



# Analisa Variasi Pembukaan Dumper Pada *Primary* dan *Secondary Air Fan* Terhadap Pembakaran *Black Liquor* Pada *Recovery Boiler* PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* Tbk.

Denny Achly F<sup>1</sup>, Eddy Elfiano<sup>1,\*</sup>, Purwo Subekti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Islam Riau  
Jl. Kaharuddin Nst No.113,  
Simpang Tiga, Kec. Bukit Raya,  
Kota Pekanbaru, Riau 28284  
[eddy\\_elfiano@eng.uir.ac.id](mailto:eddy_elfiano@eng.uir.ac.id)

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Pasir Penaraian  
Jl. Tuanku Tambusai, Rambah,  
Kec. Rambah Hilir, Kabupaten  
Rokan Hulu, Riau 28558

## ABSTRAK

*Primary air fan* berfungsi untuk mengontrol seberapa banyak udara yang akan masuk ke dalam runag *furnace*. *Secondary air fan* berfungsi untuk menekan udara masuk ke dalam *furnace* untuk membantu proses pembakaran *black liquor* di dalam *furnace*. *Dumper* berfungsi untuk menciptakan aliran udara dari lingkungan luar yang akan digunakan untuk membantu proses pembakaran *black liquor* yang terjadi di dalam *furnace* sekaligus mengontrol seberapa banyak udara yang dibutuhkan dalam proses pembakaran *black liquor*. *Black liquor* merupakan limbah industri yang di manfaatkan dengan mencampurkan dengan senyawa kimia seperti garam sodium, 50% lignin, NaOH dan Na<sub>2</sub>S. Nilai kalor adalah jumlah energi panas yang terdapat didalam suatu bahan bakar dan di tentukan oleh pembakaran sempurna dengan jumlah tertentu pada tekanan konstan dan dalam kondisi normal. Penelitian ini dilakukan di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* Tbk dengan tujuan penelitian melihat kualitas *smelting* dan bentuk *charbed* pada *black liquor* di dalam *furnace*. Nilai dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai *flow* dan pembukaan dumper dapat mempengaruhi kualitas dan bentuk dari hasil pembakaran *black liquor*. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh *flow* dan pembukaan dumper pada proses pembakaran *black liquor* dapat mempengaruhi kualitas *smelt* dan bentuk *charbed* pada *black liquor* dan selalu melakukan perawatan preventive.

**Kata kunci:** *Black Liquor*; NaOH; Na<sub>2</sub>S; Sodium; *Recovery Boiler*.

## ABSTRACT

*The primary air fan functions to control how much air will enter the furnace room. The secondary air fan functions to press air into the furnace to help the black liquor combustion process in the furnace. The dumper functions to create air flow from the outside environment that will be used to help the black liquor combustion process that occurs in the furnace while controlling how much air is needed in the black liquor combustion process. Black liquor is industrial waste that is utilized by mixing it with chemical compounds such as sodium salt, 50% lignin, NaOH and Na<sub>2</sub>S. The calorific value is the amount of heat energy contained in a fuel and is determined by perfect combustion with a certain amount at constant pressure and under normal conditions. This research was conducted at PT. Indah Kiat Pulp & Paper Tbk with the aim of research to see the quality of smelting and the shape of the charbed in the black liquor in the furnace. The value of the research results can be concluded that the flow value and dumper opening can affect the quality and shape of the black liquor combustion results. It can be concluded that the influence of flow and dumper opening on the black liquor combustion process can affect the quality of smelt and the shape of the charbed in the black liquor and always carry out preventive maintenance.*

**Keywords:** *Black Liquor*; NaOH; Na<sub>2</sub>S; Sodium; *Recovery Boiler*.

Corresponding Author:  
✉ Eddy Elfiano  
Accepted on: 2025-06-16

## 1. PENDAHULUAN

Semakin tingginya tingkat persaingan di dunia industri mengharuskan suatu perusahaan untuk lebih meningkatkan efisiensi kegiatan operasinya. Salah satu hal yang mendukung kelancaran kegiatan operasi pada suatu perusahaan adalah kesiapan mesin-mesin produksi dalam melaksanakan fungsinya khususnya pada mesin boiler. *Boiler* merupakan suatu peralatan yang dapat *supply* kebutuhan energi yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik di area perusahaan. *Boiler* merupakan salah satu diantara stasiun yang sering mengalami masalah sehingga diperlukan pemeliharaan yang lebih intensif untuk menjaga performansinya agar selalu bisa bekerja sesuai dengan yang diinginkan (Kusuma dkk, 2013).

