## Abstract

This study discusses the percentage comparison of *fiber* and palm shell fuel mixtures by having several different percentages, so that the best percentage of fuel for boiler performance is obtained. In this case the calorific value of the fuel plays an important role in determining the efficiency of the boiler, where the higher the calorific value, the less fuel is used. So that it greatly affects the performance of the boiler and is more economical in saving fuel. Retrieval of boiler data at PKS PTPN V Sei Galuh. In the form of fuel composition and boiler unit parameters obtained using *water and steam properties* software which is then carried out research to find the best percentage of boiler fuel. Based on the results of the research that has been done, the best results are obtained at the percentage of 75% *fiber* fuel and 25% palm shell with 86% efficiency, fuel consumption of 759 kg/hour, boiler capacity of 40.091,8 kg/hour, consumption combustion air of 8.500,401 kg.air/kg.fuel, and the heat generated is 23.213.235,24 kcal/hour or  $23,21 \times 10^6$  kcal/hour. With the results of this study, the boiler can produce electrical energy of  $\pm 1$  Megawatt with electricity requirements to run the entire performance of the machine for one day of  $\pm 0,8$  Megawatts.

**Keywords:** *fiber*, palm shell, boiler, calories, fuel composition, boiler unit parameters.

## 1. Pendahuluan

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan yang menjadi andalan Indonesia saat ini untuk mendatangkan devisa negara. Sejalan dengan semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, maka akan terjadi pula peningkatan volume limbahnya, baik berupa limbah padat maupun limbah cair [1]. Limbah padat kelapa sawit dapat berupa tandan kosong, cangkang kelapa sawit, dan *fiber* (serabut), sedangkan limbah cairnya berupa bahan-bahan organik dengan kadar yang tinggi [2].

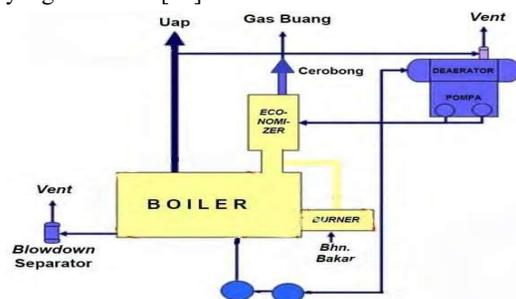
Kemajuan teknologi dan industri proses produksi disusul dengan perkembangan zaman saat ini. Ketel uap, hampir sekitar 80% perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang sektor pertambangan dan

perminyakan tetap dominan menggunakannya, dikarenakan tidak jarang dipergunakan dalam mesin untuk memproduksi bahan industri langsung maupun tidak langsung [3]. Ketel uap sendiri merupakan wadah terkunci sangat rapat, di mana kalor dari hasil pembakaran dialirkan ke air hingga terbentuknya suatu uap panas (*steam*). Cangkang sawit dan *fiber* kelapa sawit merupakan salah satu jenis bahan bakar padat yang digunakan pada boiler. Bahan bakar *fiber* adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti serabut [4]. Serabut terdapat di bagian kedua di buah kelapa sawit setelah cangkang buah kelapa sawit. Sedangkan bahan bakar cangkang adalah bahan bakar padat yang berbentuk seperti batok kelapa yang terpecah-pecah. Dapat diketahui bahwa syarat bahan

bakar *boiler* haruslah memiliki nilai panas yang cukup untuk mengubah air menjadi uap [5].

PT Perkebunan Nusantara V merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) perkebunan sawit yang didirikan tanggal 11 Maret 1996 sebagai hasil konsolidasi kebun pengembangan PTP II, PTP IV, PTP V di Provinsi Riau, secara efektif perusahaan mulai beroperasi sejak tanggal 9 April 1996 dengan kantor pusat di Pekanbaru. PT Perkebunan Nusantara V Sei Galuh terletak di Kecamatan Sei Galuh, Kabupaten Kampar, Riau. Karena mesin sudah beroperasi cukup lama, tetapi belum pernah dilakukan kajian tentang persentase perbandingan bahan bakar cangkang dan *fiber* terhadap unjuk kerja *boiler* [6].

