

## **PENENTUAN RASIO OPTIMAL PADA *DREGS WASHER* TERHADAP NILAI ALKALI DI UNIT *RECAUSTICIZING* DAN *LIME KILN***

Rini Pratiwi<sup>1</sup>, Ni Njoman Manik Susantini<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

### **ABSTRAK**

*Dregs Handling* merupakan lingkup bagian yang menangani *dregs* setelah terpisah dari *green liquor*. Pada *dregs handling* terjadi proses pencucian dan penyaringan terhadap *dregs* dan filtratnya. Efisiensi pencucian dipengaruhi oleh banyaknya jumlah air pencuci yang ditambahkan. Untuk mengurangi nilai alkali yang masih tinggi pada *dregs* dilakukan penelitian mengenai penentuan rasio optimal pada pencucian *dregs* dengan tujuan didapatkan nilai rasio pencucian yang optimal terhadap nilai alkali dengan target *total titratable alkali* < 25 g/l, *Dryness dregs* >50%, Total Alkali *dregs* <3% dan pH *dregs* <13. Pencucian *green liquor dregs* dilakukan dengan cara pengenceran menggunakan variasi rasio pencucian 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6 dengan menggunakan *intermediate condensate*, selain itu juga dilakukan pencucian menggunakan filtrat sebagai pembanding dengan variasi rasio yang sama yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa rasio optimal pencucian *dregs* dari segi parameter teknis maupun potensial benefit ditunjukkan pada variasi pencucian menggunakan *intermediate condensate* dengan rasio 1:5. Diperoleh nilai TTA 20.055 g/l, *Dryness dregs* 54.031%, Total Alkali *dregs* 2.190% dan pH *dregs* 12.554. Hasil tersebut sesuai dengan target standar kualitas alkali *dregs*. Penurunan alkali menunjukkan bahwa semakin meningkat rasio pencucian maka nilai alkali akan semakin rendah hingga mencapai nilai optimalnya.

**Kata Kunci:** *Green liquor, Dregs, Intermediate Condensate, filtrat, Total Alkali.*

### **ABSTRACT**

*Dregs Handling is the scope of the department that handles dregs after they are separated from green liquor. In dregs handling, there is a washing and filtering process for dregs and their filtrate. Washing efficiency is influenced by the amount of washing water added. To reduce the alkali value which is still high in dregs, a study was conducted on determining the optimal ratio for washing dregs to obtain the optimal washing ratio value to alkali value with the target of total titratable alkali < 25 g/l, Dryness dregs >50%, Total Alkali dregs < 3% and pH dregs <13. The washing of Green Liquor dregs was carried out by diluting and using various washing ratios of 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, and 1:6 using intermediate condensate. In addition, washing was also carried out using the filtrate as a comparison with the same ratio variation of 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, and 1:6. The results showed that the optimal ratio of dregs washing in terms of technical parameters and potential benefits was shown in the variation of washing using intermediate condensate with a ratio of 1:5. The value of TTA wash liquor was 20.055 g/l, Dryness dregs 54.031%, Total Alkali dregs 2.190%, and pH dregs 12.554 these results were following the target quality standard for alkaline dregs. The decrease in alkali indicates that the higher the washing ratio, the lower the alkali value until it reaches its optimal value.*

**Keywords:** *Green liquor, Dregs, Intermediate Condensate, filtrate, Total Alkali.*

<sup>1\*</sup> Corresponding author: [njoman.manik@gmail.com](mailto:njoman.manik@gmail.com)

*Recausticizing* merupakan salah satu unit pada proses *chemical recovery* yang memiliki tujuan utama memproduksi cairan pemasak (*white liquor*) dengan memulihkan bahan kimia anorganik yang dihasilkan *recovery boiler* menggunakan kapur (Sanchez,2007). Bahan kimia tersebut biasa dikenal dengan istilah *green liquor*.

