

EVALUASI HASIL PENCUCIAN RAW MATERIAL KAOLIN TERHADAP KEBUTUHAN PRODUKSI UNIT PENGOLAHAN PT ANEKA KAOLINE UTAMA BELITUNG (Evaluation The Results Of Washing Kaoline Raw Material Against The Production Needs Of The Processing Unit At PT Aneka Kaoline Utama Belitung)

Mukram Belto Pratama^{1*}, Irvani¹, Mardiah¹
¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

*Korespodensi E-mail : pratama.mukram@yahoo.co.id

Abstract

PT Aneka Kaoline Utama dalam memproduksi tepung kaolin melewati dua unit proses, yaitu unit pencucian dan unit pengolahan. Unit pencucian melakukan proses pemisahan *tailing* dan kaolin dengan hasil berupa konsentrat, kandungan dalam konsentrat berupa air dan kaolin dan pengurangan kadar air dalam konsentrat akan di proses di unit pengolahan. Berdasarkan hal tersebut peneliti melakukan evaluasi produksi konsentrat hasil pencucian terhadap kebutuhan unit pengolahan PT Aneka Kaoline Utama. Metode yang digunakan oleh peneliti adalah metode evaluasi dan metode *action research*. Dengan melakukan pengambilan sampel *raw material (feed)*, menghitung dimensi kolam pengendapan, mengukur volume kolam terisi, pengambilan sampel *tailing* alat-alat di unit pencucian, mengamati proses produksi dan mengevaluasi untuk terpenuhinya konsentrat kaolin. Hasil dari penelitian ini adalah, setelah melakukan evaluasi pada unit pencucian kaolin dalam *raw material* pada bulan April 4.833,9 ton, bulan Mei 4.560,7 ton, bulan Juni 3.504,9 ton, dan bulan Juli 4.828,63 ton sesuai dengan target kaolin yaitu 4.000 ton. Jumlah kaolin dalam konsentrat yang dihasilkan pada bulan April 3.847,4 ton, bulan Mei 3.606,2 ton, bulan Juni 2.549,9 ton, dan bulan Juli 3.890 ton. Berdasarkan hal ini jumlah konsentrat untuk unit pengolahan tidak tercapai, adanya *loose material* yang mencapai 69,2 % dan *loose kaolin* dengan rata-rata 21% menyebabkan *recovery* unit pencucian hanya mencapai 30,8 %. Berdasarkan adanya *loose kaolin* pada proses pencucian penulis menyarankan penambahan jumlah *raw material* dan jam kerja dengan hasil penambahan 27,0563 ton/jam dengan *recovery* unit pencucian 30,8% sehingga kaolin yang dihasilkan 8,34 ton/jam dan 4.000 ton/bulan.

Kata kunci : *Raw material, konsentrat, recovery, tailing, kaolin*

Abstract

PT Aneka Kaoline Utama produces kaoline powder through two processes which are washing are washing unit and processing unit. Washing unit does the separation between tailing and kaoline with the extract as the result. The extract contains water and kaoline, then the water reduction will be processed in processing unit. Based on the information, writer evaluates the extract production in washing unit for fulfilling the needs of processing unit in PT Aneka Kaoline Utama using evaluation method and action research method. The steps are sampling raw material (feed), calculating the sediment pond's dimension and the volume of full pond, sampling tailing in washing unit's tools, observing the production's process, and evaluating the needs off kaoline extract. The result of this research shows that raw material in washing unit were 3,847.4 ton in April, 3,606.2 ton in May, 2,594.9 ton June, and 3,890 in July which showed the amount of extract did not reach the target in processing unit. 69.2% of loose material and 21% losing kaolin in average caused the recovery value in washing unit just reached 30.8%. Because of loose kaoline's presence in washing unit, writer suggests the increasing of raw material and working hour as big as 27,056.3 ton per hour with 30.8% washing unit's recovery so the company can produce 8.34 ton kaoline per hour and 4,000 ton kaoline per month.

