

PENGARUH TOTAL TITRATABLE ALKALI GREEN LIQUOR TERHADAP EFISIENSI KAUSTISASI PADA PROSES RECAUSTICIZING

Rayhan Fachrel Muhammad¹, Rachmawati Apriani^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Paper, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung

ABSTRAK

Recausticizing merupakan unit yang bertugas untuk mengubah *green liquor* menjadi *white liquor*. Metode yang digunakan dalam metode ini yaitu metode kaustisasi. Proses rekaustisasi dilakukan dengan mereaksikan *green liquor* dengan kalsium oksida sehingga menghasilkan *white liquor*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *total titratable alkali green liquor* terhadap efisiensi kaustisasi pada proses *recausticizing*. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini memvariasikan nilai *total titratable alkali* 118, 121, 126, 129, 136, dan 143 g/L dan persentase penggunaan *burn lime* (CaO) sebesar 10%, 15%, 15%, 20%, 20%, dan 25% dengan target efisiensi kaustisasi sebesar $\geq 80\%$. Pada penelitian ini untuk suhu kaustisasi dijaga di angka 100-104°C. Hasilnya menunjukkan bahwa pada nilai *total titratable alkali* 118 mendapatkan nilai efisiensi kaustisasi tertinggi di angka 79,12%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai total alkali maka nilai efisiensi kaustisasi akan menjadi semakin tinggi.

Kata Kunci : *Green Liquor, Burn Lime, Efisiensi Kaustisasi, White Liquor*

ABSTRACT

Recausticizing is a unit whose job is to convert *green liquor* into *white liquor*. The method used in this method is the caustization method. The recustization process is carried out by reacting *green liquor* with calcium oxide to produce *white liquor*. This study aims to determine the effect of *total titratable alkali green liquor* on the efficiency of causticization in the *recausticizing*. Based on this, this study varied the *total titratable alkali* 118, 121, 126, 129, 136, and 143 g/L and the percentage of use of *burn lime* (CaO) by 10%, 15%, 15%, 20%, 20%, and 25% with a caustic efficiency target of 80%. In this study, the caustication temperature was maintained at 100-104°C. The results show that the *total titratable alkali* 118 gets the highest caustization efficiency value at 79.12%. This shows that the lower the total alkali value, the higher the caustization efficiency will be.

Key words : *Green liquor, Burn Lime, Caustic Efficiency, White Liquor*

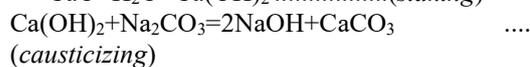
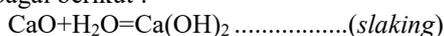
^{1*} Corresponding author: rayhan.cakra46@gmail.com ; rachmawatiapriani46@gmail.com

1. Pendahuluan

Recausticizing merupakan bagian dari unit *Chemical Recovery* dalam industri pulp yang bertujuan merekaustisasi ulang sisa larutan pemasak pulp dari proses *kraft* dengan cara mengambil kandungan alkali yang masih terdapat didalamnya. Secara garis besar, *Recausticizing* merupakan unit yang bertugas untuk mengubah *green liquor* menjadi *white liquor*.

Tujuan unit *Recausticizing* adalah untuk memproduksi *White Liquor* dengan kualitas yang seragam dengan kandungan suspensi *solid* yang rendah (TAPPI Proceeding, 2008). Tujuan tersebut dapat dicapai dengan menjaga efisiensi dari konversi Na_2CO_3 menjadi NaOH selalu tinggi yang dikenal dengan istilah *Caustic Efficiency*. Banyaknya *white liquor* yang dibutuhkan pada proses pemasakan adalah ditentukan dari jumlah kandungan NaOH dan Na_2S di dalam *white liquor* yang disebut dengan istilah *total active alkali* (Dale R. Sanchez, 2007). Jika konsentrasi *total active alkali* di dalam *white liquor* bervariasi akan berdampak pada proses pemasakan yaitu terjadi *over cook* dan *under cook*.

