

# Pengaruh *Dryness Lime Mud* dan Waktu Kalsinasi Terhadap Kualitas *Burn Lime* serta Konsumsi Energi

Ni Njoman Manik Susantini <sup>1)</sup> dan Deby Junio Bakhtiar <sup>2)</sup>

Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

Jl. Ganesha Boulevard, Lot-A1 CBD Kota Deltamas, Cikarang Pusat, Bekasi

<sup>1)</sup>njoman.manik@gmail.com, <sup>2)</sup>debyjunio23@gmail.com

## ABSTRAK

*Recausticizing* merupakan bagian dari *chemical recovery plant* yang bertugas mengubah *green liquor* menjadi *white liquor* sebagai produk utama dan *lime mud* sebagai produk samping. *Lime mud* masih mengandung  $\text{CaCO}_3$  yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan utama untuk proses kalsinasi di *lime kiln*. *Lime mud* yang akan dikalsinasi harus memperhatikan parameter kualitas salah satunya *dryness lime mud* untuk menghasilkan kualitas *burn lime* yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *dryness lime mud* terhadap kualitas *burn lime* dengan target parameter *purity* >82%,  $\text{CaCO}_3$  Content 2-5% dan LOI (*Lost Of Ignition*) 1-3% serta mengetahui pengaruh *dryness lime mud* terhadap konsumsi energi kalsinasi pada skala laboratorium. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menggunakan sampel *lime mud* dengan *dryness* yang berbeda-beda sebesar 59.13%, 63.521%, 65.481%, 68.026% dan 71.355% serta waktu kalsinasi yang berbeda mulai 30 hingga 210 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi *dryness lime mud* yang dihasilkan maka semakin mempercepat waktu kalsinasi ditunjukkan pada sampel 5 dengan *dryness* 71.355% dengan waktu 60 menit menghasilkan *purity* 86.64%,  $\text{CaCO}_3$  Content 2.842 % dan LOI 1.94% yang telah sesuai standar kualitas *burn lime*. Perhitungan energi dilakukan pada skala laboratorium didapatkan konsumsi energi paling rendah ditunjukkan pada sampel 5 dengan *dryness* 71.355% membutuhkan energi sebesar 8,640 kJ.

**Kata Kunci** : *Lime Mud, Dryness, Kalsinasi, Burn Lime, Energi Kalsinasi*

## ABSTRACT

*Recausticizing is part of the chemical recovery plant which is in charge of converting green liquor into white liquor as the main product and lime mud as a by-product. Lime mud still contains high CaCO<sub>3</sub> so that it can be used as the main ingredient for the calcination process in the lime kiln. Lime mud to be calcined must pay attention to quality parameters, one of which is dryness lime mud to produce good quality burn lime. This study aims to determine the effect of dryness lime mud on the quality of burn lime with a target parameter of purity >82%, CaCO<sub>3</sub> Content 2-5% and LOI (Lost Of Ignition) 1-3% and to determine the effect of dryness lime mud on calcination energy consumption on a scale laboratory. Based on this, this study used lime mud samples with different dryness of 59.13%, 63.521%, 65.481%, 68.026% and 71.355% as well as different calcination times from 30 to 210 minutes. The results showed that the higher the dryness of lime mud produced, the faster the calcination time was shown in sample 5 with dryness of 71.355% with a time of 60 minutes producing 86.64% purity, CaCO<sub>3</sub> Content 2.842% and LOI 1.94% which were in accordance with burn lime quality standards. The higher the dryness of lime mud, the lower the energy consumption of calcination as shown in sample 5 with dryness of 71.355% requiring energy of 8,640 kJ.*

**Keyword** : *Lime Mud, Dryness, Calcination, Burn Lime, Energy Calcination*

---

<sup>1)</sup>\*Corresponding author: njoman.manik@gmail.com; debyjunio23@gmail.com

## PENDAHULUAN

Pada prosesnya Industri pulp dan kertas akan mengubah chip menjadi lembaran pulp dan kertas. Proses pembuatan pulp dilakukan dengan menggunakan proses *kraft* atau *sulfat*. Pulp yang dihasilkan dari proses *kraft* memiliki kekuatan yang tinggi. Proses *kraft* merupakan proses pemasakan menggunakan larutan Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Sulfat (Na<sub>2</sub>S), kedua larutan pemasak tersebut dinamakan *white liquor*. *White liquor* dibuat dengan proses causticizing dari *green liquor* dengan menggunakan batu kapur (CaO).