Keywords : *Raw material, extract, recovery, tailing, kaoline*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu Negara dengan kekayaan alam yang cukup dapat dibanggakan salah satunya adalah terdapat banyak kandungan mineral seperti kaolin dan aluminium (Budihartono, 2012). Pulau Belitung adalah salah satu wilayah yang mempunyai sumber daya yang cukup besar. Sumber daya

mineral baik logam maupun non-logam, jenis-jenis bahan galian dan mineral antara lain: timah, pasir kuarsa, kaolin, granit, dan bijih besi (Natasha, 2016). Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari mineral lempung dengan kandungan besi yang rendah. Kaolin mempunyai komposisi hidros alumina silikat

penyerta. Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah kaolinit, nakrit, dikrit, dan haloisit dengan kaolinit sebagai mineral utama. Proses pembentukan kaolin adalah karena pelapukan dan proses *hydrothermal* alterasi pada batuan beku yang banyak mengandung feldspar dimana mineral potasium aluminium silikat dan feldspar dirubah menjadi kaolin. Dapat pula terbentuk sebagai pelapukan batuan metamorf khususnya gneis, sedangkan kaolin sekunder merupakan hasil transportasi kaolin primer. Kaolin umum berwarna putih, kekerasan 2-2,5, berat jenis 2,60-2,63, indeks bias 1,56, titik lebur 1.850 °C, plastis, daya hantar panas dan listrik yang rendah, pH bervariasi (Sukandarrumidi, 1998).

PT Aneka Kaoline Utama merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak dalam sektor penambangan kaolin di Indonesia. PT Aneka Kaoline Utama berdiri pada tahun 1955 dengan nama Perusahaan Kaoline Madju. Pada tahun 1955 Perusahaan Koline Madju melakukan penambangan dengan menggunakan peralatan sederhana menggunakan cangkul dan sekop dengan hasil produksi tepung kasar 80 ton/bulan. PT Aneka Kaoline Utama menggunakan sistem penambangan terbuka (*open pit mining*).

Penambangan kaolin umumnya dilakukan dengan teknik penambangan terbuka dan cara semprot (*hydraulicking*). Penambangan kaolin di Belitung dilakukan dengan sistem gabungan antara tambang terbuka dan tambang semprot. Artinya endapan kaolin yang telah dikupas tanah penutupnya dengan ketebalan antara 2 – 7 m, disemprot dengan menggunakan monitor tekanan tinggi. Kedalaman penambangan mencapai 15 m atau sangat tergantung pada kadar kaolin pada endapan yang ditambang. Proses penambangan diawali dengan pengupasan tanah penutup dan *overburden*, penggalian, pemuatan, serta pengangkutan ke *stockpile* yang ada di unit pencucian. Pada unit pencucian akan dilakukan pemisahan antara kaolin dengan *tailing*, dimana *tailing* berupa pasir kuarsa hasil penyaringan kaolin (Suprpto, 2007) Pengolahan kaolin pada pada setiap wilayah berbeda. Proses pengolahan kaolin tergantung jumlah dan jenis mineral pengotor serta spesifikasi yang dibutuhkan (Estiaty, 2014). Bahan galian adalah segala sesuatu yang terdapat di kulit bumi atau di dalam bumi yang bermanfaat untuk kehidupan manusia (Sukri, 2014). Pengolahan bahan galian adalah istilah

umum yang biasa dipergunakan untuk mengolah semua jenis bahan galian hasil tambang yang berupa mineral, bijih atau bahan galian lainnya yang di tambang atau diambil dari endapan-endapan alam pada kulit bumi, untuk dipisahkan menjadi produk-produk berupa satu macam atau lebih bagian mineral yang dikehendaki dan

terdapatnya bersama-sama di alam (Tobing, 2002).