*Boiler* atau ketel uap merupakan bejana tertutup di mana panas pembakaran dialirkan ke air sampai berbentuk air panas atau *steam* berupa energi kerja [7]-[9]. Proses perubahan air menjadi uap terjadi dengan memanaskan air yang berada di dalam pipa-pipa dengan memanfaatkan panas dari hasil pembakaran bahan bakar. Pembakaran dilakukan secara kontinu di dalam ruang bakar dengan mengalirkan bahan bakar dan udara dari luar [10],[11]. Uap yang dihasilkan *boiler* adalah uap *superheat* dengan tekanan dan suhu yang tinggi. Jumlah produksi uap tergantung pada luas permukaan pemindahan panas, laju aliran, dan panas pembakaran yang diberikan [12].



Gambar 1. Skematis instalasi kelengkapan standar boiler [8].

*Fiber* (Gambar 2) adalah limbah sawit yang dihasilkan dari hasil pengolahan pemerasan buah sawit pada saat proses kempa (*press*) yang berbentuk pendek seperti benang dan berwarna kuning kecokelatan. Setiap pengolahan 1 ton TBS menghasilkan 120 kg atau 12% dari hasil pengolahan per ton. *Fiber* dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk *boiler* dan mempunyai nilai kalor sekitar 2.637 kkal/kg-3.998 kkal/kg. Kajian tentang nilai kalor *fiber* sebesar 3872 kkal/kg telah dilakukan [13]. Kajian mengenai pemanfaatan limbah padat dari perkebunan kelapa sawit telah dilakukan, didapatkan nilai kalor *fiber* sebesar 3.500 kkal/kg [14].



Gambar 2. Fiber kelapa sawit [14].

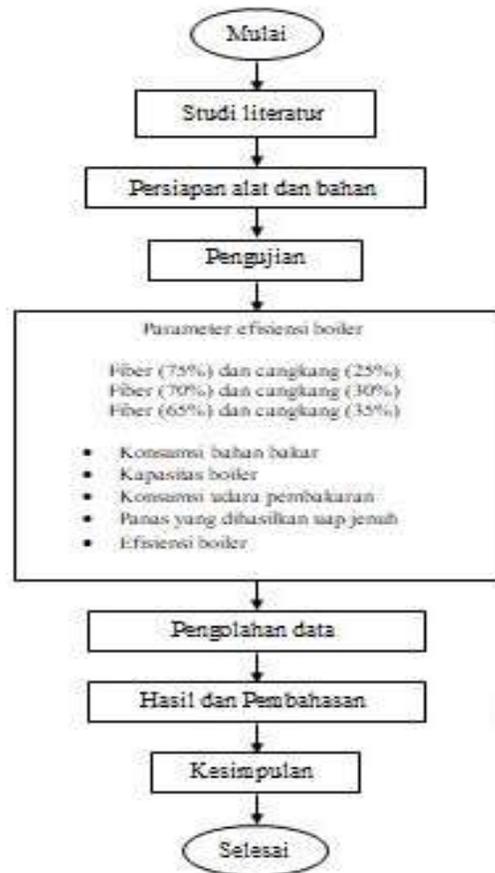
Cangkang merupakan limbah yang dihasilkan dari proses pemrosesan kernel inti sawit dengan bentuk seperti tempurung kelapa, namun berbentuk kecil. Setiap pengolahan 1 ton TBS menghasilkan 50 kg atau 5% dari hasil pengolahan per ton dan cangkang mempunyai nilai kalor 3.500 kkal/kg-4.100 kkal/kg. Kajian tentang analisis nilai kalor cangkang kelapa sawit telah dilakukan, didapatkan nilai kalor 4.580 kkal/kg [15]. Kajian mengenai pemanfaatan limbah padat dari perkebunan kelapa sawit telah dilakukan, didapatkan nilai kalor cangkang sebesar 4.115 kkal/kg [15]. Cangkang adalah sejenis bahan bakar padat yang berwarna hitam berbentuk seperti batok kelapa agak bulat, terdapat pada bagian dalam buah kelapa sawit yang diselubungi oleh serabut.