*Black Liquor* merupakan produk sampingan industri *pulp and paper* pada proses *kraft*. Proses ini menggunakan metode kimia, Dengan larutan NaOH dan Na<sub>2</sub>S mencerna kayu yang menghasilkan serat *pulp* sebagai bahan pembuatan kertas. Bentuk dari produk sampingan ini adalah air, 50% lignin, Garam-garam sodium serta bahan anorganik lain yang memisahkan diri dari *pulp*. Produksi listrik, Pengeringan *pulp and paper* dalam industri ini memanfaatkan uap dari bahan alkali yang terjadi selama proses *recovered* kimia. Sebagai sumber energi utama dalam industri *pulp and paper*, Terdapat proses gasifikasi *black liquor*. Proses ini menghasilkan gas sintesis yang nantinya menghasilkan berbagai produk energi seperti listrik, gas alam sintetik. Juga hidrogen, metanol, diesel sintetik.

Para peneliti terdahulu juga menganggap *Black liquor* memiliki potensi untuk menggantikan sistem *recovery black liquor konvensional* dengan *recovery boiler*. *Recovery boiler* memulihkan kembali bahan kimia melalui oksidasi *black liquor* dimana Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tereduksi dapat menghasilkan panas yang menjadikannya produk energi. Alternatif ini menggunakan perangkat lunak Hysys yang menghasilkan *white liquor*. Produksi *pulp* dapat menggunakan kembali *white liquor* dari pengolahan ini. Selain itu, terdapat biobriket yang memanfaatkan *black liquor* sebagai bahan utamanya. *Black liquor* dalam bentuk briket memiliki bentuk yang mirip dengan briket pada umumnya sehingga mempermudah dalam proses pembakaran dan penanganannya. (Pinasthi Dinar Pertiwi, 2023).

Berdasarkan latar belakang di atas, Dapat diketahui bahwa penulis dapat melakukan penelitian dengan judul analisa variasi pembukaan dumper pada *primary* dan *secondary air fan* terhadap pembakaran *black liquor* pada *recovery boiler* di PT. Indah Kiat *Pulp & Paper Tbk*.

## 2. TEORI DAN PEMBAHASAN

### 2.1 Primary Air Fan

Primary air fan sebagai pengontrol udara yang masuk ke dalam *furnace* agar proses pembakaran *black liquor* terjadi di dalam berjalan terus – menerus. Kecepatan udara dari *primary air fan* akan di suplai ke dalam *furnace* tergantung dari tekanan dari udara *secondary air fan*. (Syarief, A., Nugroho, W. S., & Nugraha, A. (2021).



**Gambar 1.** *Primary Air Fan*

### 2.2 *Secondary Air Fan*

*Secondary air fan* sebagai sumber udara yang akan di suplai ke dalam *furnace* yang sebelumnya udara tersebut di kontrol oleh *primary air fan* lalu masuk ke dalam *furnace* yang membantu proses pembakaran *black liquor* di dalam *furnace*. (Syarief, A., Nugroho, W. S., & Nugraha, A. (2021).



**Gambar 2.** *Secondary Air Fan*

### 2.3 *Dumper*

*Dumper* merupakan sebuah komponen penting dari *primary air fan* dan *secondary air fan* yang berfungsi untuk mengatur seberapa banyak udara yang akan dibutuhkan dalam proses pembakaran *black liquor*. Banyak sedikitnya udara yang masuk akan di kontrol dengan sebuah komponen bernama *control valve* yang mengatur pembukaan sudut *dumper* yang berpengaruh untuk jumlah udara yang akan di supply ke dalam ruang bakar (*furnace*).