Pada tambang kaolin, untuk mendapatkan kaolin dengan kualitas tinggi perlu dilakukan pencucian untuk menghilangkan bahan pengotor. Kaolin hasil proses pelapukan granit cenderung mengandung juga mineral resisten berupa silika (Tampenawas, 2013). *Tailing* adalah salah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan tambang dan kehadirannya dalam dunia peertambangan tidak dapat dihindari. *Tailing* umumnya masih mengandung mineral-mineral berharga. Mineral berharga tersebut dapat diketahui dengan cara menganalisis contoh percontoh dilapangan (Subtonto, 2007). Teknik sampling adalah cara mengambil contoh tanah atau batuan pada formasi tertentu, untuk mengetahui tekstu dan struktur batuan, sifat fisik dan kimia mineral atau bahan galian ap yang terkandung batuan atau lapisan tanah. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah Bulk sampling, yaitu mengambil contoh material bahan galian tambang yang akan diproses lebih lanjut atau pada *tailing* alat pencucian. (Sukri, 2014)

Faktor konkresi adalah perbandingan antara berat kaolin tercuci dengan berat kaolin kotor sebelum dicuci. Dari perhitungan ini dapat dicari berapa banyak *tailing* yang masuk ke kolam *tailing* dari hasil pencucian (Supriyatna, 2017).

$$\text{Faktor Konkresi} = \frac{\text{Berat Bersih}}{\text{Berat Kotor}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Mining looses adalah kehilangan material (batubara) yang terjadi akibat teknis operasional pada saat proses penambangan, di *temporary stock* sampai ke pengangkutan batubara. Cara menghitung perbandingan antara jumlah perkiraan awal (*plan*) dengan jumlah cadangan yang telah tertimbang di jembatan timbang (aktual). Selisih antara jumlah perkiraan awal dengan cadangan yang tertambang merupakan *looses* yang terjadi (Menurut Radhika, 2018).

Salah satu parameter penentu keberhasilan pemisahan material adalah nilai *recovery* yang tinggi. Nilai *recovery* adalah perbandingan jumlah konsentrat dengan *feed* secara keseluruhan yang dinyatakan dalam persen. Perhitungan *recovery* menggunakan persamaan material *balance* (Ginting, 2018).

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{berat konsentrat}}{\text{feed}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

$$\% \text{ looses} = 100 \% - \text{recovery} \dots\dots\dots (3)$$

Faktor yang mempengaruhi terjadinya *loose* material adalah wilayah operasi produksi yang tidak bersih, banyaknya pengotor yang terbawa pada proses pengambilan material, ketidaksesuaian penggunaan peralatan mekanis, terkontaminasinya material dengan lumpur dan air (Wulandari, 2018).

