

**OPTIMASI PARAMETER OPERASIONAL *TROMMEL SCREEN*
DALAM PREPARASI BATUAN PEMBAWA LOGAM Mn
SKALA LABORATORIUM**

*OPTIMIZATION OF TROMMEL SCREEN OPERATIONAL PARAMETERS
IN THE PREPARATION OF Mn. METAL-BRINGING ROCK
LABORATORY SCALE*

Yusuf Rumbino dan Noni Banunaek

Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana
E-mail: yusufrumbino@staf.undana.ac.id dan nbanunaek@gmail.com

Abstrak

Pulau Timor memiliki potensi bijih mangan dalam bentuk mineral *pyrolusite* dan saat ini dikelola oleh beberapa investor tambang. Pengambilan mangan melalui proses pemisahan mineral mangan menggunakan system *hand sorting* dimana para pemilah hanya bisa mengumpulkan bijih mangan yang berukuran diatas 5cm. Hal tersebut disebabkan mangan yang berukuran di bawah 5 cm bercampur aduk bersama tanah pengotor. Penelitian dan uji coba menggunakan *trommel screen* ini bertujuan mengambil bijih *pyrolusite* yang masih tertinggal di *stockpile* menggunakan mekanisme pemisahan antara tanah pengotor yang berukuran -1cm dari mangan yang berukuran -2+1 cm menggunakan *trommel screen*. Variabel yang dapat mempengaruhi keberhasilan mendapatkan mangan bersih yang telah terpisah dari material pengotor adalah pengaturan kemiringan *trommel* ($^{\circ}$) sebesar 2, 4, 6, 8 dan kecepatan putar *trommel* (rpm) sebesar 20, 30, 40, 50, 60 yang akan menghasilkan efek *cataracting* dan *cascading* yang dapat mempengaruhi peningkatan material yang lolos (*undersize*) lubang ayakan. Hasil percobaan digunakan untuk pengukuran efisiensi kinerja alat yang menunjukkan efisiensi pemisahan tertinggi 83,75% pada kemiringan 4 derajat dan efisiensi 82,5 pada putaran 40 rpm.

Kata Kunci: *trommel_screen, cataracting, mangan, undersize, oversize*

Abstract

Timor Island has the potential for manganese ore in the form of the mineral pyrolusite and is currently being managed by several mining investors. Manganese is taken through a process of separating manganese minerals using a hand sorting system where sorters can only collect manganese ore that is above 5cm in size. This is due to manganese measuring under 5 cm mixed with soil impurities. This research and trial using a trommel screen aims to take pyrolusite ore that is still left in the stockpile using a separation mechanism between impurities measuring -1cm from manganese measuring -2+1 cm using a trommel screen. Variables that can affect the success of getting clean manganese that has been separated from the impurity material are the trommel tilt ($^{\circ}$) setting of 2, 4, 6, 8 and the trommel rotating speed (rpm) of 20, 30, 40, 50, 60 which will produce the effect cataracting and cascading which can affect the increase in material that passes (undersize) the sieve hole. The experimental results are used to measure the performance efficiency of the tool which shows the highest separation efficiency of 83.75% at a slope of 4 degrees and an efficiency of 82.5 at 40 rpm rotation.

Keywords: *trommel_screen, cataracting, mangan, undersize, oversize*

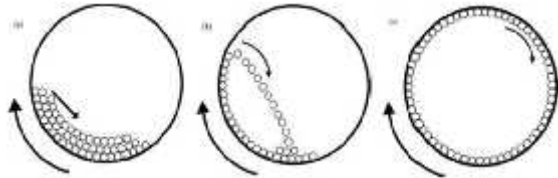
PENDAHULUAN

Trommel screen biasa disebut dengan *rotating screen* yaitu suatu mesin ayakan yang berbentuk silinder (*drum*) yang dipasang pada kemiringan dengan sudut kecil dari sumbu horizontal dan bekerja secara berputar sehingga partikel akan bergerak saling menimpa (*impinge*) pada permukaan yang memiliki lubang-lubang untuk meloloskan partikel sesuai

ukurannya (Stessel and Kranc, 1992). Penelitian ini akan mengukur operasional pemisahan mangan berukuran -2cm+1cm dari pengotornya berupa tanah ikutan dari penambangan berukuran lempung yang melekat pada butiran mangan tersebut