Green liquor merupakan bahan kimia yang berwarna kehijauan dengan kandungan utama sodium karbonat, sodium sulfida, dan sebagian kecil sodium hidroksida serta *dregs*. Sedangkan *white liquor* merupakan bahan kimia pemasak yang kandungan utamanya sodium hidroksida dan sodium sulfida. Pada proses pembuatan *white liquor*, ditambahkan kalsium oksida ke dalam *green liquor* yang bertujuan untuk mereaksikan kalsium oksida dengan air didalam *liquor* sehingga menghasilkan kalsium hidroksida, reaksi ini disebut *slaking*. Kalsium hidroksida yang terbentuk akan bereaksi dengan sodium karbonat sehingga menghasilkan sodium hidroksida dan kalsium karbonat, reaksi ini merupakan *causticizing* atau kaustisasi. Persamaan reaksi *slaking* dan *causticizing* sebagai berikut :



Ada Beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam membuat *White liquor*. Sanchez, Dale (2000) menyebutkan bahwa ada 3 hal yang mempengaruhi efisiensi kaustisasi dalam pembuatan *white liquor* yaitu :

1. *Total Titratable Alkali* dan temperatur *green liquor*
2. Kualitas *lime* (kalsium oksida)
3. Temperatur dan waktu reaksi *slaking-causticizing*

Efisiensi kaustisasi adalah perbandingan antara sodium hidroksida dengan jumlah

sodium hidroksida dan sodium karbonat sebagai Na_2O . Konsentrasi *green liquor* sangat berpengaruh terhadap persamaan konversi reaksi Na_2CO_3 dan juga jumlah kapur yang dibutuhkan di slaker. Persamaan konversi reaksi akan rendah jika konsentrasi *green liquor* tinggi (N.K.Mehra, 1989). Akan tetapi, jika konsentrasi *green liquor* terlalu rendah, jumlah air yang akan diuapkan di unit evaporator akan meningkat sehingga membutuhkan energi yang lebih banyak. Jumlah kapur yang ditambahkan ke dalam slaker harus cukup untuk mendapatkan konversi *green liquor* menjadi *white liquor* seoptimum mungkin. Dikarenakan reaksi *causticizing* adalah reaksi bolak-balik. Untuk efisiensi dari *causticizing* biasanya kisaran 80-90% (D.Mondal,1988). Untuk di *mill* sendiri efisiensi kaustisasi di proses *recausticizing* yang dicapai sekitar 77%-78% dengan nilai TTA berkisar antara 118-128 g/L. Untuk kendala di *mill* sendiri yaitu masih cenderung naik turunnya nilai efisiensi kaustisasi. Sehingga penulis mencoba memvariasikan nilai TTA pada penelitian yang akan dilakukan.

Berdasarkan penjelasan diatas yang melatar belakangi penulis untuk melakukan sebuah penelitian dengan judul “Pengaruh *Total Titratable Alkali Green Liquor* Terhadap Efisiensi Kaustisasi Pada Proses *Recausticizing*”. Parameter hasil percobaan yang perlu diperhatikan adalah nilai efisiensi kaustisasi dan kualitas *white liquor* yang dihasilkan.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium research and development salah satu perusahaan pulp yang ada diprovinsi jambi. Sampel kapur (*Burn Lime*) diambil dari storage di lime kiln 1. Untuk sampel *green liquor* diambil dari *green liquor clarifier tank*. Lalu pembuatan *white liquor* dilakukan di laboratorium research and development dengan target utama yaitu efisiensi kaustisasi pada tahap *slaking* dan kaustisasi.

2.1. Persiapan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : *Hot Plate* , *Magnetic Stirrer*, Gelas Beaker, Termometer Digital, Gelas ukur, Plat Besi, Kertas Saring, Desikator, *Erlenmeyer*, Pipet Volume, Pipet Tetes, dan Neraca Analitik

Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain : *Burn Lime* (kapur), *Green Liquor*, Air Demineralisasi, *Hot Water*, Gula Pasir, Indikator *Methyl Orange* ,Formaldehid 37%, Indikator *Phenolphthalein*, BaCl_2 10%, BaCl_2 5%, HCl 0.1 N, HCl 0.5 N.