**Gambar 3.** *Dumper*

### 2.4 *Black Liquor*

*Black Liquor* sebagai energi bahan bakar untuk *recovery boiler* yang dimana inti pengoperasi dari *recovery boiler* tersebut untuk memulihkan bahan kimia yang diserap melalui oksidasi reaksi bahan organik termasuk *black liquor* dengan tujuan pengurangan senyawa  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan untuk mendapatkan panas yang dihasilkan dari pengoperasian tersebut. *Recovery boiler* beroperasi menggunakan bahan bakar *black liquor*. (Hamsar *et al.*, 2019).

*Black liquor* dibuat dengan proses pemanasan *liquor* yang mengandung bahan organik dari kayu (terutama lignin) dan bahan kimia anorganik yang digunakan untuk delignifikasi. Dalam proses *Kraft*, penambahan natrium

hidroksida (NaOH) dan natrium sulfida (Na<sub>2</sub>S) ke dalam serpihan kayu menghasilkan ekstraksi lignin dan hemiselulosa dari fraksi selulosa yang tidak larut (Heeres *et al.*, 2018).

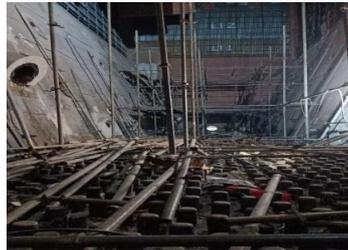
*Black liquor* keluar dari proses pemasakan dengan kandungan padatan 15-18%. *Black liquor* yang keluar dari proses penguapan, Memiliki kandungan padatan sekitar 70-83% (Muweke & Petrusson, 2019).



**Gambar 4.** *Black Liquor*

### 2.5 Furnace

*Furnace* adalah sebagai tungku pembakaran yang dimana proses pembakaran dari *black liquor* terjadi di dalam *furnace* tersebut, Proses pembakaran *black liquor* tersebut dibantu dengan udara yang bersumber dari *primary air fan* dan *secondary air fan*. Di dalam *furnace* juga terdapat perlakuan panas pada bahan seperti *annealing*, *normalizing*, *tempering*, *galvanizing* dan juga proses yang lain memerlukan perlakuan panas. (Khoirudin, 2018).