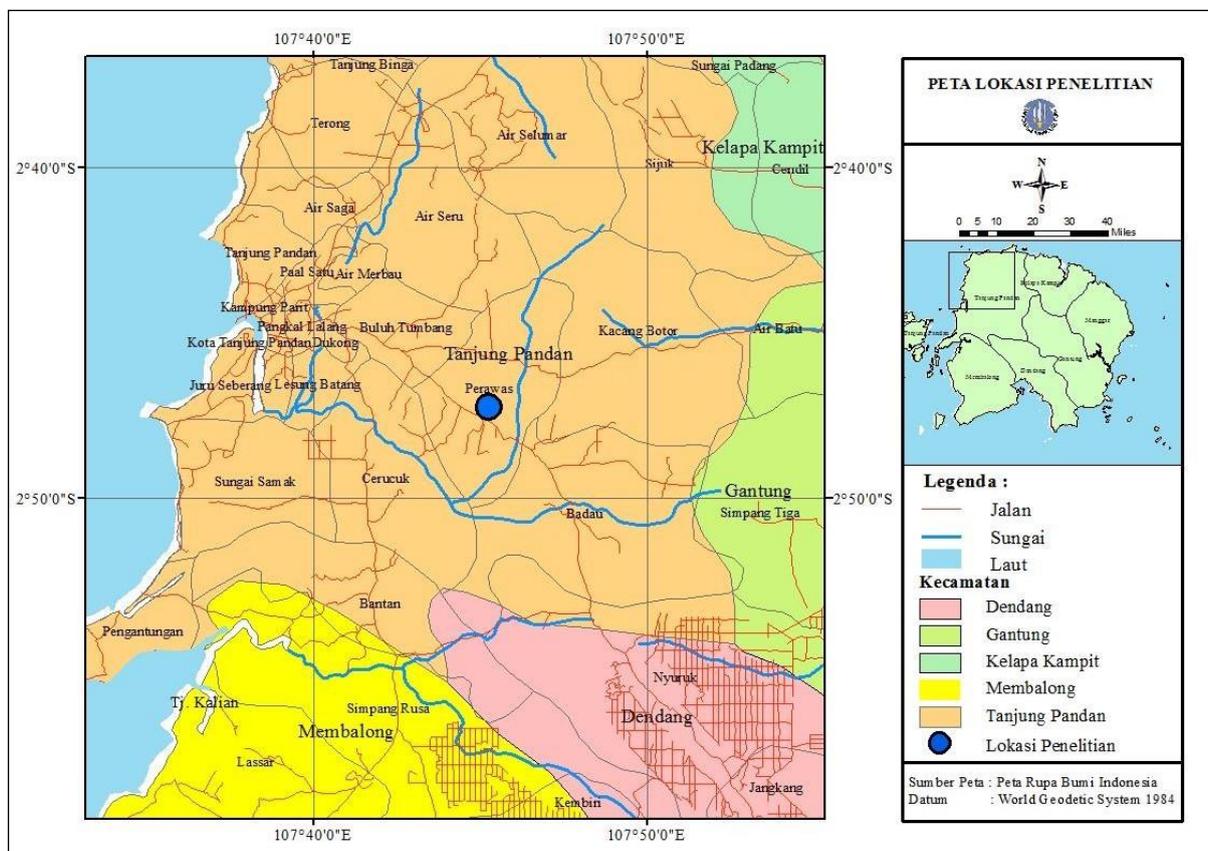
2. Metode

Lokasi penelitian adalah tambang kaolin yang di miliki oleh PT Aneka Kaoline Utama. Letaknya berada di Kecamatan Tanjung Pandan, Kabupaten Belitung, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Secara geografis terletak pada 107° 39' 46" T dan 02° 46' 04" S (Gambar 1).

Geologi penyusun Pulau Belitung disusun secara dominan batuan beku sebagai Granit Klabat berupa granit, granodiorit, adamelit, diorit, dan diorit kuarsa (Mangga dan Djamal, 1994).

Intrusi granit paling muda adalah berumur Kapur (*Cretaceous*) tersebar di timur laut Belitung, di Pantai Burung mandi dan Gunung Bolong – Tanjung, yang lebih intermediet dan dikenal sebagai Granodiorit Burung mandi, serta

dalam sebaran terbatas di Gunung Batubesi dan Air Dengong sebagai Diorit Kuarsa Batubesi. Formasi Kelapa kampit berupa selang-seling batu pasir-batu lempung dan sisipan batuan sedimen lain, serta Formasi Tajam berupa batu pasir kuarsa dengan sisipan batu lanau. Itulah sebabnya kedua formasi batuan sedimen ini mengalami proses metamorfosis sehingga berubah menjadi metasedimen yang lebih keras. Selain itu formasi-formasi ini diterobos oleh urat-urat kuarsa yang banyak membawa mineral bijih primer kasiterit (Waluyo dan Sucipta, 2012).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif berupa pengamatan langsung dan studi dimensi kolam pengendapan, menghitung volume kolam terisi, mengambil sampel *tailing* dari alat-alat pencucian, mengamati proses produksi dan mengevaluasi agar terpenuhii konsentrat kaolin di PT Aneka Kaoline Utama .