Gambar 3. Cangkang kelapa sawit [15].

## 2. Metode

Diagram alir kajian ditunjukkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Diagram alir.

Lakukan pengisian air umpan (*feed water*) ke *boiler* begitu juga dengan ventilasi udara dan sistemnya. Pastikan *feed water level gauge* dan *pressure gauges* bekerja dengan normal, cek sistem pipa dari kebocoran. Lakukan pengecekan level air *boiler*.

Buka semua kran sistem bahan bakar. Pastikan sistem ventilasi udara dan bahan bakar siap dioperasikan, cek sistem bahan bakar dari kebocoran. Pastikan pompa bahan bakar dan sistem udara pembakaran berjalan normal.

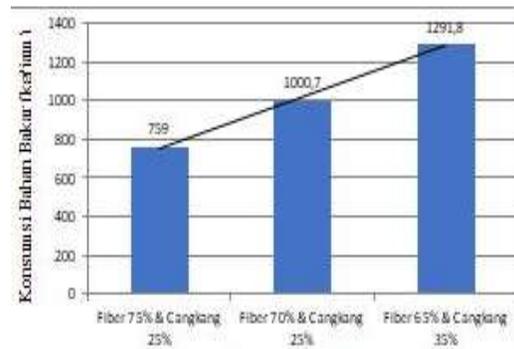
Lakukan pemeriksaan saat pembakaran terjadi. Lakukan pengecekan warna, tingkat pengabutan, dan stabilitas penyalan pembakaran. Jika terjadi masalah, segera hentikan pembakaran dan cek tekanan serta suhu minyak. Periksa sistem dari kebocoran.

Lakukan *blow down* sesuai dengan prosedur hasil pemeriksaan air umpan *boiler* di laboratorium. Bila hasil pemeriksaan *total solid* tinggi, maka dilakukan *blow down* setiap 2 jam sekali (atau sesuai dengan aturan masing-masing pabrikan pembuat). Lakukan *drain* gelas penduga (*level glass*) minimum 2 jam sekali atau sesuai dengan aturan pada masing-masing manual yang ada. Tulis kondisi operasi *boiler* pada *log sheet* yang disediakan setiap jam. Lakukan pengaturan-pengaturan operasi dengan *setting* sesuai

yang dikehendaki, sehingga operasi dapat berlangsung dengan efisiensi yang maksimum. Mulai pengambilan data pada alat ukur BM Fixed Grate Water Tube Boiler.

### 3. Hasil dan Pembahasan

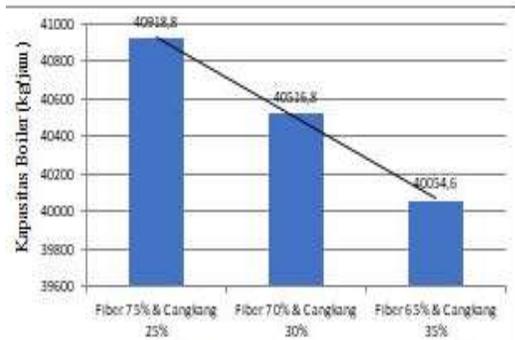
Dari Gambar 5 di bawah ini, dapat dilihat bahwa semakin kecil persentase campuran bahan bakar *fiber* atau semakin besar campuran bahan bakar cangkang, maka konsumsi bahan bakarnya semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena adanya suatu perbedaan dari entalpi uap *superheater* ( $h_s$ ) dan nilai kalor rendah (LHV) yaitu semakin dominannya persentase penggunaan bahan bakar *fiber* yang digunakan dalam proses pembakaran, maka nilai entalpi uap *superheater* ( $h_s$ ) dan nilai kalor rendah (LHV) yang dihasilkan akan semakin meningkat, sehingga persentase bahan bakar pada proses pembakaran lebih penting daripada hanya sekedar banyaknya (berat) dari suatu bahan bakar pembakaran. Oleh sebab itu, konsumsi bahan bakar *fiber* dan cangkang dengan persentase 75% dan 25% mampu menghasilkan kalor yang lebih tinggi daripada persentase bahan bakar *fiber* dan cangkang yakni 70% dan 30%, serta 65% dan 35%. Akan tetapi, persentase bahan bakar 75% dan 25% memiliki durasi waktu pembakaran yang singkat yaitu  $\pm 35$  menit, sedangkan pada persentase 70% dan 30% memiliki durasi waktu pembakaran  $\pm 50$  menit, serta 65% dan 35% memiliki durasi waktu pembakaran  $\pm 70$  menit.