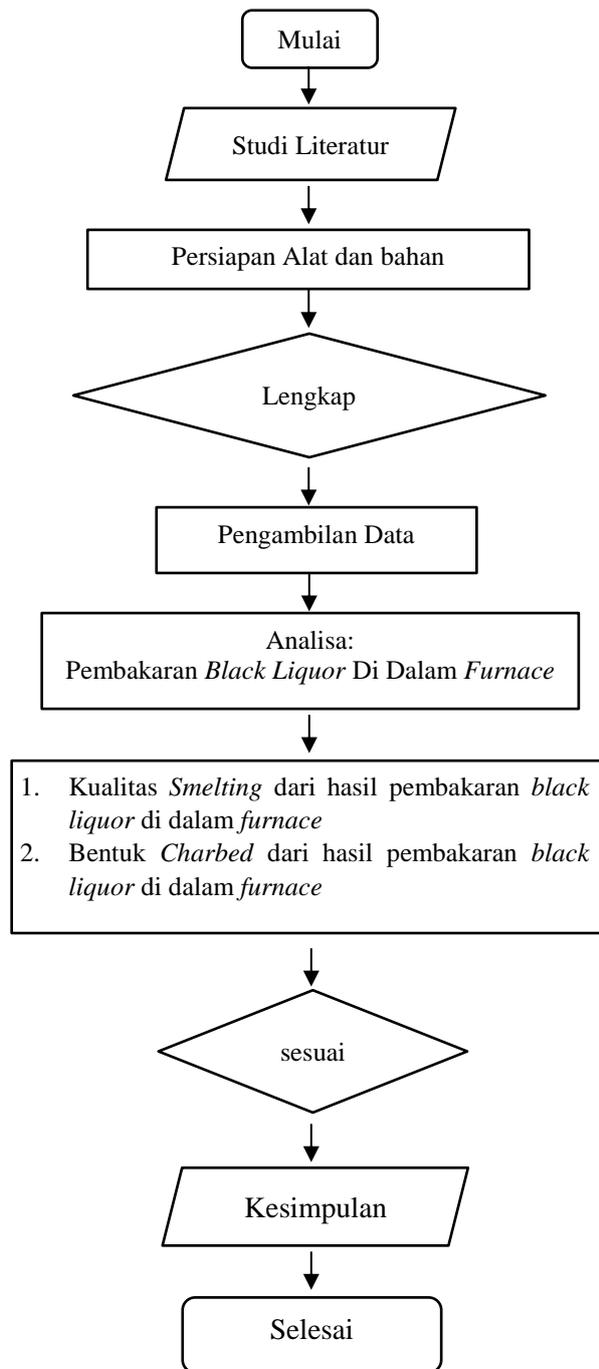
**Gambar 5.** *Furnace*

### 2.6 Nilai Kalor

Nilai kalor bahan bakar terdiri dari Nilai Kalor Atas (*Highest Heating Value*) dan Nilai Kalor Bawah (*Lowest Heating Value*). Nilai Kalor Atas (NKA) adalah kalor yang dihasilkan oleh pembakaran sempurna satu satuan berat bahan bakar padat atau cair, atau satu satuan volume bahan bakar gas, Pada tekanan tetap, Apabila semula air yang mula-mula berwujud cair setelah pembakaran mengembun kemudian menjadi cair kembali. (Farel, 2006).

## 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan di bulan Februari 2024 sampai dengan selesai, di laboratorium material Universitas Islam Riau.



**Gambar 6.** Diagram Alir

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

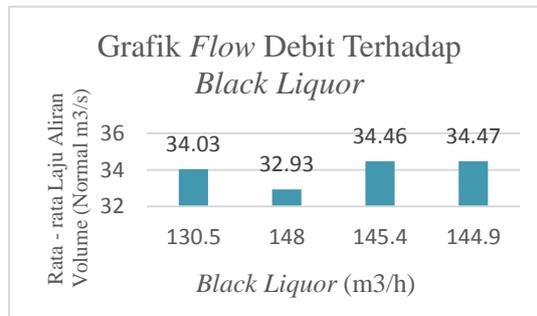
Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai dari *flow* debit, Pembukaan dumper dan *Black liquor*, Setelah mendapatkan data hasil penelitian penulis dapat melakukan pengujian dan menganalisa data yang telah di dapatkan setelah melakukan penelitian.

##### 4.1 Pengaruh Hubungan Antara *Flow* Debit dan Pembukaan Dumper *Primary Air Fan* Terhadap Proses Pembakaran *Black Liquor*

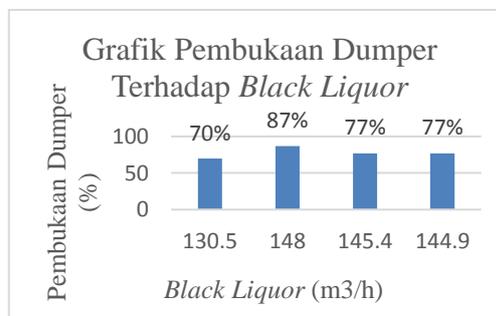
**Tabel 1.** Hubungan Antara *Flow* Debit dan Pembukaan Dumper *Primary Air Fan* Terhadap Proses Pembakaran *Black Liquor*.

No	<i>Flow</i> Debit (Normal m <sup>3</sup> /s)	Pembukaan Dumper (%)	<i>Black Liquor</i> (m <sup>3</sup> /h)
7/12/2024	34.03	70	130.5
14/12/2024	32.93	87	148.0
24/12/2024	34.46	77	145.4
28/12/2024	34.47	77	144.9

Tabel 1. diatas merupakan data hasil penelitian yang dilakukan pada saat melakukan pengambilan data *primary air fan* di lokasi PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* Tbk. Setelah melakukan pengambilan data penulis melanjutkan melakukan pengolahan data.