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, perumusan masalah, pengumpulan dan pengelompokkan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan penelitian produksi konsentrat hasil pencucian.

literatur yang terkait dengan melakukan pengambilan sampel *raw material*, menghitung

3. Hasil dan Pembahasan

PT Aneka Kaoline Utama melakukan perencanaan produksi per-tahun dengan menentukan target produksi dari evaluasi kemampuan produksi tahun sebelumnya. Berdasarkan urutan proses produksi kaolin pada PT Aneka Kaoline Utama diawali dengan proses gali muat pada unit penambangan yang kemudian diangkut ke unit pencucian untuk dipisahkan material pengotor dengan hasil berupa konsentrat dan akan dilakukan proses

pengolahan untuk dilakukan proses pengurangan kadar air untuk menjadikan tepung kaolin. Berdasarkan urutan proses produksi kaolin, unit pengolahan membutuhkan konsentrat yang dihasilkan pada proses pencucian untuk melakukan proses produksi tepung kaolin, berdasarkan data produksi PT Aneka Kaoline

Utama pada tahun 2018 dengan target produksi 3000 ton/bulan dan target raw material yang disediakan sebesar 10.500 ton. Penentuan jumlah raw material berdasarkan penetapan perusahaan dengan jumlah kaolin dalam raw material adalah 30 %.

Tabel 1. Rencana kebutuhan raw material

Target produksi (ton/bulan)	Persen kaolin	Kebutuhan bulan Juli (ton)
4.000	30 %	13.333,3

Dilakukan sampling pada material di unit penambangan yang akan dijadikan raw material pada unit pengolahan, pengujian dilakukan untuk mengetahui jumlah kaolin yang terkandung dalam raw material. Persen kaolin pada raw

material akan akan dikalikan dengan jumlah raw material yang tersedia. Kandungan kaolin pada raw material adalah 38,28 % dengan jumlah raw material yang berbeda tiap bulan.

Tabel 2. Raw material

Bulan Produksi	Jumlah Raw Material (ton)	Kaolin (ton)
April	12.628	4.833,9
Mei	11.914	4.560,7
Juni	9.156	3.504,9
Juli	12.614	4.828,63

Jumlah raw material dari bulan April sampai bulan Juli tidak terpenuhi dari rencana dengan jumlah 13.333,3 ton/bulan, namun kandungan kaolin dalam raw material (*feed*) pada bulan April, Mei, dan Juli terpenuhi hanya pada bulan Juni yang tidak terpenuhi dikarenakan jumlah raw material yang terlalu sedikit mengimbangi jam kerja pada bulan Juni yang sedikit, terpenuhinya kaolin walaupun secara jumlah raw material tidak terpenuhi disebabkan adanya perbedaan persen kaolin pada rencana raw material yang ditetapkan 30% dengan aktual di lapangan adalah 38,28 %. Sehingga berdasarkan persen kaolin di lapangan jumlah kaolin memenuhi rencana.

konsentrat akan masuk ke kolam pengendapan untuk selanjutnya masuk ke unit pengolahan.

Kaolin yang terkumpul pada kolam adalah kaolin yang siap memasuki unit pengolahan, karena hal itu untuk menghitung jumlah aktual konsentrat hasil pencucian dilakukan pengukuran kolam pengendapan untuk mengetahui jumlah konsentrat dalam kolam pengendapan. Kolam pengendapan konsentrat kaolin terdiri dari tiga kolam dengan ukuran yang berbeda, dan untuk mengetahui dimensi kolam pengendapan telah dilakukan pengukuran.

Proses proses pencucian kaolin dimulai dari proses penyemprotan dimana raw material dari unit penambangan telah diletakan di *stockpile* unit pencucian dan diproses untuk memisahkan pengotor dan konsentrat yang kemudian

Luas dan kedalaman tiap kolam pengendapan berbeda sehingga volume terisi pada kolam pengendapan berbeda, pengukuran luas dan kedalaman kolam pengendapan perlu diketahui untuk membantu menghitung volume kaolin yang terisi dan dapat menghitung realisasi jumlah kaolin yang dihasilkan dari proses pemisahan pada unit pencucian.