2.2. Persiapan Green Liquor

Green liquor diambil dari titik pengambilan sampel ditanki *opticlear* menggunakan botol tahan panas. Gunakan alat pelindung diri seperti kacamata, sarung tangan karet, sepatu *safety*, dan pelindung kepala. Selanjutnya dilakukan pengujian *Total Titratable Alkali* (TTA) *green liquor* menggunakan standar TAPPI T624 cm-00. Siapkan 50 mL air atau *demin water*, masukkan dalam gelas erlenmeyer. Tambahkan 25 mL BaCl₂ 5% untuk *white liquor*, dan 25 mL BaCl₂ 10% untuk *green liquor*. Masukkan 5 mL sampel ke dalam gelas erlenmeyer menggunakan pipet volume 5 mL. Tambahkan 3-5 tetes indikator phenolphthalein. Titrasi menggunakan HCl 0,5 N hingga warna berubah menjadi putih (kembali seperti semula). Lalu catat volume HCl sebagai volume A. Tambahkan 5 mL formaldehid 37%. Titrasi kembali hingga warna berubah menjadi putih. Catat volume titrasi sebagai volume B. Tambahkan 3-5 tetes indikator *methyl orange*. Titrasi kembali hingga warna berubah menjadi oranye. Catat volume titrasi sebagai volume C. Setelah mendapatkan volume A, B, dan C.

Masukkan kedalam persamaan berikut :

$$\text{NaOH (as g/l Na}_2\text{O)} = \frac{((2A)-B) \times N \times F \times 31}{\text{Volume Sampel}}$$

$$\text{Na}_2\text{S as g/l Na}_2\text{O)} = \frac{2(B-A) \times N \times F \times 31}{\text{Volume Sampel}}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (as g/l Na}_2\text{O)} = \frac{(C-B) \times N \times F \times 31}{\text{Volume Sampel}}$$

Keterangan :

N = Normalitas HCl

F = Faktor Koreksi HCl

2.3. Persiapan Kalsium Oksida (CaO)

Sampel kalsium oksida jenis *burn lime* diambil dari titik pengambiln sampel dengan menggunakan alat pelindung diri yang dianjurkan. Metode pengujian *burn lime* mengacu pada standar yang sama. Selanjutnya dilakukan pengujian kemurnian CaO menggunakan standar TAPPI T 617 cm-00.

Timbang 0.5 gram CaO yang sudah disaring menggunakan Mesh 80. Masukkan sampel ke dalam Erlenmeyer. Tambahkan 20 mL air bebas CO₂, tutup dengan *aluminium foil*. Panaskan menggunakan *Hot plate* dan aduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga mendidih. Angkat dan dinginkan, kemudian ditambahkan 15 gram gula pasir dan 150 ml air bebas CO₂, *stirrer* selama 10 menit. Tambahkan indikator phenolptalein, lakukan titrasi dengan HCl 0,5 N. Catat volume titrasi.

2.4. Pembuatan White Liquor

Hitung secara stoikiometri kebutuhan reaksi antara *Green Liquor* dan *Rebourned Lime* (CaO) dengan melebihi konsumsi CaO selama reaksi berlangsung dengan asumsi purity CaO yang digunakan 85%. Gunakan *beaker glass* 2L untuk proses *Slaking* dan *Causticizing* dan tambahkan 1L sampel *Green Liquor*. Kembali panaskan *Green Liquor* sambil terus *distirerr* sampai temperatur > 90°C. Setelah temperatur *Green Liquor* tercapai, tambahkan secara perlahan CaO reaksi antara GL dan CaO menghasilkan panas (*boiling*) dan tutup *beaker glass* untuk meminimalkan penguapan. Jaga temperatur reaksi selama proses *slaking* dan *Causticizing* 103-105°C. Selama berlangsungnya reaksi, campuran harus terus mendidih, dan terjadi penguapan Air. Tambahkan air sampai batas *beaker glass* yang sudah diberi tanda sebagai volume awal. Hentikan reaksi jika waktu yang ditentukan tercapai dan segera pindahkan campuran ke gelas ukur 1 L untuk mengukur *Settling* dengan waktu 5 menit. Hitung persentasi *clear area* dari *White Liquor Clarified*. Uji *white liquor* terdiri dari efisiensi kaustisasi, aktif alkali dan *sulfidity*. Untuk *lime mud* yang terbentuk lakukan uji *Excess lime*.