**Gambar 7.** Grafik *Flow* Debit Terhadap *Black Liquor*

Dari grafik 2 diatas memiliki rata – rata laju aliran volume yang berbeda, Pada laju aliran volume pertama dengan nilai 34.03 normal m<sup>3</sup>/s dengan *black liquor* 130 m<sup>3</sup>/h, Pada laju aliran volume kedua 32.93 normal m<sup>3</sup>/s dengan nilai *black liquor* 148m<sup>3</sup>/h dimana terjadi penurunan pada *flow* data kedua yang diakibatkan oleh kotornya *wind box* sehingga terjadinya penurunan nilai dari laju aliran volume.

**Gambar 8.** Grafik Pembukaan Dumper Terhadap *Black Liquor*

Dari grafik 3 menunjukan bahwa pengaruh kebutuhan berapa laju aliran volume yang akan dibutuhkan untuk menyuplai udara yang masuk ke *furnace*. Dimana pada pembukaan dumper pertama sebesar 70% dan pada pembukaan

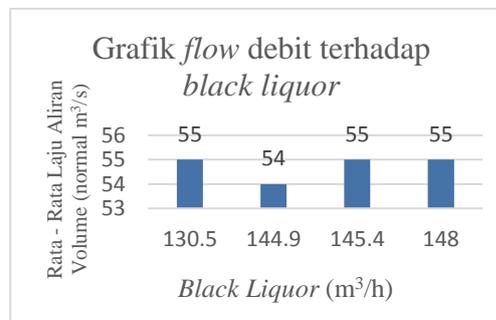
dumper pada data nilai ke dua dengan nilai 87% terjadinya kenaikan di akibatkan oleh kelembapan udara untuk di suplai ke dalam *furnace*. Pada nilai ke tiga pembukaan dumper mendapatkan 77% dan juga nilai pembukaan dumper ketiga dengan nilai 77%. Dapat disimpulkan bahwa besar kecilnya pembukaan dumper tergantung dari kelembapan udara lingkungan.

#### 4.2 Pengaruh Hubungan Antara Aliran *Flow* Debit Dan Pembukaan Dumper *Secondary Air Fan* Terhadap Proses Pembakaran *Black Liquor*.

**Tabel 2.** Hubungan Antara *Flow* Debit dan Pembukaan Dumper *Secondary Air Fan* Terhadap Proses Pembakaran *Black Liquor*

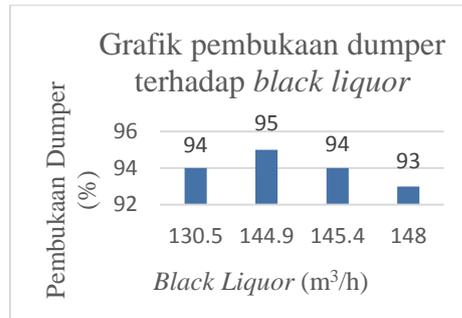
No	<i>Flow</i> Debit (Normal m <sup>3</sup> /s)	Pembukaan Dumper (%)	<i>Black Liquor</i> (m <sup>3</sup> /h)
7/12/2024	55	94	130.5
14/12/2024	54	95	148.0
23/12/2024	55	94	145.4
28/12/2024	55	93	144.9

Tabel 2. diatas merupakan data hasil penelitian yang dilakukan pada saat melakukan pengambilan data *secondary air fan* di lokasi PT. Indah Kiat *Pulp & Paper* Tbk. Setelah melakukan pengambilan data penulis melanjutkan melakukan pengolahan data.



**Gambar 9.** Grafik *Flow* Debit terhadap *Black Liquor*

Pada grafik ke 4 diatas menunjukkan nilai rata – rata laju aliran volume, Pada nilai laju aliran volume pertama dengan nilai 55 normal m<sup>3</sup>/s terjadi penurunan laju aliran volume sedikit dengan nilai 54 normal m<sup>3</sup>/s dengan nilai *black liquor* 144.91 m<sup>3</sup>/h dan kembali naik nilai laju aliran volume pada nilai grafik ke tiga dan ke empat dengan nilai 55 normal m<sup>3</sup>/s. Dapat disimpulkan bahwa pengaruh naik turun dari nilai laju aliran volume tergantung dari kelembapan dari udara luar yang akan di gunakan lalu di suplai ke dalam *furnace*.