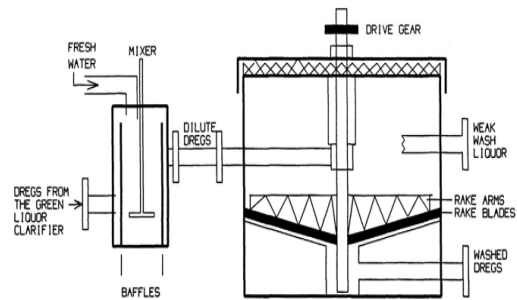
*Green liquor* merupakan larutan yang dihasilkan dengan melarutkan *weak wash liquor* dan smelt dari *recovery boiler*. Interaksi *weak wash liquor* dan smelt mempengaruhi pengendapan ampas di clarifier (Liden, 2019). *Green liquor* harus dipisahkan terlebih dahulu dari ampas pengotor berupa padatan yang dikenal dengan istilah *dregs* sebelum proses *recausticizing*.

*Dregs* adalah material padat berwarna kehitaman yang berasal dari endapan *green liquor* (Despaleri,2010). Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.101 tahun 2014, *dregs* termasuk kategori limbah berbahaya dengan kandungan alkali dan pH yang harus dikontrol agar aman apabila dilepas ke lingkungan. Alkali yang banyak ikut terbuang bersama dengan *dregs* saat ini menjadi permasalahan yang terjadi di industri. Berdasarkan standar industri nilai alkali akhir pada *dregs* adalah <3% , hal tersebut berbeda dengan fenomena yang terjadi di industri saat ini yaitu nilai alkali masih sangat tinggi hingga mencapai >8%.

Alkali yang banyak terbuang menyebabkan pengaruh terhadap proses dan lingkungan. Salah satu dampak dari banyaknya alkali yang terbuang pada *dregs* adalah nilai *total titratable alkali green liquor* berpengaruh saat *recausticizing*, kuantitas cairan pemasak (*white liquor*) yang dihasilkan tidak optimal sehingga untuk mencapai hasil yang optimal akan membuat penggunaan *make up chemical* semakin banyak.

Penggunaan *make up chemical* yang lebih banyak digunakan bertujuan untuk menutupi alkali-alkali yang terbuang pada *dregs*, jika alkali yang hilang digunakan sebagai *make up chemical process* akan berdampak pada kebutuhan bahan kimia natrium terpenuhi (Svensson,J., 2012). Alkali yang terbuang pada *dregs* juga berpengaruh terhadap lingkungan karena akan menimbulkan efek berbahaya seperti mengganggu pertumbuhan tanaman yang sulit mendapat zat hara, menghalangi kesuburan tanah dan mengganggu kesehatan makhluk hidup.

Secara umum pengendalian *green liquor dregs* dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pencucian, penyaringan, dan press.



Gambar 1 Sedimentasi *Green Liquor Dregs Washer*  
(Sumber : Pratima Bajpai,2018)

Salah satu upaya yang telah dilakukan untuk meminimalkan alkali yang terbuang saat ini adalah menggunakan filtrat sebagai pencuci *dregs*, namun penggunaan filtrat dinilai kurang efektif jika dilihat dari hasil alkali yang masih banyak terbuang.

Alternatif yang dapat digunakan untuk menurunkan alkali adalah dengan memanfaatkan air kondensat untuk menggantikan filtrat sebagai air pencucian *dregs*. Novia (2018) menjelaskan bahwa air *condensate* dapat dimanfaatkan sebagai pengekstraksi dalam pengurangan alkali. Kondensat merupakan air hasil dari proses kondensasi. Pada industri pulp, kondensat merupakan air yang didapat dari proses pada *vacuum evaporator*. *Vacuum evaporator* kemudian akan memenuhi kebutuhan unit-unit lain dengan mengirim kondensat sesuai dengan jenis kebutuhan kondensatnya. Kondensat memiliki kandungan alkali yang sangat rendah dibandingkan filtrat sehingga dapat secara optimal menurunkan nilai alkali pada *dregs*.