Proses *causticizing* memegang peranan penting dalam menjaga kualitas bahan pemasak atau *white liquor*. Proses *causticizing* memiliki produk samping yang masih dapat dimanfaatkan berupa Kalsium Karbonat (CaCO<sub>3</sub>) atau lebih dikenal dengan istilah *lime mud* (Bajpai P., 2018). *Lime mud* memiliki kandungan CaCO<sub>3</sub> yang masih cukup tinggi sehingga masih dapat dimanfaatkan untuk meminimalisir *cost production*.

*Lime mud* akan diolah kembali dengan menggunakan proses kalsinasi di dalam *Kiln* dengan temperatur yang sangat tinggi untuk mengubah senyawa CaCO<sub>3</sub> menjadi CaO. Semakin tinggi temperatur kalsinasi maka semakin cepat pula proses kalsinasi tersebut, namun kalsinasi dibatasi oleh suhu optimum sebesar 1,200°C dimana proses kalsinasi akan menghasilkan *dead burn* (Amin& Kurniasih, 2017). Konsumsi energi tersebut tidak mutlak dan dapat berubah ubah tergantung faktor – faktor yang mempengaruhi proses pembakaran dan banyak target produksi.

Ada banyak faktor yang mempengaruhi proses kalsinasi antara lain Total Alkali, *Non Process Element*, kekuatan *vacuum disk filter* dan salah satunya adalah tingkat kekeringan dari CaCO<sub>3</sub> atau *dryness lime mud*. *Dryness Lime mud* memiliki banyak dampak pada proses pembakaran baik dari waktu kalsinasi, suhu kalsinasi, kualitas CaO yang dihasilkan dan mempengaruhi konsumsi bahan bakar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *dryness lime mud* dan waktu kalsinasi terhadap kualitas *burn lime* meliputi parameter uji seperti *purity CaO*, *CaCO<sub>3</sub> Content* dan nilai *LOI (Lost of Ignition)* serta untuk mengetahui pengaruh *dryness lime mud* dan waktu kalsinasi terhadap konsumsi energi kalsinasi pada skala laboratorium.

## BAHAN DAN METODOLOGI

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : *Lime mud*, HCl 0.5 M, HCl 0.1 M, Larutan *Calcimeter*, Air Demin, Gula Pasir, Indikator *Methyl orange*, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 10%, *Free CO<sub>2</sub> Water*, Indikator *Phenophthalein* dan *Reagen Calcimeter* 5 ml. Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : *Furnace*, *Oven*, *Beaker Glass*, Mortar dan Alu, Neraca Analitik, Kertas Saring, *Crucibel*, *Calcimeter*, *Erlenmeyer*, *Cawan*, *Aluminium Foil*, *Magnetik Stirer*, *Hot Plate*, *Y Tube*, Pipet Volume, Pipet Tetes, *Mess Screen*, Labu Destilasi, Gelas Ukur dan Kondensor.

### Metode

Penelitian ini dilakukan pada di unit *recausticizing* dan *lime kiln* pada perusahaan industri pulp. Sampel yang digunakan pada penelitian yaitu *lime mud* (CaCO<sub>3</sub>) yang merupakan produk samping dari proses *recausticizing*. Titik pengambilan sampel dilakukan pada *LMDF (lime mud disk filter)* dengan memperhatikan dari sifat fisik *lime mud* dengan pengambilan pada beberapa titik sebelum dan sesudah *lime mud disk filter* untuk melihat pengaruh dari nilai *dryness lime mud* terhadap kualitas *burn lime*. Target utama penelitian adalah mengetahui pengaruh *dryness lime mud* terhadap kualitas *burn lime* dan perhitungan konsumsi energi dari waktu optimum masing-masing sampel untuk mencapai *purity* sesuai standar.