Gambar 2. Material kaoline (a) raw material, dan (b) konsentrat kaolin

Tabel 3. Massa slurry

Tanggal Pengisian	Volume (m ³)	Densitas (kg/ m ³)	Massa Slurry (ton)
30 Juni - 03 Juli	849,508	1.140	968,44
04 Juli - 07 Juli	875,27	1.140	997,81
08 Juli - 09 Juli	782,83	1.140	892,43
10 Juli - 11 Juli	172,849	1.140	197,047
12 Juli - 13 Juli	788,19	1.140	898,54
14 Juli - 16 Juli	1.364,837	1.140	1.364,84
17 Juli - 19 Juli	769,41	1.140	877,12
20 Juli - 21 Juli	696,08	1.140	793,53
22 Juli - 24 Juli	1.305,496	1.140	1.54,73
25 Juli - 26 Juli	574,56	1.140	655
27 Juli - 29 Juli	811,85	1.140	925,51
Total			9.725

Volume tiap kolom diketahui, dari volume akan dihitung massa *slurry* pada kolom pengendapan dikalikan dengan data densitas

slurry. Data densitas *slurry* kaolin diambil sampel pada kolom pengendapan dan di uji di laboratorium PT Aneka Kaoline Utama

Tabel 4. Jumlah kaolin pada *slurry* kolom pengendapan

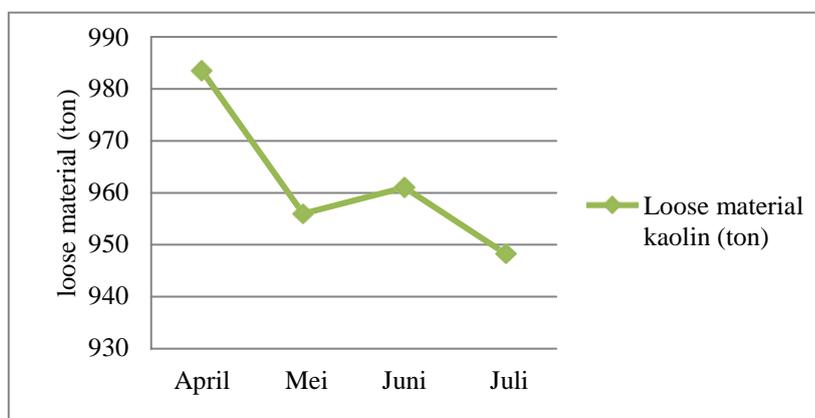
Konsentrat bulan	Jumlah konsentrat (ton)	Persen Kaolin (%)	Jumlah Kaolin (ton)
April	9.618,5	40	3.847,4
Mei	9.015,5	40	3.606,2
Juni	6.374,8	40	2.549,9
Juli	9.725	40	3.890

Jumlah kaolin pada *slurry* adalah 3.890 ton dan berdasarkan target produksi yaitu 4.000 ton/bulan menunjukkan bahwa realisasi konsentrat hasil pencucian tidak terpenuhi untuk target produksi pada bulan Juli. *Loose material* kaolin

pada unit pengolahan dapat dihitung dengan rumus material *balance* yaitu material masuk sama dengan material keluar. Sampel material masuk atau *raw material* diambil di *site* atau unit penambangan pada wilayah kerja tahun 2019.

Tabel 5. *Loose material* kaolin pada unit pencucian

	Kaolin dalam <i>feed</i> (ton)	Kaolin dalam konsentrat (ton)	Loose Material Kaolin	
			ton	%
Bulan April	4.833,9	3.847,4	988,45	20,35
Bulan Mei	4.560,7	3.606,2	954,47	20,95
Bulan Juni	3.504,9	2.549,9	955	27,37
Bulan Juli	4.828,63	3.890	938,63	19,59

Gambar 3. Grafik *loose material* kaolin

Produksi unit pencucian pada PT Aneka Kaoline Utama dengan jumlah *raw material* yang

masuk dengan jumlah 12.639,2 ton dan estimasi kaolin 4.838,251 dan kaolin dalam konsentrat

yang dihasilkan 3.890 ton. Optimalisasi dilakukan PT Aneka Kaoline Utama terhadap jam kerja di

unit pencucian dengan menambah jam dan hari kerja.