2.5. Pengujian dan Pengambilan Data

a. Uji Aktif Alkali, Efisiensi Kaustisasi, dan *Sulfidity*

Siapkan 50 mL air atau *demin water*, masukkan ke dalam gelas erlenmeyer. Tambahkan 25 ml BaCl₂ 10% untuk *white liquor*, dan 25 mL BaCl₂ 10% untuk *green liquor*. Masukkan 5 mL sampel kedalam gelas erlenmeyer menggunakan pipet volume 5 mL. Tambahkan 3-5 tetes indikator phenolphthalein. Titrasi menggunakan HCl 0,5 N hingga warna berubah menjadi putih (kembali seperti semula). Lalu catat volume HCl sebagai volume A. Tambahkan 5 ml formaldehid 37%. Titrasi kembali hingga warna berubah menjadi putih. Catat volume titrasi sebagai volume B. Tambahkan 3-5 tetes indikator *methyl orange*. Titrasi kembali hingga warna berubah menjadi oranye. Catat volume titrasi sebagai volume C. Setelah mendapatkan volume A, B, C,

Masukkan persamaan berikut :

$$\text{NaOH (as g/l Na}_2\text{O)} = \frac{((2A)-B) \times N \times F \times 31}{\text{Volume Sampel}}$$

$$\text{Na}_2\text{S as g/l Na}_2\text{O} = \frac{2(B-A) \times N \times F \times 31}{\text{Volume Sampel}}$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ (as g/l Na}_2\text{O)} = \frac{(C-B) \times N \times F \times 31}{\text{Volume Sampel}}$$

Keterangan :

N = Normalitas HCl

F = Faktor Koreksi HCl

Hitung Aktif Alkali, Efisiensi Kaustisasi dan Sulfidity.

b. Uji Excess Lime

Ambil sampel kedalam cawan penguap dan panaskan pada temperatur 250°C ± 2 jam. Ambil sampel dengan teliti 0,5 g dan masukkan ke dalam elenmeyer. Tambahkan air aquades ± 20 mL dan tutup dengan gelas arloji. Panaskan ± 3 menit. Tambahkan gula pasir ± 15 g. Tambahkan air aquades 150 mL. Aduk dengan *magnetic stirer* sampai larut semuanya. Biarkan ± 10 menit. Tambahkan 3 tetes indikator phenolphthalein. Titrasi dengan 0,5 N HCl dan catat volume sebagai A mL.

Kalkulasi

$$\% \text{ Free lime as CaO} = \frac{VT \times N \times F \times 28,0387}{\text{gram OD sampel} \times 1000} \times 100\%$$

Keterangan :

VT = Volume titrasi 0,5 N HCl

N = Normalitas HCl

F = Faktor HCl

3. Hasil dan Pembahasan.

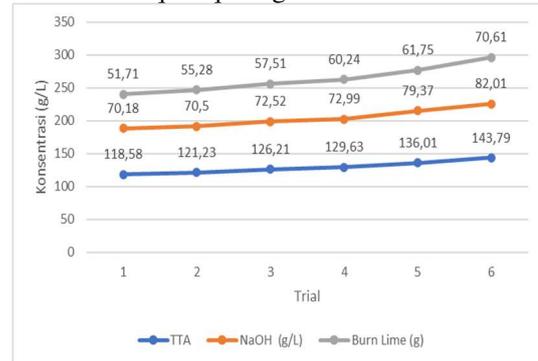
3.1 Pengaruh variasi nilai TTA GL terhadap konsentrasi NaOH, Na₂S, dan penggunaan Burn Lime.