Terlebih dahulu dilakukan pengecekan kandungan *Lime Mud* meliputi kandungan Total Alkali, *Free CaO* dan *CaCO<sub>3</sub> Content*. Kemudian di lakukan pengecekan nilai *dryness* dari masing-masing sampel *lime mud*. Setelah melewati tahap persiapan, kemudian *lime mud* dikalsinasi menggunakan *furnace* pada temperatur 1000°C dengan variasi waktu 30, 60, 90, 120, 150, 180 dan 210 menit. Setelah mendapatkan *burn lime* hasil kalsinasi kemudian masukkan ke dalam desikator selama 10-15 menit untuk di dinginkan. *Burn lime* yang dihasilkan ditumbuk untuk dilakukan pengecekan parameter uji kualitas *burn lime* meliputi *purity CaO*, *CaCO<sub>3</sub> Content* dan nilai *LOi (Lost of Ignition)* serta dilakukan perhitungan konsumsi energi. Semua pengujian pada penelitian ini mengikuti standar TAPPI. Persamaan perhitungan parameter uji kualitas *burn lime* :

$$Purity\ CaO\ (\%) = \frac{V_t \times N \times F \times 28}{W_{sampel} \times 1000} \times 100$$

$$CaCO_3\ (\%) = \frac{Volume\ Sampel \times m\ standar}{Volume\ Standar \times m\ sampel} \times 100$$

$$LOI\ (\%) = \frac{(W_c + W_s) - W_{akhir}}{W_s} \times 100$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Penelitian Pengaruh *dryness Lime Mud* dan waktu kalsinasi terhadap kualitas Burn Lime serta Konsumsi Energi didapatkan hasil dengan parameter uji yang berbeda beda. Pembuatan *Burn Lime* menggunakan bahan baku *lime mud* terlebih dahulu di kalsinasi didalam *furnace* dengan suhu 1000°C

dengan waktu kalsinasi yang berbeda. Pembuatan *burn lime* menggunakan sampel *lime mud* sebanyak 30 gram, dengan nilai *dryness lime mud* yang berbeda-beda dan variasi waktu kalsinasi.

### Pengujian Bahan Baku

**Tabel 1 Pengujian Bahan Baku Lime Mud**

Parameter	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5
<i>Dryness</i>	59.13	63.521	65.481	68.026	71.355
<i>Free CaO</i>	1.67	1.54	0.97	0.89	0.83
<i>CaCO<sub>3</sub> Content</i>	88.02	89.23	87.15	89.75	89.5
<i>Total Alkali</i>	1.29	1.099	1.065	0.834	0.725

Pengujian bahan baku bertujuan untuk mengetahui berapa besar kandungan parameter yang terdapat pada bahan baku. Pengujian *dryness* bertujuan untuk mendapatkan bahan baku dengan *dryness* yang berbeda untuk mengetahui pengaruh *dryness* terhadap konsumsi energi pada proses kalsinasi. Pengujian *Free CaO* ditujukan untuk mengetahui banyaknya kandungan CaO tidak bereaksi pada tahapan *recausticizing* sehingga bercampur dengan *lime mud*. Pengujian *CaCO<sub>3</sub> Content* bertujuan untuk mengetahui kadar CaCO<sub>3</sub> yang terdapat didalam *lime mud* karena CaCO<sub>3</sub> merupakan bahan baku utama pada proses kalsinasi. Pengujian Total Alkali

bertujuan untuk mengetahui kandungan alkali yang terdapat dalam sampel *lime mud*.

### Pengujian Burn Lime

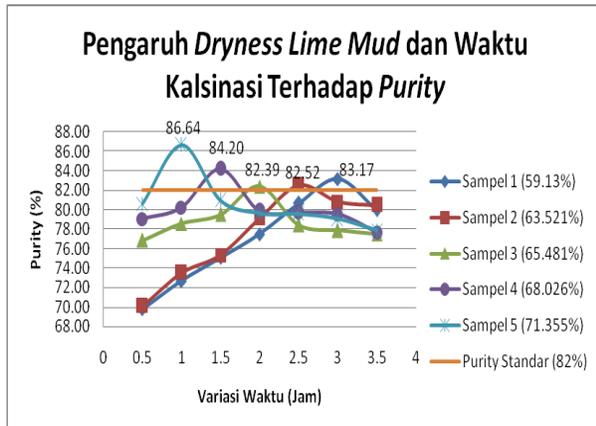
#### 1. Pengujian Pengaruh *Dryness Lime Mud* dan Waktu Kalsinasi Terhadap *Purity*