Rasio pencucian merupakan faktor penting saat pengenceran antara *dregs* dan air pencuci untuk tahap penanganan selanjutnya. Efisiensi pencucian dipengaruhi dari banyaknya air yang ditambahkan untuk pencucian. Banyaknya air yang digunakan juga memberikan pengaruh terhadap *dregs* (Tran,H.,2005).

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menurunkan nilai alkali *dregs* dengan membuktikan pengaruh penggunaan kondensat terhadap parameter *dregs* dan menentukan rasio optimal yang paling baik untuk digunakan pada *dregs washer*. Hasil yang digunakan untuk mengetahui tujuan tersebut adalah dari pengujian *total titratable alkali wash liquor*, *dryness dregs*, total alkali (TA) dan pH *dregs*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan bahan utama yaitu *green liquor dregs*, *intermediate condensate*, filtrat, HCl 0,5 N, HCl 0,1 N, BaCl 5%, *demin water*, Larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  10%, Indikator phenolphthalein, Formaldehid 37% , Indikator *methyl orange*. Alat yang digunakan yaitu *hot plate*, *magnetic stirrer*, *erlenmeyer*, *beaker glass*, termometer, oven, kondensor, labu destilasi, cawan dan pH meter.

Percobaan pencucian dilakukan dengan metode pengenceran. Pencucian dilakukan menggunakan *intermediate condensate* dan pencucian menggunakan filtrat sebagai pembanding. Masing-masing variasi pencucian *green liquor dregs* dengan *intermediate condensate* menggunakan rasio 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6 dengan jumlah konstan *green liquor dregs* yang digunakan yaitu 100 ml. Pencucian *green liquor dregs* menggunakan filtrat juga dilakukan menggunakan rasio yang sama yaitu 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 dan 1:6.

### Prosedur Pencucian

Pencucian dilakukan menggunakan metode pengenceran. Metode pengenceran diawali dengan menjaga temperatur *green liquor dregs*, *intermediate condensate* dan filtrat pada 70 °C - 75°C. *Green liquor liquor dregs* 100 ml dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan diencerkan menggunakan pencuci *intermediate condensate* dengan masing-masing variasi rasio lalu dihomogenkan menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Larutan yang telah homogen dilakukan pemisahan *wash liquor* 100 ml untuk melakukan pengecekan *total titratable alkali* menggunakan standar TAPPI T624 cm-00. Sisa larutan *dregs* kemudian di vakum untuk mendapatkan sampel *dregs cake*. *Dregs* kemudian di oven untuk dilakukan pengecekan *dryness* dan total alkali berdasarkan Standar TAPPI T625. Setelah dilakukan pencucian menggunakan *intermediate condensate*, selanjutnya lakukan pencucian *green liquor dregs* menggunakan filtrat dengan langkah yang sama dan pengujian yang sama sebagai pembanding.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

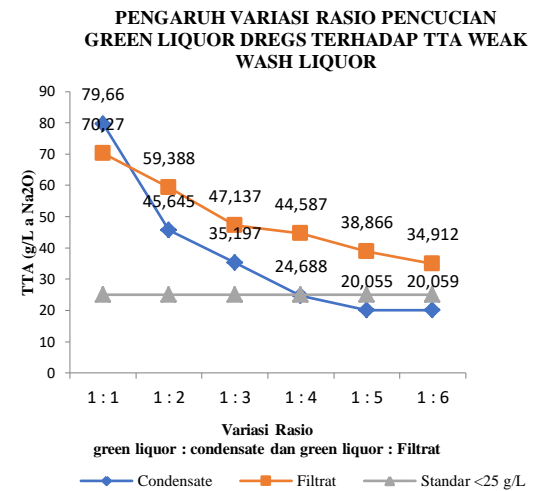
### Hasil Pengujian Weak Wash Liquor

*Total titratable alkali* merupakan jumlah keseluruhan senyawa kimia basa yang dititrasi menggunakan asam kuat. *Total titratable alkali* menunjukkan banyaknya alkali yang terdapat

pada *wash liquor* yang merupakan produk samping dari pencucian *green liquor dregs*.