Pergerakan partikel saat perputaran silinder akan dipengaruhi oleh kecepatan putar sehingga membentuk 3 jenis Gerakan yaitu a) *slumping*,

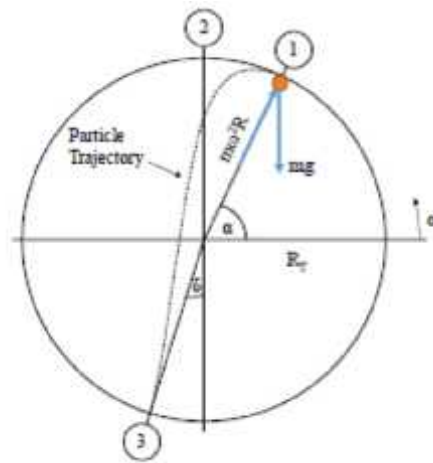
b) cataracting, dan c) centrifuging. Adapun tipe pergerakan material dalam silinder yang berputar disajikan pada Gambar 1. Gerakan *cataracting* (B) akan memisahkan partikel yang lebih kecil dari lubang ayakan sehingga seringkali dalam silinder dipasang bilah-bilah agar material ikut berputar dan kemudian jatuh terhempas Kembali sehingga makin banyak ukuran butir yang lolos dari ayakan.



Gambar 1. Jenis Gerakan Butiran Akibat Perputaran Silinder: A) *Slumping*; B) *Cataracting*, C) *Centrifuging* (Chen et al, 2010).

Parameter yang mempengaruhi efektifitas alat trommel berdasarkan pengamatan Stessel and Kranc (1992) pada alat yang digunakan adalah: kecepatan putar/*rotational speed* (ω), ukuran lubang bukaan ayakan/*screen aperture size* (D_a), panjang ayakan/*screening length* (L_T), *trommel radius* (D_T), *open fractional area* (F_a), *Angle of inclination* (α), keberadaan bilah pengangkat/*presence of lifter*, ketersediaan ruang gerak/*presence of bag opening*, koefisien gesekan statis dan dinamis antara partikel dengan permukaan ayakan/*static and dynamic coefficient of friction between material and screen surface*. Sedangkan pengaruh dari umpan yang berpengaruh adalah: kecepatan pemberian umpan/*feed rate* (Q), ukuran partikel/*particle size* (D_p) dan distribusi ukuran partikel/*particle size distribution* (PSD), bentuk partikel/*particle shape*, densitas, serta komposisi partikel.

Secara umum Gerakan *cataracting* terjadi bilamana trommel berputar pada kisaran 40-60% dari kecepatan putar kritisnya (ω_c). Kecepatan putar kritis ini menghasilkan percepatan angular seimbang dengan gaya gravitasi pada permukaan ayakan *trommel*, sehingga menyebabkan gaya sentripetal dalam trommel, yang menyebabkan material tetap menempel pada permukaan ayakan *trommel*. Kondisi 50% dari kecepatan kritis biasanya paling menguntungkan, hal ini telah dijelaskan dalam Tchobanoblous (1993) dan Kreith (2002). Meningkatnya olakan (agitasi) saat kecepatan rotasi putar lebih besar dari 70% dari kecepatan putar kritis (Sullivan,1992). Kecepatan kritis dihitung berdasarkan lintasan partikel seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan Partikel di Permukaan Ayakan *Trommel*

Dengan menerapkan kesetimbangan gaya antara sumbu axis vertical partikel pada titik 1, sudut lintasan (α , rad) maka dihasilkan persamaan 1.