Tabel 1 Hasil Percobaan Pengaruh Variasi Nilai TTA terhadap Konsentrasi NaOH, Na₂S, dan penggunaan Burn Lime

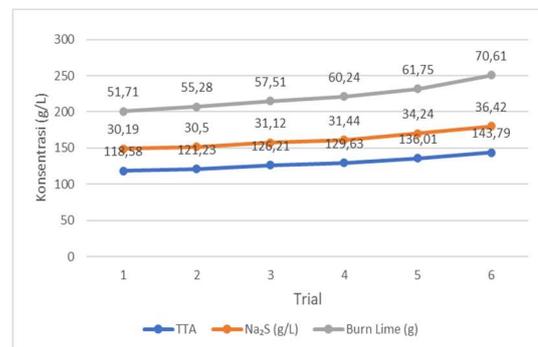
Dari data hasil percobaan di atas, diperoleh grafik pengaruh variasi nilai *Total Titratable*

Trial	TTA	Burn Lime	NaOH	Na ₂ S
1. (10%)	118,58	51,71	70,18	30,19
2. (15%)	121,23	55,28	70,5	30,5
3. (15%)	126,21	57,51	72,52	31,12
4. (20%)	129,63	60,24	72,99	31,44
5. (20%)	136,01	61,75	79,37	34,24
6. (25%)	143,79	70,61	82,01	36,42

Alkali terhadap konsentrasi NaOH, dan Na₂CO₃ setelah proses slaking dan causticizing selesai dilakukan. Seperti pada grafik berikut :



Gambar 1 Grafik Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Konsentrasi NaOH



Gambar 2 Grafik Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Konsentrasi Na₂S

Berdasarkan grafik di gambar 4.1 dan gambar 4.2 dapat kita lihat bahwa pada nilai *Total Titratable Alkali* (TTA) 118,58 didapatkan konsentrasi NaOH sebesar 70,18 g/L, sedangkan konsentrasi Na₂S sebesar 30,19 g/L, Nilai TTA 121,23 konsentrasi NaOH sebesar 72,52 g/L untuk konsentrasi Na₂S sebesar 30,50 g/L. Nilai TTA 126,21 konsentrasi NaOH sebesar 72,52 g/L, konsentrasi Na₂S sebesar 31,12 g/L. Untuk nilai TTA 129,63 konsentrasi NaOH sebesar 72,99 g/L, konsentrasi Na₂S sebesar 31,44 g/L. Untuk Nilai TTA 136,01 konsentrasi NaOH sebesar 79,37 g/L, konsentrasi Na₂S sebesar 34,24 g/L. Untuk nilai TTA 143,79 didapatkan konsentrasi NaOH sebesar 82,01 g/L, konsentrasi Na₂S sebesar 36,42 g/L.

Hal ini dikarenakan pada nilai TTA yang rendah yaitu 118,58 penggunaan *Burn Lime* juga sedikit sehingga mempengaruhi konsentrasi pada NaOH dan Na₂S dan berpengaruh saat proses *slaking* dan kaustisasi. Pada saat *slaking* dan kaustisasi *green liquor* reaksi antara *burn lime* dan *green liquor* sedikit kurang yang mempengaruhi hasil akhir pada konsentrasi NaOH dan Na₂S. Konsentrasi NaOH dan Na₂S juga dipengaruhi oleh kadar

green liquor sebelum proses slaking dan kaustisasi.

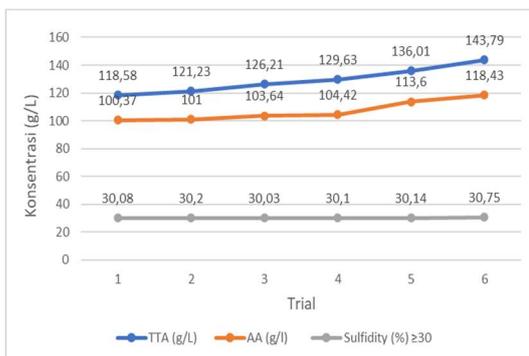
R. Andreola, dkk. (2015) menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi NaOH dan penurunan konsentrasi Na₂CO₃ disebabkan karena reaksi slaking dan kaustisasi yang berlangsung. Reaksi slaking adalah reaksi antara CaO dengan H₂O sehingga menghasilkan Ca(OH)₂. Sedangkan reaksi kaustisasi adalah reaksi antara Na₂CO₃ dengan Ca(OH)₂ menghasilkan NaOH dan CaCO₃. Namun, sebagian besar reaksi kaustisasi juga terjadi pada saat reaksi slaking yang berlangsung didalam suatu tanki yang disebut slaker.