Tabel 6. Perbandingan hasil setelah ditambahkan jumlah *raw material*

	<i>Raw material</i> (ton/jam)	<i>Recovery</i> pencucian (%)	Kaolin dalam konsentrat (ton/jam)
Aktual pencucian <i>raw material</i>	25,4875	30,8	7,85
Penambahan <i>raw material</i>	27,0563	30,8	8,34

Berdasarkan Tabel 6 kemampuan pencucian per-jam unit pencucian mencapai 25,4875 ton/jam dengan *recovery* pencucian 30,8% konsentrat yang dihasilkan sebesar 7,85 ton/jam atau 3.768 ton/bulan. Target tidak terpenuhi dengan jumlah 4.000 ton/bulan, perlu dilakukan penambahan jumlah *raw material*.

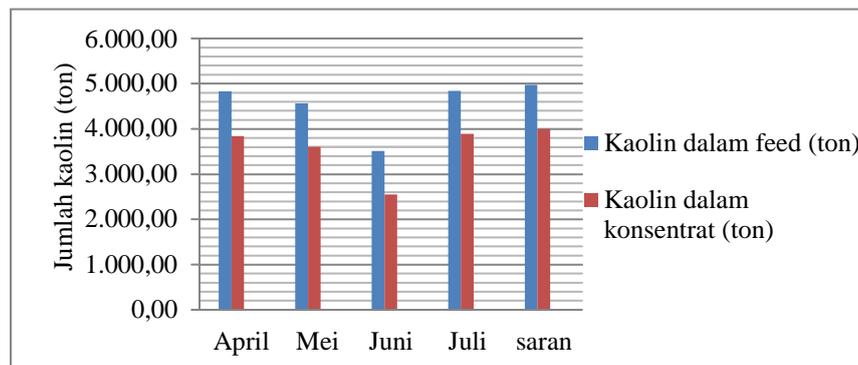
Proses pencucian untuk mencapai target produksi *raw material* yang tersedia 27,0563 ton/jam dengan *recovery* unit pencucian 30,8% sehingga kaolin yang dihasilkan 8,34 ton/jam dan 4.000 ton/bulan. Bertambahnya jumlah *raw material* juga berpengaruh terhadap jumlah jam kerja yang dirangkum pada Tabel 7.

Tabel 7. Penambahan waktu pencucian

	Jam kerja (jam/hari)	<i>Raw material</i> (ton/jam)	Konsentrat kaolin (ton/bulan)
Aktual jam kerja	16	25,4875	3.768
Penambahan jam kerja	17	27,0563	4.000

Berdasarkan Tabel 7 Kemampuan pencucian kaolin unit pencucian adalah 25,4875 ton/jam dan membutuhkan waktu pencucian selama 16 jam/hari dengan konsentrat yang dihasilkan sebesar 3.768 ton/bulan. Berdasarkan tabel 6 untuk mencapai target produksi jumlah *raw* yang tercuci sebesar 27,0563 ton/jam dengan waktu

yang dibutuhkan 17 jam kerja/hari, dengan jam kerja saat ini adalah 16 jam/hari maka akan dilakukan penambahan 1 jam kerja dari yang ditetapkan perusahaan. Pemenuhan target produksi dapat dilihat pada gambar 4 yang menampilkan grafik produksi.



Gambar 4. Diagram pemenuhan target kaolin 4.000 ton/bulan

Berdasarkan Gambar 4 menampilkan perbandingan produksi dari bulan April sampai bulan Juli yang tidak mencapai target produksi kaolin 4.000 ton/bulan, dengan, pada Gambar 4 juga menampilkan jumlah kaolin dalam *feed* yang berjumlah lebih dari 4.000 ton/bulan dengan terdapat *loose material* pada proses pencucian menyebabkan kaolin dalam konsentrat kurang dari 4.000 ton/bulan. Dilakukan perhitungan untuk mencapai 4.000 ton kaolin dalam *feed*, dengan saran yang diberikan, setelah ditambahkan *raw material*, jumlah kaolin dalam

feed bertambah dan dengan *recovery* pencucian 30,8 % jumlah kaolin dalam konsentrat mencapai 4.000 ton/bulan, untuk pemenuhan konsentrat kaolin terpenuhi.