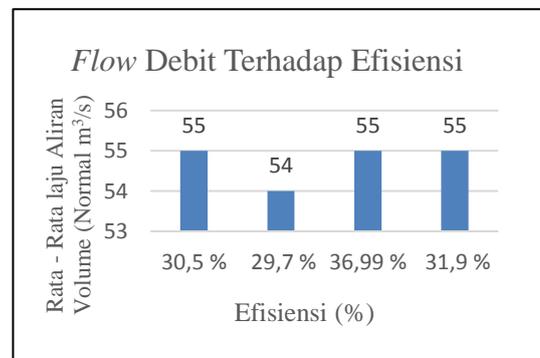


**Gambar 10.** Grafik Pembukaan Dumper Terhadap *Black Liquor*

Pada grafik ke 5 diatas menunjukkan nilai pembukaan dumper terhadap *black liquor* yang dimana nilai dari pembukaan dumper pertama dengan nilai 94 % dan *black liquor* 130.5 m<sup>3</sup>/h, Pada nilai kedua pembukaan dumper naik dari 94 % menjadi 95 % dan nilai *black liquor* juga naik dari 130.5 m<sup>3</sup>/h menjadi 144.9 m<sup>3</sup>/h, Pada /nilai pembukaan dumper ketiga mengalami penurunan di nilai 94 % dan *black liquor* lebih dari 144.9 m<sup>3</sup>/h menjadi 145.4 m<sup>3</sup>/h dan pada nilai data ke empat untuk nilai pembukaan dumper turun secara signifikan menjadi 93 % dengan kenaikan nilai *black liquor* menajdi 148 m<sup>3</sup>/h. Dapat di simpulkan bahwa nilai pada pembukaan dumper menjadi naik di akibatkan oleh kelembapan udara yang suplai dari udara lingkungan dan pada nilai *black liquor* naik secara signifikan di karenakan dilakukan pembersihan pada *nozzle* secara bertahap agar tidak terjadi penyumbatan pada *nozzle black liquor*.

#### 4.3 Perhitungan

$$4.3.1 \text{ Efisiensi Forced Draft Fan} : (dP.Q / P \text{ FDF}) \times 100 \%$$



**Gambar 11.** Flow Debit Terhadap Efisiensi

Pada grafik gambar 6 di atas menunjukkan grafik hasil perhitungan *flow* debit terhadap efisiensi yang dimana nilai dari *flow* pertama sebesar 55 m<sup>3</sup>/s mendapatkan nilai efisiensi sebesar 30,5 % dan mengalami penurunan nilai efisiensi pada nilai *flow* 54 m<sup>3</sup>/s sebesar 29,7 % diakibatkan oleh kelembapan udara dari luar yang membuat nilai *flow* menurun, Pada nilai *flow* ketiga naik kembali sebesar 55 m<sup>3</sup>/s dan mendapatkan nilai efisiensi sebesar 36,99 % dan pada nilai *flow* ke empat stabil dengan angka 55 m<sup>3</sup>/s mendapatkan nilai efisiensi sebesar 31,9 %. Dapat disimpulkan bahwa nilai efisiensi yang di dapatkan bergantung oleh nilai tekanan pada *secondary air fan* yang diperlukan dan nilai laju aliran volume naik turun tergantung dari kelembapan udara yang di suplai dari lingkungan luar.

#### 4.3.2 Laju Aliran Massa

##### 1. Primary Air Fan

$$\dot{m} : \rho v A$$

## 2. Secondary Air Fan

$$\dot{m} : \rho v A$$

### 4.3.3 Daya Motor Listrik

$$P : \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \phi$$

Dari hasil perhitungan yang telah di dapatkan dan dilakukan analisa, Dapat disimpulkan bahwa naik turun nya nilai *flow* tergantung dari kelembapan udara dari lingkungan luar yang akan di suplai ke dalam *furnace* untuk emmbantu proses pembakaran dan nilai dari pembukaan dumper naik turun tergantung dari seberapa banyak udara yang akan di press masuk ke dalam *furnace* tergantung dari *viscosity* kekentalan *black liquor* yang akan di bakar di dalam *furnace*, Semakin cair *black liquor* yang akan di bakas dari batas rendah persen dari kekentalan yang ttelah di tentukan maka semakin besar pula kebutuhan udara yang akan di suplai ke dalam *furnace*.