3.2 Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Konsentrasi Aktif Alkali dan Sulfidity.

Tabel 2 Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Konsentrasi Aktif Alkali dan Sulfidity.

Trial	TTA	White Liquor Product	
		Aktif Alkali	Sulfidity
1	118	100,37	30,08
2	121	101	30,20
3	126	103,64	30,03
4	130	104,42	30,10
5	136	113,6	30,14
6	143	118,43	30,75

Data dari data hasil percobaan diatas, dapat diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 3 Grafik Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Konsentrasi Aktif Alkali dan Sulfidity

Dari grafik di atas dapat kita lihat bahwa pada nilai TTA 118,58 konsentrasi Aktif Alkali (AA) sebesar 100,37 g/L, untuk Sulfidity nya 30,08 %. Pada nilai TTA 121,23 konsentrasi Aktif Alkali 101 g/L, untuk Sulfidity 30,2%. Pada nilai TTA

126,21 konsentrasi Aktif Alkali 103,64 g/L, untuk sulfidity nya sebesar 30,03%. Pada nilai TTA 129,63 konsentrasi Aktif Alkali 104,42 g/L, untuk sulfidity 30,10 %. Pada nilai TTA 136,01 konsentrasi Aktif Alkali 113,6 g/L, untuk Sulfidity nya 30,14%. Pada nilai TTA 143,79 konsentrasi Aktif Alkali sebesar 118,43 g/L, untuk sulfidity nya 30,75%.

Hal ini disebabkan karena semakin tinggi nilai TTA maka untuk Aktif Alkali berupa NaOH dan Na₂S akan menjadi tinggi yang berfungsi sebagai larutan pemasak dalam proses pulping. Sedangkan pada nilai TTA yang rendah konsentrasi NaOH dan Na₂S juga rendah. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa nilai TTA mempengaruhi Aktif Alkali. Pada nilai Sulfidity nya cenderung stabil di kisaran 30%. Ini berarti untuk Nilai TTA tidak mempengaruhi nilai sulfidity. Hal ini dikarenakan sulfidity merupakan perbandingan Na₂S terhadap Aktif Alkali.

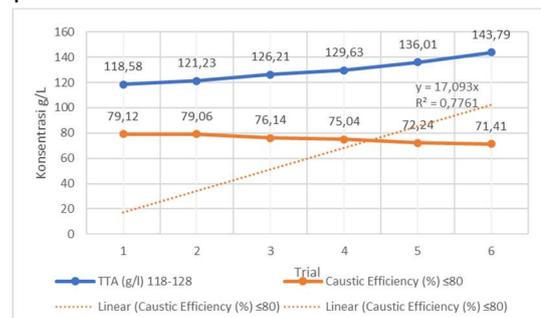
3.3 Pengaruh variasi Nilai TTA terhadap Efisiensi Kaustisasi.

Tabel 3 Pengaruh variasi Nilai TTA terhadap

Trial	TTA	Caustic Efficiency
1	118,58	79,12
2	121,23	79,06
3	126,21	76,14
4	129,63	75,04
5	136,01	72,24
6	143,79	71,41

efisiensi kaustisasi

Dari data hasil percobaan diatas dapat diperoleh grafik pengaruh variasi nilai TTA terhadap efisiensi kaustisasi sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Efisiensi Kaustisasi

Dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai *Total Titratable Alkali* maka efisiensi Kaustisasi akan menjadi rendah. Pada kandungan TTA yang sangat tinggi efisiensi kaustisasi akan sulit untuk dicapai karena kandungan Na_2CO_3 dalam GL tinggi. Dari grafik diatas untuk efisiensi kaustisasi tertinggi didapat pada nilai TTA 118,58.

Setelah dilakukan uji korelasi pada grafik pengaruh variasi nilai TTA terhadap efisiensi kaustisasi didapatkan nilai r sebesar 0,7761 ini menunjukkan nilai r mendekati 1 dan hubungan antara variabel x dan y kuat. Serta mendapatkan hasil 77,6% menyebabkan variabel x mempengaruhi variabel y .