Hasil pengujian pengaruh *dryness lime mud* dan waktu kalsinasi terhadap *purity* pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

**Tabel 2 Hasil Pengujian Purity CaO**

Variasi Waktu (Menit)	Purity CaO (%)					Standar Purity
	Sampel 1 (59.13%)	Sampel 2 (63.521%)	Sampel 3 (65.481%)	Sampel 4 (68.026%)	Sampel 5 (71.355%)	
30	69.78	70.09	76.83	79.35	80.62	≥82
60	72.69	73.50	78.56	80.22	86.64	≥82
90	75.07	75.31	79.49	84.20	80.95	≥82
120	77.48	79.11	82.39	79.88	79.63	≥82
150	80.69	82.80	78.43	79.71	79.59	≥82
180	82.34	80.83	77.86	79.53	79.07	≥82
210	80.01	80.47	77.50	77.68	77.87	≥82

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Purity CaO

Pada gambar 1. diatas didapatkan hasil persentase purity CaO yang berbeda beda. Hal ini disebabkan oleh dryness lime mud yang berbeda-beda dari setiap sampel dan penggunaan waktu yang berbeda-beda pada proses kalsinasi dengan menggunakan temperatur yang tinggi.

Waktu kalsinasi terlalu lama maka akan menyebabkan proses kalsinasi menjadi lambat, yang dikenal dengan istilah "dead burn". Semakin tinggi dryness lime mud maka semakin cepat waktu proses kalsinasi yang artinya semakin cepat terbentuknya CaO namun dengan suhu yang cukup tinggi agar dapat menembus permukaan CaO. Purity CaO sesuai standar dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3 Waktu Optimum Kalsinasi

Dryness (%)	Waktu Optimum (jam)	Purity (>82%)
Sampel 1 (59.13)	3	82.34
Sampel 2 (63.521)	2.5	82.80
Sampel 3 (65.481)	2	82.39
Sampel 4 (68.026)	1.5	84.20
Sampel 5 (71.355)	1	86.64

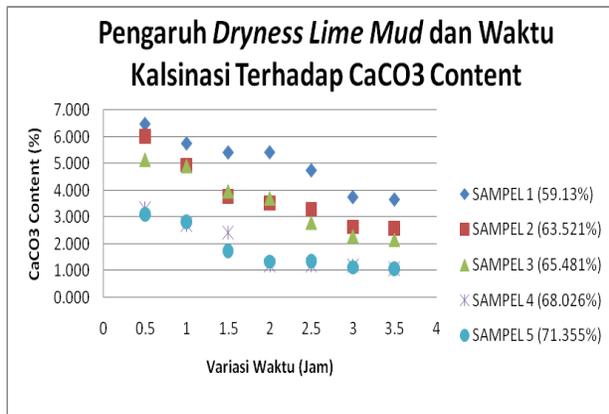
Waktu yang dibutuhkan sampel untuk mencapai purity CaO sesuai dengan standar ( $\geq 82\%$ ) berbeda beda. Waktu yang paling cepat diperoleh pada sampel 5 (71.355%) pada suhu tetap  $1000^{\circ}\text{C}$  dengan lama waktu 60 menit atau 1 jam memperoleh purity sebesar 86.64%. Jika dibandingkan dengan sampel 1 (59.13%) dalam waktu 60 menit atau 1 jam purity yang dihasilkan belum mencapai standar pabrik hanya sebesar 72.69%. Sampel 1 (59.13%) memperoleh purity dengan sesuai standar ( $>82\%$ ) pada waktu optimum 180 menit atau 3 jam. Hal ini terjadi karena pengaruh dryness slime mud yang berbeda antara sampel 1 (59.13%) dan sampel 5 (71.355%). Semakin tinggi dryness lime mud dengan temperatur tetap ( $1000^{\circ}\text{C}$ ) maka semakin cepat waktu proses kalsinasi untuk  $\text{CaCO}_3$  berubah menjadi CaO dengan purity sesuai standar ( $\geq 82\%$ ).