**Tabel 1** Hasil Pengujian TTA pada *wash liquor*

Rasio	Total Titratable Alkali (g/L as Na <sub>2</sub> O)	
	<i>Green liquor : Condensate</i>	<i>Green liquor : Filtrat</i>
1 : 1	79.660	70.270
1 : 2	45.645	59.388
1 : 3	35.197	47.137
1 : 4	24.688	44.587
1 : 5	20.055	38.866
1 : 6	20.059	34.912



**Gambar 2** Grafik Hasil Pengujian TTA *Wash liquor*

*Total titratable alkali wash liquor* mengalami penurunan dengan semakin besarnya rasio air pencuci yang ditambahkan. Semakin besar variasi rasio pengenceran pada proses pencucian *green liquor dregs* maka nilai *total titratable alkali* pada *weak wash liquor* yang dihasilkan akan semakin rendah hingga mencapai pada rasio optimalnya. Penggunaan *intermediate condensate* dengan variasi rasio 1:4, 1:5 dan 1:6 menunjukkan nilai *total titratable alkali* yang telah sesuai dengan standar pabrik yaitu < 25 g/l. Rasio 1:5 menggunakan *intermediate condensate* menunjukkan rasio yang paling optimal digunakan, hal tersebut disebabkan pada rasio 1:6 nilai *total titratable alkali* sudah tidak terjadi penurunan.

Penurunan nilai *total titratable alkali* yang optimal disebabkan penggunaan *intermediate condensate* yang memiliki kandungan alkali sangat rendah dapat menurunkan *total titratable alkali green liquor dregs* yang lebih besar dibandingkan menggunakan filtrat. Rasio pencucian *intermediate condensate* 1:6 tidak mengalami penurunan karena alkali dari air pencuci sudah pada kondisi jenuh dan kondisi alkali pada air pencuci telah banyak yang berikatan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Vladimiris (2013).

*intermediate condensate* lebih efektif dalam menurunkan nilai *total titratable alkali* pada *dregs* dibandingkan menggunakan filtrat karena kandungan alkali pada filtrat lebih tinggi dari *intermediate condensate*.

Alkali yang ada pada air pengencuci *dregs* akan berpengaruh pada *wash liquor* dan *dregs cake* yang dihasilkan. Air pencuci (*wash liquor*) akan ditampung di *wash liquor tank* dan bercampur dengan air pencucian dari seluruh proses yang ada di departemen *recausticizing*.

Kandungan natrium (Na) pada *wash liquor* <25 g/l bertujuan untuk mencegah terbentuknya endapan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  sebelum pemisahan *dregs* (Ingelman, M., 2007). Semakin banyak pengencer yang digunakan pada pencucian *dregs*, akan membuat kandungan natrium *wash liquor* semakin rendah sehingga *total titratable alkali* akan semakin kecil. Hal tersebut dikarenakan banyaknya air pencuci yang ditambahkan memiliki alkali lebih rendah dari *green liquor* sehingga alkali yang ada pada *green liquor* akan terlarut ke air pencuci yang memiliki rasio lebih banyak dengan kandungan alkali rendah.

### Hasil Pengujian *Dryness Dregs*

*Dryness* merupakan tingkat kekeringan pada suatu padatan berupa *dregs*. Pengujian *dryness* bertujuan untuk mengetahui tingkat kekeringan *dregs* sebelum dibuang ke *landfill*.