4. Kesimpulan

Jumlah kaolin pada *raw material* bulan April 4.833,9 ton, bulan Mei 4.560,7 ton, bulan Juni 3.504,9 ton, dan bulan Juli 4.828,6 ton, dengan jumlah konsentrat hasil pencucian pada bulan Juli sebesar 9.725 ton dengan kaolin dalam konsentrat sebesar 3.890 ton, sehingga *loose*

material sebesar 19,59 % yaitu 938,63 ton, dengan recovery unit pencucian sebesar 30,8 %. Pemenuhan konsentrat pencucian pada bulan Juli dengan menambahkan raw material sebesar 433,33 ton/hari dan 1 jam kerja pada masing-masing shift.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih yang tulus kepada pihak yang terhormat dosen pembimbing, dosen penguji, dan Pengelola Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung, serta seluruh staff PT Aneka Kaoline Utama sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan dapat berjalan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Arfi, W. G., Syamsul, K., Hartini, I., 2018. *Analisis Kehilangan (Losses) Magnetit Pada Washing Plant Dengan Kapasitas Feed 250 Tph PT Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur*, 02 (01), 42-51.
- Budihartono, Sigit., 2012. *Pengaruh Pressureless Sintering Komposit Al-Kaolin Terhadap Densitas Dan Kekerasan Dan Struktur Makro*, Traksi vol 12.
- Dwi, P.H., 2014. *Potensi Mineral Cassiterite Dan Illmenite Pada Daerah Bekas Penambangan Timah Bangka*, 03 (02), 30-41.
- Estianty dan Fatimah., 2014. *Pengolahan Kaolin Alam Cipatujah Dan Bangka Belitung: Pengurangan Pengotor Silica Dengan Pelarutan HF*, Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI Tahun 2014.
- Mangga, S.A., dan Djamal, B., 1994. *Laporan Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Sumatera Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Natasha, N., 2016. *Studi Awal Potensi Bahan Galian Pada Daerah Kabupaten Belitung Timur*, Indonesia, 14 (02), 153-162.
- Prakosa, B.R., 2018. *Analisa Faktor Kehilangan Batubara Dari Pit 3 Timur Bangko Barat Sampai Temporary Stockpile 3E Di PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatra Selatan*. Sumatra Selatan.
- Subtanto, J.S., 2007. *Prospek Pengembangan Potensi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang timah Dan Emas Alluvial*. Kelompok Program Penelitian Konservasi-Pusat Sumber Daya Geologi.
- Sukandarrumidi., 1998. *Bahan Galian Industri*. Gadjah Mada University, Yogyakarta
- Sukri, A.G., 2014. *Teknik Sampling*. Pusat Pendidikan Dan pelatihan PT Timah TBK, Pemali.
- Sulistianto, B., 2008. *Sistem Penambangan*, Institut Teknologi Bandung.
- Supriyatna, D., 2017. *Kajian Teknis Kolam Pengendapan Tailing Dari Hasil Pencucian*

- Bijih Timah Pada TB 1.42 Pemali*. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung.
- Tobing., 2002. *Prinsip dasar pengolahan bahan galian (Mineral Dressing)*.
- Waluyo dan Sucipta., 2012. *Tinjauan Geologi Regional Bangka Belitung Untuk Calon Tapak Disposasi Limbah Radioaktif PLTN*. Bidang Teknologi Penyimpanan Lestari - PTLR BATAN.
- Wulandari, C., Octova, A., 2018. *Optimalisasi Produksi Batubara Dengan Meminimalisir Coal Loose Pada Area Pit Penambangan Di PT Artamulia Tatapratama*, 03 (04), 1682-1691.