## 2. Pengujian Pengaruh Dryness Lime Mud dan Waktu Kalsinasi Terhadap $\text{CaCO}_3$ Content

Tabel 4 Hasil Pengujian  $\text{CaCO}_3$  Content

Variasi Waktu (menit)	$\text{CaCO}_3$ Content (%)					Standar $\text{CaCO}_3$ Content
	Sampel 1 (59.13%)	Sampel 2 (63.521%)	Sampel 3 (65.481%)	Sampel 4 (68.026%)	Sampel 5 (71.355%)	
30	6.479	6.026	5.150	3.317	3.116	2-5%
60	5.755	4.956	4.916	2.711	2.842	2-5%
90	5.425	3.769	3.975	2.424	1.749	2-5%
120	5.419	3.522	3.714	1.211	1.350	2-5%
150	4.751	3.310	2.809	1.221	1.354	2-5%
180	3.754	2.635	2.305	1.214	1.134	2-5%
210	3.665	2.577	2.171	1.085	1.080	2-5%

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian CaCO<sub>3</sub> Content

Pada gambar 2 diatas didapatkan hasil persentase CaCO<sub>3</sub> Content yang berbeda beda (cenderung

menurun) tiap variasi. Nilai CaCO<sub>3</sub> yang tergolong tinggi terdapat pada sampel 1 (59.13%) pada variasi waktu 30 menit sebesar 6.479%. Nilai CaCO<sub>3</sub> terendah terdapat pada sampel 5 (71.355%) pada variasi waktu 210 menit sebesar 1.08%. Hal ini terjadi dikarenakan *dryness* dan waktu kalsinasi yang digunakan.

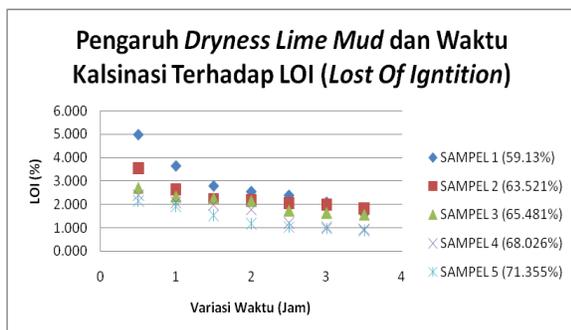
Semakin tinggi *dryness lime mud* yang digunakan maka waktu kalsinasi pun akan menjadi singkat, begitupun sebaliknya jika *dryness lime mud* rendah maka waktu kalsinasi akan semakin lama. Kadar CaCO<sub>3</sub>Content yang diharapkan sesuai standar adalah 2-5%. Nilai CaCO<sub>3</sub> yang tinggi (>5%) menunjukkan masih banyaknya CaCO<sub>3</sub> yang belum bereaksi menjadi CaO sehingga proses kalsinasi yang terjadi belum sempurna sedangkan nilai CaCO<sub>3</sub> yang rendah (<2%) menunjukkan bahwa proses kalsinasi telah melebihi batas optimum *lime mud* untuk bereaksi menjadi kapur sehingga proses perubahan senyawa menjadi lambat atau *dead burn*.

### 3. Pengujian Pengaruh *Dryness Lime Mud* dan Waktu Kalsinasi Terhadap LOI (*Lost of Ignition*)

Tabel 5 Hasil Pengujian LOI (*Lost Of Ignition*)

Variasi Waktu (menit)	LOI ( <i>Lost Of Ignition</i> ) (%)					Standar LOI
	Sampel 1 (59.13%)	Sampel 2 (63.521%)	Sampel 3 (65.481%)	Sampel 4 (68.026%)	Sampel 5 (71.355%)	
30	4.98	3.54	2.718	2.4	2.174	1-3%
60	3.645	2.62	2.35	2.1	1.94	1-3%
90	2.789	2.22	2.272	1.998	1.54	1-3%
120	2.55	2.18	2.155	1.78	1.18	1-3%
150	2.39	2.04	1.748	1.2	1.04	1-3%
180	2.092	1.98	1.65	1.034	0.98	1-3%
210	1.195	1.816	1.573	0.932	0.886	1-3%