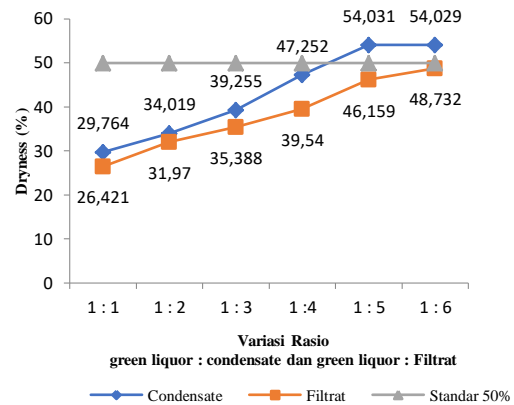
Tabel 2 Hasil Pengujian *Dryness Dregs*

Rasio	<i>Dryness (%)</i>	
	<i>Green liquor : Condensate</i>	<i>Green liquor : Filtrat</i>
1 : 1	29.764	26.421
1 : 2	34.019	31.970
1 : 3	39.255	35.388
1 : 4	47.252	39.540
1 : 5	54.031	46.159
1 : 6	54.029	48.732

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai *dryness dregs* yang dihasilkan dari proses pencucian. Semakin besar variasi rasio pengenceran pada proses pencucian *green liquor dregs* maka nilai *dryness dregs* yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Menurut Sanchez D.(2005), *dregs cake* yang telah di vakum akan memiliki tingkat kekeringan 30-35% jika kondisi *dregs* tercampur dengan *lime mud*, sedangkan jika *dregs* yang keluar dari *dregs filter* memiliki tingkat kekeringan 50% dengan nilai *soda loss* 2.5% sebagai  $\text{Na}_2\text{O}$  *dregs*.

PENGARUH VARIASI RASIO PENCUCIAN GREEN LIQUOR DREGS TERHADAP DRYNESS DREGS



Gambar 3 Grafik Hasil Pengujian *Dryness Dregs*

Nilai *dryness dregs* mengalami peningkatan seiring bertambahnya rasio pencucian menggunakan *intermediate condensate* dan filtrat yang ditunjukkan pada gambar 3. *Dryness* hasil pencucian menggunakan filtrat telah mengalami kenaikan hampir sesuai standar. Rasio 1:5 pencucian menggunakan *intermediate condensate* menunjukkan rasio yang paling optimal dari 6 variasi yang telah dilakukan. Semakin tinggi *dryness* maka nilai total alkali akan semakin rendah hal tersebut karena alkali terikat dengan ion ( $\text{OH}^-$ ) air. Saat proses vakum, alkali akan ikut bersamaan dengan air. Air pada *dregs* juga akan banyak terhisap, ion-ion air akan saling terikat dengan alkali dan membuat tingkat kekeringan *dregs* semakin tinggi dengan alkali *dregs* yang rendah. Oleh sebab itu, semakin besar variasi rasio pengenceran pada proses pencucian *green liquor dregs* maka nilai *dryness dregs* yang dihasilkan akan semakin tinggi.

*Dryness* semakin meningkat dengan banyaknya air pada *dregs* yang menguap dan terhisap saat vakum. Kenaikan *dryness dregs* selain dipengaruhi air yang digunakan sebagai pengencer juga dipengaruhi dari temperatur yang digunakan saat pengenceran. Temperatur yang terlalu rendah dapat membuat *dryness dregs* semakin menurun, penentuan temperatur yang paling efektif ditunjukkan pada penggunaan temperatur  $70^\circ\text{C}$ .

### Hasil Pengujian Total Alkali *Dregs*

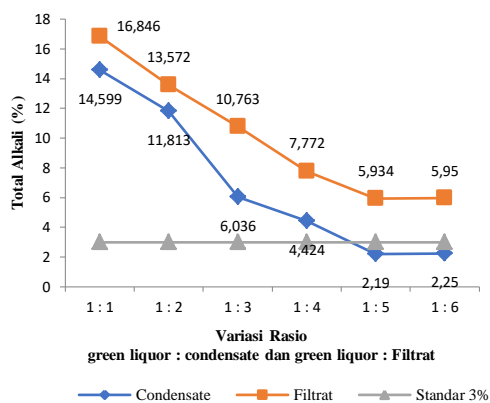
Total alkali merupakan jumlah keseluruhan kandungan senyawa alkali sodium. Nilai total alkali *dregs* menunjukkan alkali yang ikut terbuang pada *dregs*.