Sanchez, Dale (2007) Mill yang beroperasi dengan efisiensi kaustisasi sebesar 80-84% di causticizer terakhir, produk dari *slaker* harus mencapai efisiensi kaustisasi 72-75%. Hal ini dimaksudkan agar semakin banyak *lime* yang terkonversi menjadi CaCO_3 dan juga semakin banyak Na_2CO_3 yang terkonversi menjadi NaOH .

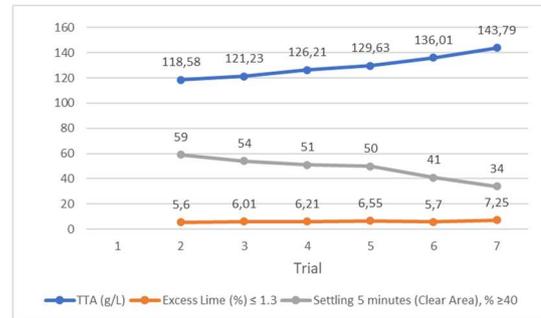
Efisiensi kaustisasi merupakan perbandingan NaOH dengan jumlah Na_2CO_3 dan untuk NaOH di dalam *liquor* dinyatakan dalam bentuk persen (%). Efisiensi kaustisasi ini mengindikasikan efektivitas reaksi kaustisasi yang berlangsung. Yaitu menunjukkan banyaknya jumlah Na_2CO_3 yang terkonversi menjadi NaOH .

3.4 Pengaruh Variasi Nilai TTA terhadap Excess Lime dan settling time.

Tabel 4 Pengaruh Variasi Nilai TTA terhadap Excess Lime dan settling time.

TTA	Excess Lime (%)	Settling 5 minutes (Clear Area), %
118,58	5,6	59
121,23	6,01	54
126,21	6,21	51
129,63	6,55	50
136,01	5,7	41
143,79	7,25	34

Dari data hasil percobaan diatas diperoleh grafik pengaruh variasi nilai TTA terhadap *excess lime* dan *settling Time* sebagai berikut :



Gambar 5 Grafik Pengaruh Variasi Nilai TTA Terhadap Excess Lime dan Settling Time

Pengujian *settling time* selama 5 menit dilakukan terhadap hasil proses kaustisasi. Dari beberapa variasi sampel uji, semakin tinggi kandungan TTA GL, maka nilai persentase *clear area* pada *settling* ini juga rendah. Sebagai indikasi bagusnya *settling clarified* ini, nilainya harus diatas 40%. Dengan waktu *slaking* dan *causticizing* yang sama untuk setiap variasi TTA GL, diperoleh nilai *settling* paling rendah untuk GL dengan kandungan TTA 143 g/L. Dengan konsumsi CaO (*Burn Lime*) yang berlebih pada reaksi kaustisasi, kandungan TTA GL yang sangat tinggi tidak lagi efektif untuk reaksi antara GL dan CaO . Sebagai indikasi nilai *excess lime* pada lime mud dari *WL Clarified* lebih tinggi dibanding variasi lainnya yaitu 7,25%.

Pada hasil uji *excess lime* didapatkan hasil masing masing yaitu 5.6%, 6.01%, 6.21%, 6.55%, 5.7% dan 7.25% . *Excess lime* sendiri diuji agar mengetahui berapa kapur yang tersisa sehingga dapat mengetahui dosis optimal penggunaan kapur. Semakin rendah nilai *Excess lime* maka pada saat reaksi antara kapur dan *Green Liquor* terjadi reaksi yang sempurna.

3.5 Hubungan Total Titratable Alkali, Efisiensi Kaustisasi dan Kalsium Oksida

Total Titratable Alkali (TTA) merupakan jumlah dari sodium karbonat, sodium hidroksida, dan sodium sulfida. Ketiga senyawa ini merupakan komponen penting dalam proses rekaustisasi karena dijadikan basis perhitungan parameter lainnya seperti aktif alkali, efektif alkali, dan efisiensi kaustisasi.