Dari pengolahan data diatas diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 3. Hasil Pengujian LOI (*Lost of Ignition*)

Pada gambar 3 diatas hasil pengujian LOI (*Lost of Ignition*) menunjukkan bahwa pada sampel 5 dengan variasi waktu 210 menit didapatkan nilai LOI (*Lost Of Ignition*) paling rendah yaitu sebesar 0.886% sedangkan untuk nilai LOI (*Lost Of Ignition*) paling tinggi didapatkan pada sampel 1 (59.13%) dengan variasi waktu 30 menit sebesar 4.98%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan semakin tinggi *dryness lime mud* maka waktu kalsinasi untuk mencapai *purity* standar (>82%) semakin cepat. Jika waktu pembakaran melebihi waktu optimum maka akan menyebabkan nilai LOI (*Lost Of Ignition*) semakin menurun. Menurut Dwi Maritawati (2021) dalam penelitiannya mengatakan bahwa semakin rendah (<1%) nilai LOI (*Lost Of Ignition*) menunjukkan bahwa tidak hanya

CaCO<sub>3</sub> yang terbakar melainkan kapur juga akan ikut terbakar sehingga akan menjadi pengotor pada *burn lime* yang dihasilkan. Jika nilai LOI semakin tinggi (>3%) maka mengindikasikan bahwa masih banyak CaCO<sub>3</sub> yang belum bereaksi menjadi CaO. Jika mengikuti variabel terikat LOI (1-3%) maka pada sampel 4 (68.026%) dengan variasi waktu 210 menit dan sampel 5 (71.355%) dengan variasi waktu 180 dan 210 menit terdapat banyak pengotor (*impurities*) pada *burn lime* yang dihasilkan sehingga berpengaruh pada kemurnian *burn lime*. Nilai LOI (*Lost Of Ignition*) yang diharapkan sesuai standar operasional adalah 1-3%.

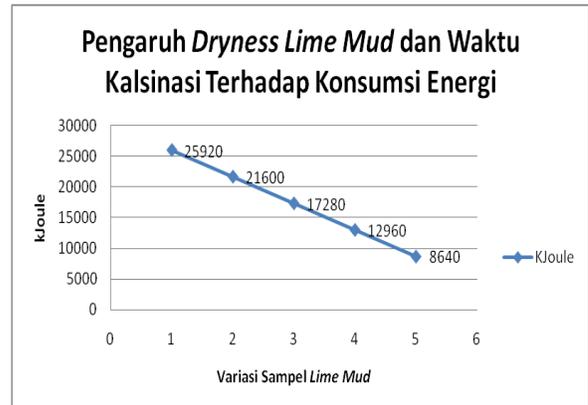
### Pengaruh *dryness lime mud* dan Waktu Kalsinasi Terhadap Konsumsi Energi

Perhitungan konsumsi energi pada proses kalsinasi ditujukan untuk mengetahui besar energi yang digunakan dengan memvariasikan *dryness lime mud* dan waktu kalsinasi. Perhitungan energi didasarkan pada besar energi yang ada pada *furnace*. Dari proses kalsinasi sampel *lime mud* didapatkan hasil waktu optimum kalsinasi dengan *dryness lime mud* yang berbeda beda yang disajikan pada tabel dibawah ini :

**Tabel 6. Konsumsi Energi Proses Kalsinasi**

Sampel <i>Lime Mud</i>	<i>Energy Consumption</i>		
	Waktu Optimum Kalsinasi (Jam)	Kwh	kJ
	Sampel 1 (59.13%)	3	7.2
Sampel 2 (63.521%)	2.5	6	21,600
Sampel 3 (65.481%)	2	4.8	17,280
Sampel 4 (68.026%)	1.5	3.6	12,960
Sampel 5 (71.355%)	1	2.4	8,640

Data konsumsi energi proses kalsinasi dapat disajikan menggunakan grafik sebagai berikut :