## 5. KESIMPULAN

*Flow* pada *primary air fan* dan *secondary air fan* sangat berpengaruh pada proses pembakaran *black liquor* di dalam *furnace*, Tergantung dari densitas udara dan kelembapan udara sehingga mempengaruhi *flow* debit yang akan di suplai ke dalam *furnace*.

Pembukaan dumper pada *primary air fan* dan *secondary air fan* juga berpengaruh pada *flow* dan kapasitas udara yang akan di suplai masuk ke dalam *furnace*, Semakin besar pembukaan dumper pada *primary air fan* dan *secondary air fan* juga semakin besar kapasitas udara yang akan di suplai ke dalam *furnace* tergantung dari kekentalan *black liquor* yang akan di bakar di dalam *furnace* dan juga kebutuhan udara yang digunakan dan kelembapan udara dari lingkungan luar.

Untuk komponen pendukung boiler seperti *nozzle* agar selalu di bersihkan tiap jam agar kapasitas *black liquor* yang akan di semprot ke dalam *furnace* tidak terlalu tinggi untuk menjaga kebutuhan *black liquor* yang akan di bakar di dalam *furnace*.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syarief, A., Nugroho, W. S., & Nugraha, A. (2021). Analisa Unjuk Kerja Induced Draft Fan Pltu Asam-Asam Unit 3 Dan 4. *Info-Teknik*, 21(2), 185-198.
- [2] Chairat, A. S. N., & Yuda, R. (2016). Analisa Kapasitas Force Draft Fan Dengan Bahan Bakar Batubara Kualitas Rendah. *JURNAL POWERPLANT*, 4(1), 6-11.
- [3] Heeres, A., Schenk, N., Muizebelt, I., Blees, R., De Waele, B., Zeeuw, A. J., ... & Heeres, H. J. (2018). Synthesis of bio-aromatics from black liquors using catalytic pyrolysis. *ACS sustainable chemistry & engineering*, 6(3), 3472-3480.
- [4] Muweke, K., & Petrusson, F. (2019). Modelling Methanol Content in Condensates From a Black Liquor Evaporation Plant. *A case study of the SCA Östrand pulp mill. Chalmers University of Technology*.
- [5] Hamsar, H., Helwani, Z., & Bahrudin, B. (2019). Simulasi Termodinamika Gasifikasi Black Liquor Pabrik Pulp Larut Kraft Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 16(2), 48-53.

- [6] Khoirudin, K. (2018). Optimasi Desain pada Dinding Furnace dengan Temperatur Kerja 1000 C. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 3(1), 1-8.
- [7] Farel, H. N. (2006). Nilai Kalor Bahan Bakar Serabut dan Cangkang Sebagai Bahan Bakar Ketel Uap di Pabrik Kelapa Sawit. *Teknik Mesin, FT USU. Medan*.
- [8] Sipahutar, E., Sutanto, W., Candra, R. A., & Pasaribu, F. I. (2022). PERHITUNGAN EFISIENSI RECOVERY BOILER PADA PT TOBA PULP LESTARI TBK. *SAINTI: Majalah Ilmiah Teknologi Industri*, 19(2), 64-67.
- [9] Yusuf, B., & Mrihardjono, J. (2015). *Analisa Efisiensi Primary Air Fan A Unit# 10 Pada Pt. Pjb Ubj O & M Pltu Rembang (Efficiency Analysis Of Primary Air Fan A Unit# 10 At Pt. Pjb Ubj O & M Rembang)* (Doctoral dissertation, D3 Kerjasama PT. PLN Bidang Mesin Fakultas Teknik).
- [10] Hidayat, R., & Syahtaria, M. I. (2023). Black Liquor sebagai Sumber Energi Baru Terbarukan dari Industri Pulp dan Kertas. *Jurnal Kewarganegaraan*, 7(1), 342-351.