Gambar 5. Grafik persentase campuran bahan bakar *fiber* dan cangkang terhadap konsumsi bahan bakar.

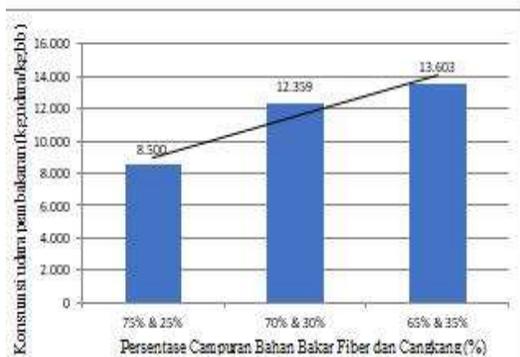
Dari Gambar 6 di bawah ini, dapat dilihat bahwa semakin kecil persentase campuran bahan bakar *fiber*, maka kapasitas *boiler* akan semakin menurun. Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan pada konsumsi bahan bakar ( $W_f$ ) dan perbedaan pada nilai kalor rendah (LHV) yaitu semakin banyak pemasukan bahan bakar yang masuk ke dalam *boiler*, sehingga pada proses pemasukan bahan bakar yang terjadi kurang dari 1 jam dalam proses pembakarannya akan semakin lebih besar nilai kalor rendah (LHV) yang dihasilkan, sehingga berdampak pada naiknya kapasitas *boiler*. Oleh sebab itu, hasil persentase *fiber* 75% dan 25% mampu menghasilkan kapasitas *boiler* yang lebih tinggi daripada persentase bahan bakar

fiber 70% dan cangkang 30%. Akan tetapi, durasi dari setiap kapasitas boiler yang dihasilkan akan sangat bergantung (sejalan) dengan lamanya paruh waktu yang dimiliki pada proses pembakaran dari setiap persentase bahan bakarnya.



Gambar 6. Grafik persentase campuran bahan bakar fiber dan cangkang terhadap kapasitas boiler.

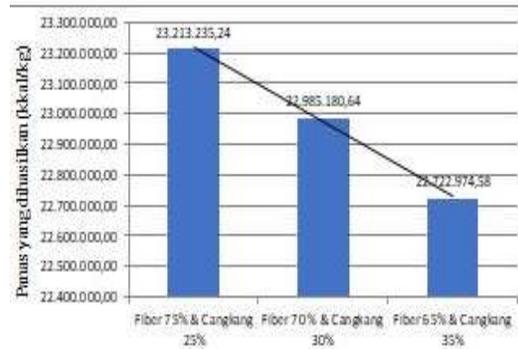
Dari Gambar 7 di bawah ini, dapat dilihat bahwa semakin kecil persentase campuran bahan bakar fiber, maka konsumsi udara pembakaran akan semakin meningkat. Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan pada nilai komposisi bahan bakar cangkang yang semakin meningkat serta sejalanannya dengan peningkatan konsumsi bahan bakar ( $W_f$ ), sehingga bahan bakar cangkang sebagai bahan bakar pendukung tidak dapat menghasilkan energi kalor yang cukup besar seperti halnya bahan bakar fiber yang mudah terbakar layaknya bahan bakar cair/gas. Oleh karena itu, kebutuhan udara pembakaran akan semakin besar jika persentase bahan bakar cangkang semakin meningkat agar mendukung proses pembakaran bahan bakar cangkang untuk mendapatkan energi kalor yang sesuai dengan kebutuhan kinerja boiler. Oleh sebab itu, pada hasil persentase fiber 75% dan cangkang 25% membutuhkan konsumsi udara pembakaran tidak sebanyak persentase fiber 70% dan 30%, serta fiber 65% dan cangkang 35%.