**Gambar 4. Grafik Pengaruh *Dryness Lime Mud* Terhadap Konsumsi Energi Proses Kalsinasi**

Dari **gambar 4** konsumsi energi paling tinggi terdapat pada sampel 1 (59.13%) yang membutuhkan energi sebesar 25920 kJ sedangkan konsumsi energi yang paling rendah ditunjukkan oleh sampel 5 (71.355%) sebesar 8,640 kJ. Dari konsumsi energi tersebut terdapat perbedaan konsumsi energi kalsinasi yang cukup signifikan dari sampel 1 (59.13%) dengan sampel 5 (71.355%) sebesar 17280 kJ. Dengan mengetahui waktu optimum dari masing masing variasi *dryness lime mud* maka dapat dilihat pada grafik diatas menunjukkan konsumsi energi yang menurun selaras dengan kenaikan *dryness lime mud*. Hal ini sejalan dengan Prasetyo. A (2020) yang menyatakan bahwa semakin rendah *dryness lime mud* maka semakin lama proses kalsinasi yang berdampak pada konsumsi energi. Begitupun sebaliknya jika *dryness lime mud* semakin tinggi maka akan mempercepat proses kalsinasi sehingga energi yang digunakan menjadi rendah. Penelitian lain yang sejalan dilakukan oleh Hart W. Peter (2015) yang mengatakan bahwa penurunan *dryness lime mud* membutuhkan lebih banyak bahan bakar sehingga meningkatkan biaya operasional yang sangat signifikan.

### Perbandingan Energi Berdasarkan Proses Lapangan

Desain *rotary kiln* pada industri tempat dilakukan penelitian adalah sebagai berikut :

**Tabel 7. Base on Data Rotary Kiln**

<i>Design Proses</i>		<i>Compare Skala Laboratorium</i>	<i>Energi Skala Laboratorium Terendah</i>
<i>Capacity</i>	1250 T/D	Berat Sampel	30 Gram
<i>Total unit energy Consumption</i>	6.2 MMBTU/TCaO	<i>Energy Consumption Kiln</i>	8,640 KJ

Dari **tabel 7** menunjukkan perhitungan konsumsi energi pada proses kalsinasi menggunakan *furnace* dibandingkan dengan energi yang digunakan skala lapangan menggunakan *lime kiln* dengan berat sampel yang sama pada proses skala laboratorium. Pada sampel dengan berat yang sama jika di *compare* pada skala proses hanya membutuhkan energi sebesar 0.2 kJ. Hal ini berbeda dengan penggunaan energi proses kalsinasi pada skala laboratorium menggunakan *furnace* sebesar 8,640 kJ. Energi tersebut merupakan energi yang paling rendah pada perhitungan skala laboratorium. Pada skala laboratorium energi yang digunakan pada *furnace* konstan atau tidak berubah-ubah meskipun berat sampel yang digunakan berbeda-beda. Namun pada skala lapangan konsumsi energi dipengaruhi oleh jumlah *lime mud* yang akan di umpangkan ke *lime kiln* dengan catatan tetap memperhatikan faktor lainnya salah satunya *dryness lime mud*. Pada *furnace* skala laboratorium menggunakan energi listrik berbeda dengan skala lapangan yang menggunakan bahan bakar meliputi MFO (*Medium Fuel Oil*), *methanol*, *natural gas*, *hydrogen* dan *bark gasifier* yang semuanya di *injection* mengikuti banyak nya *burn lime* yang akan diproduksi, Maka dari itu konsumsi energi pada skala laboratorium menggunakan *furnace* berbeda dengan skala proses di lapangan.