**Tabel 3** Hasil Pengujian Total Alkali Dregs

Rasio	Total Alkali (%)	
	Green liquor : Condensate	Green liquor : Filtrat
1 : 1	14.599	16.846
1 : 2	11.813	13.572
1 : 3	6.036	10.763
1 : 4	4.424	7.772
1 : 5	2.190	5.934
1 : 6	2.250	5.950

Pada tabel 3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai total alkali *dregs* yang dihasilkan dari proses pencucian menggunakan *intermediate condensate* dan filtrat.

**PENGARUH VARIASI RASIO PENCUCIAN GREEN LIQUOR DREGS TERHADAP TOTAL ALKALI DREGS**



**Gambar 4** Hasil Pengujian Total Alkali Dregs

Semakin besar variasi rasio pengenceran pada proses pencucian *green liquor dregs* maka nilai total alkali *dregs* yang dihasilkan semakin rendah hingga mencapai titik optimalnya. Pada gambar 4, penggunaan *intermediate condensate* dengan variasi rasio 1:5 menunjukkan nilai *total alkali* yang paling rendah dari 6 variasi yang telah dilakukan dan telah sesuai dengan standar pabrik < 3%. Rasio 1:5 menunjukkan rasio optimal dari pencucian *green liquor dregs* karena nilai alkali dari rasio 1:6 tidak mengalami penurunan. Hal ini disebabkan meningkatnya konsentrasi alkali yang diikat pada air pencuci sehingga penurunan alkali pada *green liquor dregs* terhadap *intermediate condensate* tidak optimal lagi (Vladimirov, 2013). Pada pencucian menggunakan filtrat, nilai total alkali belum mencapai standar hal ini dikarenakan kandungan alkali pada filtrat sebelum digunakan sebagai pencuci lebih tinggi dibandingkan dengan *intermediate condensate* sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuktikan batas rasio optimal pada filtrat.

Kandungan alkali pada *dregs* berhubungan dengan tingkat kekeringan (*dryness*) *dregs*. Semakin rendah *dryness* yang dimiliki *dregs cake* maka nilai total alkali akan semakin besar. Untuk mendapatkan nilai total alkali yang rendah, nilai *dryness dregs* yang dicapai harus tinggi (sesuai standar). Efisiensi pencucian *dregs* dipengaruhi oleh jumlah air pengencer yang ditambahkan (Tran, H. 2016). Penurunan nilai total alkali disebabkan oleh alkali yang mudah larut pada air dan adanya reaksi difusi sehingga alkali konsentrasi tinggi akan berpindah ke cairan yang memiliki konsentrasi lebih rendah. Banyaknya penambahan rasio *intermediate condensate* pada pencucian *dregs* akan membuat konsentrasi alkali *dregs* berpindah ke air pencuci secara difusi hingga kandungan alkali air pencuci mengalami kesetimbangan.

### Hasil Pengujian pH pada Dregs

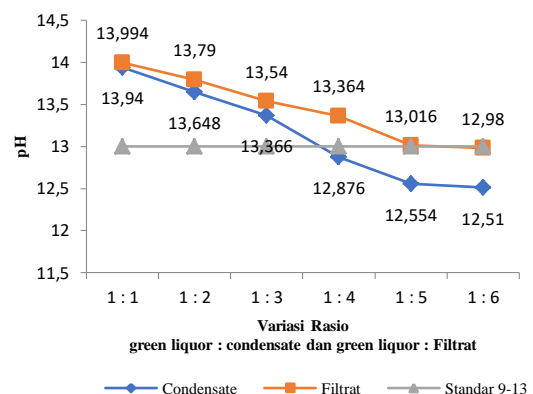
Pengujian pH bertujuan agar *dregs* yang terbuang tidak memiliki alkalinitas yang tinggi dan untuk menghindari klasifikasi limbah berbahaya dengan standar 9-13 berdasarkan peraturan *Environmental Protection Agency* (EPA) U.S No.9045 D

**Tabel 4** Hasil Pengujian pH Dregs

Rasio	pH dregs	
	Green liquor : Condensate	Green liquor : Filtrat
1 : 1	13.940	13.994
1 : 2	13.648	13.790
1 : 3	13.366	13/.54
1 : 4	12.876	13.364
1 : 5	12.554	13.016
1 : 6	12.51	12.980

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi penurunan nilai pH *dregs* yang dihasilkan dari proses pencucian.