Gambar 7. Grafik persentase campuran bahan bakar fiber dan cangkang terhadap konsumsi udara pembakaran.

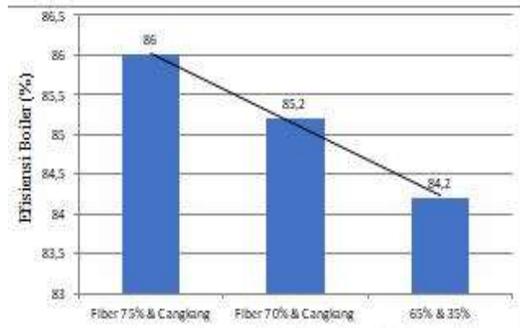
Dari Gambar 8 di bawah ini, dapat dilihat bahwa semakin kecil persentase campuran bahan bakar fiber, maka panas yang dihasilkan boiler ( $Q$ ) semakin

menurun. Hal tersebut terjadi karena adanya perbedaan nilai kapasitas boiler yang dihasilkan. Dengan adanya perbedaan nilai kapasitas boiler yang dihasilkan dikarenakan variasi campuran bahan bakar fiber dan cangkang yang digunakan, sehingga berdampak signifikan terhadap energi panas yang dihasilkan ( $Q$ ). Dengan demikian, semakin besar persentase bahan bakar fiber yang digunakan, akan semakin meningkatkan energi panas yang dihasilkan. Oleh sebab itu, konsumsi bahan bakar fiber dan cangkang dengan persentase 75% dan 25% mampu menghasilkan panas yang dihasilkan ( $Q$ ) yang lebih tinggi daripada persentase bahan bakar fiber dan cangkang 70% dan 30%, serta 65% dan 35%.



Gambar 8. Grafik persentase campuran bahan bakar fiber dan cangkang terhadap panas yang dihasilkan ( $Q$ ).

Dari Gambar 9 di bawah ini, dapat dilihat bahwa semakin kecil persentase campuran bahan bakar fiber atau semakin besar campuran bahan bakar cangkang, maka efisiensi boiler yang dihasilkan akan semakin menurun. Hal tersebut terjadi karena adanya suatu perbedaan dari hasil kapasitas boiler, konsumsi bahan bakar, dan nilai kalor rendah (LHV) yaitu semakin besar nilai dari kapasitas boiler dan nilai kalor rendah (LHV) yang mengacu pada konsumsi bahan bakar dengan semakin meningkatnya persentase penggunaan bahan bakar fiber yang dapat mudah menghasilkan energi kalor dalam suatu proses pembakaran akan berdampak signifikan pada naiknya nilai efisiensi boiler yang dihasilkan. Oleh sebab itu, konsumsi bahan bakar fiber dan cangkang dengan persentase fiber 75% dan cangkang 25% mampu menghasilkan efisiensi boiler yang lebih tinggi daripada persentas bahan bakar fiber 70% dan cangkang 30%, serta fiber 65% dan cangkang 35%. Dengan demikian hasil efisiensi yang diperoleh boiler dapat menghasilkan energi listrik untuk kebutuhan seluruh kinerja mesin sebanyak  $\pm 1$  megawatt = 1.000.000 watt. Sedangkan energi listrik yang dibutuhkan dalam menjalankan seluruh operasional kinerja mesin di PKS PTPN V Sei Galuh sebanyak  $\pm 0,8$  megawatt = 800.000 watt.