Maka dari uraian diatas TTA erat hubungannya dengan efisiensi kaustisasi dan kalsium oksida dalam proses pembuatan white liquor. Karena untuk membuat white liquor menggunakan standar nilai efisiensi kaustisasi tertentu, maka diperlukan data TTA beserta senyawanya sehingga dapat dilakukan perhitungan terkait jumlah sodium karbonat yang harus direaksikan menjadi sodium hidroksida untuk mencapai target efisiensi kaustisasi. Jumlah sodium karbonat yang direaksikan ini menjadi dasar penambahan kalsium oksida. Jadi TTA, efisiensi kaustisasi, dan kalsium oksida sangat erat hubungannya saat pada proses pembuatan *white liquor*.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan telah dilakukan uji korelasi terhadap grafik pengaruh variasi nilai TTA terhadap efisiensi kaustisasi didapatkan nilai r sebesar 0,7761 ini menunjukkan nilai r mendekati angka 1. Berdasarkan hal tersebut hubungan antara variabel x dan y kuat. Serta mendapatkan hasil 77,6% menyebabkan variabel x mempengaruhi variabel y .

4. Kesimpulan

TTA *Green Liqour* sangat berpengaruh untuk pencapaian efisiensi kaustisasi. Semakin tinggi kandungan TTA *Green Liqour* maka akan semakin sulit untuk mencapai efisiensi kaustisasi yang tinggi. Ini artinya kandungan Na_2CO_3 yang masih terkandung dalam WL yang terbentuk juga tinggi, yang bersifat dead load jika jika digunakan pada proses pemasakan *pulp*. TTA *Green Liqour* yang dibutuhkan untuk reaksi *slaking* dan *causticizing* berdasarkan pengujian ini adalah 121-129 g/l, karena pada range ini efisiensi kaustisasi bisa diatas 77% dan nilai aktif alkali WL kisaran 103-104 g/l, serta settling ratenya juga bagus yaitu >50%. Untuk penelitian yang dilakukan sudah mencapai target efisiensi kaustisasi standar mill ($\geq 75\%$). Bahwa nilai efisiensi kaustisasi berpengaruh terhadap penggunaan CaO (*Burn Lime*), hal ini dikarenakan semakin tinggi nilai efisiensi kaustisasi berarti penggunaan CaO saat proses *slaking* dan kaustisasi akan rendah. Untuk *white liquor* yang dihasilkan semakin

tinggi nilai efisiensi kaustisasi maka kualitas *white liquor* akan menjadi kecil karena efisiensi kaustisasi lebih berpengaruh ke penggunaan CaO (*Burn Lime*).

Daftar Pustaka

- Abdillah, Firstyanto. 2020. *Pengaruh Penambahan Burn Lime dan Fresh Lime Terhadap Efisiensi Kaustisasi*. Bekasi: Institut Teknologi Sains Bandung.
- Bajpai, Pratima (2017). *Preparation of White Liquor. Pulp and Paper Industry*, 101–130. doi:10.1016/b978-0-12-811103-1.00005-x
- Bajpai, Pratima. (2018). *Pulping Calculations*. In *Biermann's Handbook of Pulp and Paper* (pp. 353–373). Elsevier.
- Biermann, Christopher J. (1996). *Handbook of Pulping and Papermaking*. California : Academic Press.
- Boynton, S. Robert, 1999. *Chemistry and Technology of Lime and Limestone* 2nd.Ed.
- Efrizal, Mazdar. 2011. *Laporan Kerja Praktik : Pengaruh Pembakaran NCG (Non Condensable Gas) Di Kiln #2 Recausticizing Terhadap Kualitas CaO*. Bandung: Akademi Teknologi Pulp Dan Kertas.
- Sanchez, Dale. R, 2007. “*Recausticizing-Principles and Practice*”, *Kraft Recovery Short Course*. Burlington, Januari 2007.
- Sixta, Herbet. 2006. *Handbook of Pulp*. Weinheim : WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Syambas, A. Ramadhan, 2016. *Pengaruh Penambahan CaO terhadap Kualitas White Liquor*. Deltamas : ITSB.
- Wang, Lijun. 1993. *Dynamic Symulation a Recausticizing Plant*. Vancouver : The University of British Columbia.