**PENGARUH VARIASI RASIO PENCUCIAN GREEN LIQUOR DREGS TERHADAP pH DREGS**



**Gambar 5** Grafik Hasil pengujian pH Dregs

Semakin besar variasi rasio pengenceran pada proses pencucian *green liquor dregs* maka pH *dregs* yang dihasilkan akan semakin rendah. Pada gambar 5 penggunaan *intermediate condensate* dengan variasi rasio 1:5 dan 1:6 didapat nilai pH *dregs* yang paling rendah dari 6 variasi yang telah dilakukan.

Rasio 1:5 menunjukkan rasio optimal pencucian *green liquor dregs* terhadap pH karena pada rasio 1:6 penurunan pH yang terjadi tidak signifikan atau sangat rendah hal ini disebabkan karena alkalinitas *dregs* sudah mencapai titik setimbang terhadap air yang digunakan sebagai pencuci. Air kondensat memiliki pH yang lebih rendah dibandingkan dengan filtrat sehingga penurunan pH dengan pencucian *intermediate condensate* lebih baik dari filtrat.

Menurut Hotman Arnol (2009), *dregs* umumnya memiliki pH antara 9-12,7. *Dregs cake* yang diencerkan kemudian disaring dalam *dregs precoat filter* untuk menghasilkan *dregs cake* dengan kekeringan 50% dan memiliki pH sekitar 12.

PH tinggi pada *dregs* dapat mencegah pemanfaatan *dregs* untuk perbaikan tanah dan sebagai pupuk karena kandungan alkalinitas yang masih tinggi dan konsentrasi logam berat pada *dregs* yang membuat *dregs* akhirnya juga tidak dapat dimanfaatkan dalam mengembalikan pH limbah asam. Penurunan pH pada *dregs* terjadi karena adanya campuran dari pencuci yang digunakan memiliki pH yang lebih rendah dan adanya proses vakum (Vettenranta, Aino, 2021).

## Potensial Benefit

Perhitungan potensial benefit dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui potensi keuntungan yang akan didapat dengan melakukan pencucian yang optimal.

**Tabel 5** Potensial Benefit

Perhitungan	Alkali Loss (T/D as Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Loss Cost (USD/Day)
Actual	8.252	916
Potensi menggunakan filtrat	6.282	697.336
Potensial Benefit menggunakan Filtrat		218.674
Potensi optimal menggunakan <i>intermediate condensate</i>	2.562	284.21
Potensial Benefit menggunakan <i>Intermediate condensate</i>		631.597 USD/Day

Pada Tabel 5 didapat data potensial benefit terhadap *reduce chemical loss*. Alkali yang terbuang berdasarkan data actual (*Alkali loss actual*) yaitu 8.252 Ton/day sebagai Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingginya alkali yang terbuang dari lingkup proses. Nilai tersebut didapat dari rata-rata harian *dregs* yang dibuang dalam tiga bulan terakhir (Januari 2022 – Maret 2022). Kemudian dilakukan perhitungan biaya dengan hasil 916 USD/day. Biaya tersebut menunjukkan 8.252 ton/day alkali yang terbuang memiliki nilai sebesar 916 USD/day.

Perhitungan *alkali loss* dari pencucian menggunakan filtrat yaitu 6.282 Ton/Day dengan nilai sebesar 697.336 USD/Day nilai tersebut jika dibandingkan dengan pencucian menggunakan *intermediate condensate* rasio optimal yaitu rasio 1:5 menunjukkan bahwa terjadi pengurangan alkali yang terbuang menjadi 2.562 Ton/day. Nilai tersebut jika diakumulasikan dalam bentuk biaya senilai 284.21 USD/day.