**Gambar 9.** Grafik persentase campuran bahan bakar fiber dan cangkang terhadap efisiensi boiler.

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil campuran bahan bakar *fiber* dan cangkang sawit yang memiliki unjuk kerja *boiler* yang paling baik adalah pada persentase bahan bakar *fiber* 75% dan cangkang 25%, di mana diperoleh nilai efisiensi tertinggi sebesar 86%. Dengan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 759 kg/jam, nilai kapasitas *boiler* tertinggi sebesar 40.918,8 kg/jam, nilai konsumsi udara pembakaran terendah sebesar 8.500,401 kg.udara/kg.bahan bakar, dan nilai panas yang dihasilkan tertinggi sebesar 23.213.235,24 kkal/jam /  $23,21 \times 10^6$  kkal/jam. Dengan itu dari hasil kajian variasi campuran bahan bakar *boiler* dengan persentase *fiber* 75% dan cangkang 25% mendapatkan hasil unjuk kerja *boiler* yang paling baik.

#### Daftar Pustaka

- [1] Abdul Latif. (2022). Analysis of the Work Performance of the Sterilizer of Crude Palm Oil Jenis-Jenis Sterilizer. 6(1), 39–50.
- [2] Asmudi. (2022). Analisa Unjuk Kerja Boiler Terhadap penurunan Daya pada PLTU.PT Indonesia Power UBP Perak.
- [3] Fachrul Aldi. (2022). Analisis Kapasitas Air Terhadap Produksi Uap dan Konsumsi Bahan Bakar pada Mini Boiler Tipe Pipa Api.
- [4] Fitriyan, 2022. (2022). Nilai Overall Equipment Effectiveness Pada Boiler Babcock SFB 40 di PT. X.
- [5] Ginanjar, T. (2020). Analisa Kebutuhan Bahan Bakar Boiler Dengan Melakukan Uji Kalori Pada Pabrik Kelapa Sawit Pt. Sentosa Prima Agro. Jurnal mahasiswaproditeknikmesin. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jtm/article/view/36930>.
- [6] Hafiz. (2020). Tugas Akhir Tugas Akhir. Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201, 2(1), 41–49.
- [7] Irfan. (2022). Analisa Potensi Pemanfaatan Sampah Anorganik Menjadi Energi Listrik.
- [8] Khalid, M. (2021). SKRIPSI Oleh : ANDA LESMANA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MEDAN AREA MEDAN SKRIPSI Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area Oleh : ANDA LESMANA FAKULTAS TEKNIK MED.
- [9] Nasikin. (2021). Analisa Pengaruh Nilai Kalor Bahan Bakar Fibre Dan Cangkang Terhadap Efisiensi Boiler Pipa Air. Nasikin, 2013–2015.
- [10] Redha Miadi, 2022. (2022). 3 Tahun Availability Kinerja Boiler Pada PKS Sumatera Makmur Lestari Sei Pejangki kab. Inhu Riau.
- [11] Rijal, S. (2022). Analisa Kehilangan Panas Pada Boiler Type Sfw 7000 Di Pt . Socfindo Kebun Seunagan. 7, 129–136.
- [12] Rizal Dwi. (2022). Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang Oleh Rizal Dwi Priyantoro Program Studi Teknika Diploma IV.
- [13] Safri Gunawan, 2022. (2022). Analisa Perbandingan Kinerja Boiler Tanpa dan Dengan Menggunakan Glasswool sebagai Isolator Comparison Analysis of Boiler Performance Without and With Glasswool as Isolator menjadi uap bertekanan tinggi . Temperatur air boiler berkisar antara 250-300 o F ni. 6(2), 208–215. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v6i2.7396>.
- [14] Siswanto, 2022. (2022). Analisis Efisiensi Water Tube Boiler Berbahan Bakar Fiber Dan Cangkang Sawit di PT Dhamasraya Palma Sejahtera. 5(2), 46–51. <https://doi.org/10.33087/jepca.v5i2.74>
- [15] Suwandi. (2022). Analisa Unjuk Kerja Boiler Kapasitas 45 Ton Uap/Jam di PT.Rohul Sawit Industri.