### KESIMPULAN

*Dryness lime mud* dan waktu kalsinasi berpengaruh terhadap *purity CaO*, *CaCO<sub>3</sub> Content*, *LOI (Lost of Ignition)* dan *Konsumsi Energi*. Semakin tinggi *dryness lime mud* maka semakin cepat waktu kalsinasi dan *purity* yang dihasilkan meningkat, yaitu pada sampel 5 (71,355%) menghasilkan *purity* sebesar 86.64% pada waktu 60 menit. Semakin tinggi *dryness lime mud* dan semakin lama waktu kalsinasi maka kandungan *CaCO<sub>3</sub>* akan semakin menurun, yaitu pada sampel 5 (71,355%) dengan waktu 210 menit. Jumlah *CaCO<sub>3</sub>* yang terdapat didalam *burn lime* yang dihasilkan sebesar 1.08%. Semakin tinggi *dryness lime mud* dan semakin lama waktu kalsinasi maka nilai *LOI (Lost Of Ignition)* akan semakin

menurun, yaitu pada sampel 5 dengan *dryness* 71.355% mendapatkan nilai *LOI* sebesar 0.886% pada waktu 210 menit. Semakin tinggi *dryness lime mud* maka semakin mempercepat waktu kalsinasi sehingga membutuhkan energi yang rendah. Energi yang paling rendah pada skala laboratorium ditunjukkan pada sampel 5 dengan *dryness* 71.355% membutuhkan energi sebesar 8,640 kJ.

### SARAN

Dari hasil penelitian ini disarankan agar dilakukan penelitian lanjutan berupa usulan pemecahan masalah untuk menjaga *dryness lime mud* menggunakan *prethreatment* pencucian *lime mud* menggunakan metode metode yang ada agar hasil *dryness* yang didapatkan yang lebih baik. Tidak hanya itu, konsep yang telah ditemukan mampu dijadikan acuan untuk di *compare* pada skala proses menggunakan alat tambahan pengecekan tegangan pada *furnace* berupa voltmeter dan sejenis nya untuk mengetahui energi secara spesifik.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada PT. OKI Pulp and Paper selaku pemberi fasilitas dalam penelitian ini. Terima kasih kepada pembimbing lapangan Bapak Hendra Permana, A.Md., Raflan G. Simanjuntak, A.Md., dan pembimbing tugas akhir Ibu Ni Njoman Manik Susantini, S.T., M.T. Terima kasih juga kepada pak Indra Gunawan selaku HRD dan teman-teman yang telah membantu penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dernegrad H, Brelid H and Theliander H. 2017.Characterization Of A dusting Lime Kiln – A Mill Study. Journal Nordic Pulp and Paper Research.Vol. 23, No.1.
- Maulia G. 2020. Pembuatan PCC (Precipitated Calcium Carbonate) Menggunakan Bahan Baku Lime Mud Dengan Metode Kaustik

- Soda. Journal Vokasi Teknologi Industri. Vol 2, No.2.
- Banjai, Patrima. 2018. Biermann's Handbook Of Pulp and Paper : Raw Material and Pulp Making (third edition). United States : Elsevier Inc. September 8, 2021. <https://www.sciencedirect.com/book/970128142400/biermanss-handbook-of-pulp-and-paper>.
- Amin M, Kurniasih A. 2017. Pengaruh Ukuran dan Waktu Kalsinasi Batu Kapur Terhadap Tingkat Perolehan Kadar CaO. [Tugas Akhir]. Tanjung Karang: UPT. Balai Pengolahan Mineral, Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjung Karang. Fakultas MIPA, Universitas Lampung.
- Job Training Reausticizing and Lime Kiln OKI. 2018. Air Sugihan : PT. OKI Pulp and Paper Mill.
- Job Training Fiber line OKI. 2018. Air Sugihan : PT. OKI Pulp and Paper Mill
- Kuparinen.K & Vakkilainen.E. (2017).Green Pulp Mill : Renewable Alternatif to Fossil Fuels in Lime Kiln Operations. <https://biosourcs.com>. 10 Februari 2022.
- Maritawati D. 2020.Pengaruh Variasi Waktu dan Suhu Kalsinasi Terhadap Kualitas Burn Lime. [Tugas Akhir]. Deltamas: Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Prastyo A. 2019. Pembuatan PCC (Precipitated Calcium Carbonate) menggunakan Bahan Baku Lime Mud Dengan Metode Kaustik Soda. [Tugas Akhir]. Deltamas: Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung.
- Hart PW. 2015. Mill Study On Improving Lime Kiln Efficiency. TAPPI Journal.Vol. 14, No.2.