Potensial benefit yang paling optimal didapat adalah menggunakan pencucian *intermediate condensate* dengan benefit 631.597 USD/Day, hal tersebut lebih baik jika dibandingkan pada potensial benefit menggunakan filtrat sebesar 218.674 USD/Day.

## KESIMPULAN

Penggunaan variasi Rasio pencucian berpengaruh terhadap alkali. Semakin besar rasio pencucian yang digunakan maka alkali akan semakin rendah hingga titik optimalnya. Pada rasio pencucian menggunakan *intermediate condensate* 1:5 terjadi penurunan optimal dari *dryness* 17.224% dan total alkali 28.679% menjadi 54.031% *dryness* dan 2.190% total alkali. Rasio pencucian juga berpengaruh terhadap pH *dregs*. Semakin besar rasio pencucian yang digunakan maka pH *dregs* akan semakin menurun. Pada rasio 1 : 5 pencucian menggunakan *condensate* didapat pH yang paling baik yaitu dari 14 menjadi 12.51. Kondisi optimal pada pencucian *green liquor dregs* dilihat dari hasil parameter yang diuji yaitu menggunakan *intermediate condensate* dengan rasio 1:5 yang dapat menghasilkan potensial benefit terhadap *cost* sebesar 631.597 USD/Day.

## DAFTAR PUSTAKA

- Almeida, H.C., da Silveira, dkk. (2007). *Chemical composition of dregs. Quimica Nova*, 30(7), 1669–1672.
- Bajpai, Pratima (2017). *Preparation of White*
- 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.
- Celgar LLP Vivek Rajbhandari, Z., & Leclerc, M. (2011). *Improving Smelt Dissolving Tank TTA Control at Zellstoff-Celgar*
- Despalieri, A.P. Pembuatan dan karakterisasi bata kontruksi dengan memanfaatkan limbah padat industri pulp (dreg dan grits) dari PT. TPL PORSEA. Skripsi. Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Djuwansah, M. (2013). Status Natrium pada Tanah Tercemar Limbah Industri Tekstil di Rancaekek, Kabupaten Bandung *Sodium Status on Polluted Soils by Textile Industrial Waste in Rancaekek*, Kabupaten Bandung.
- Golmaei, M., Kinnarinen, T., Jernström, E., & Häkkinen, A. (2017). *Study on the filtration characteristics of green liquor drinks. Chemical Engineering Journal*. doi:10.1016/j.cej.2017.02.104
- Ingelman, Magnus. Metso Fiber Karlstad AB.(2007). *Method For The Production Of Green Liquor*. US Patents. No.US00727072B2.
- Liden, J. (1995) *Green Liquor Dregs ; its origin and effects in the lime cycle. Proceedings of the TAPPI 1995 International Chemical Recovery Conference*, A291-A298, Atlanta, GA.
- Sanchez, D. (2007). *Recausticizing - Principles and Practice*. Burlington.
- Sanchez, D., & Tran, H. (2005). *Treatment Of Lime Slaker Grit And Green Liquor Dregs-Current Practice. TAPPI Engineering, Pulping & Environmental Conference*, Philadelphia.
- Svensson, Jenny. (2012). *Non-Process element in green liquor system. Department of chemical engineering, Lund University, Sweden*.
- Vettenranta, Aino. Valmet Technologies OY. (2021 ). *A method and a system for adjusting the pH of green liquor dregs*. Finland Patent No.WO 2021/032913A1
- Zakir, Tasnuva & Tran, Honghi & Papangelakis, Vladimiro. (2013). *Formation of pirssonite in green liquor handling systems. TAPPI Journal*. 12. 33-41. 10.32964/TJ12.7.33.
- Zicheng, Zhang, John Johnson et.al.(2020). *Green liquor clarification using sedimentation tank during white liquor preparation*. US Patent No.US20200340179A1.