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\omega^2 R_T}{g \cos \beta} \right) \dots\dots\dots 1$$

dimana ω adalah kecepatan putar (rad/sec), $R_T(m)$ adalah radius trommel dan β sudut inklinasi (rad). Jika rotasi pada kondisi kecepatan kritis (ω_c) dimana partikel mencapai titik 2 dimana $\alpha = \frac{\pi}{2}$. Selama sudut inklinasi sangat kecil (antara 2 sampai 5 derajat dimana $\cos \alpha \approx 1$ maka kecepatan kritis dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\omega_c = \sqrt{\left(\frac{g}{R_T}\right) \left(\frac{r}{s}\right)} = \sqrt{\left(\frac{g}{R_T}\right)} \frac{1}{2\pi} \times 60 (r/s) \dots 2$$

Persamaan 1 dan 2 diterapkan pada kondisi partikel tidak mengalami slip pada permukaan ayakan trommel. Peningkatan kecepatan diperlukan bilamana terjadi slip pada saat akan mendapatkan gerakan *cataracting*, meskipun belum gerakan impact belum dimodelkan.

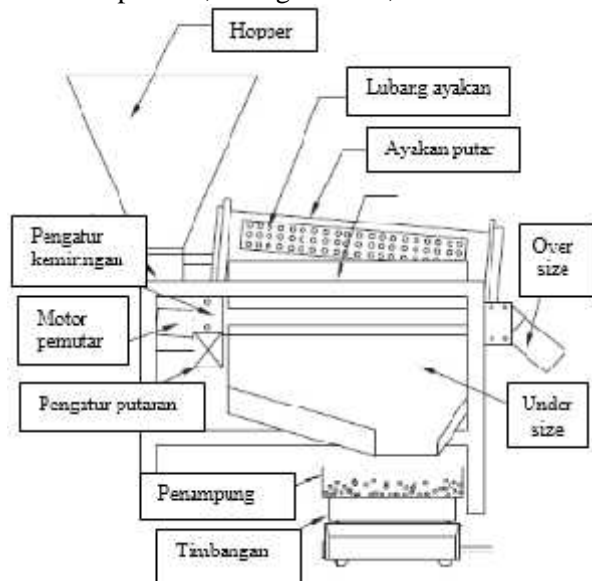
Rotary screen memiliki konstruksi *inclined drum screen* memiliki lubang ayakan yang berputar sehingga menghasilkan Gerakan *cataracting* yang memungkinkan partikel tetap melekat pada permukaan yang berputar dan partikel yang lebih kecil dari lubang bukaan dapat dipisahkan (Gambar 3). *Trommel* dapat memiliki *screen* satu tahap dua tahap atau multi tahapan. Hal ini menunjukkan akan ada atau atau lebih aliran undersized material. Spesifikasi diameter, panjang trommel panjang, panjang permukaan ayakan, sudut kemiringan, bentuk dan ukuran lubang bukaan, perbandingan luas lubang terbuka semestinya dijadikan parameter operasional trommel. Menurut Wheeler (1989) menyebutkan

variable independent yang mempengaruhi suatu *performance trommel screen* adalah: kecepatan rotasi, ukuran lubang ayakan, panjang dan diameter trommel, sudut inklinasi, pemasangan lifter, kecepatan pengumpanan (*federate*) distribusi ukuran dan bentuk partikel. Variabel pengontrol yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui efisiensi pemisahan yaitu jumlah pengotor yang dapat dipisahkan dari mangan berdasarkan kemiringan *trommel screen* dan kecepatan putar.

METODE

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Alat *trommel screen*, ember, timbangan, sekop kecil, saringan kasar,



Gambar 3. Alat *Trommel Screen*

Dalam kegiatan pengumpulan data ini meliputi beberapa tahapan yaitu:

1. Pengambilan dan Penyaringan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dari PT X di daerah Ponu Kabupaten TTU. Setelah itu, melakukan proses pengayakan untuk mengetahui ukuran butir dari sampel tersebut. Ayakan yang digunakan yaitu ukuran 2 cm dan 0,5 cm.

2. Proses Penimbangan dan Pembersihan

Proses ini dilakukan untuk mengetahui berat rata-rata mangan kotor dan mangan yang telah dibersihkan melalui pencucian dengan air yang mengalir. Berat material pengotor akan dijadikan material yang akan ditambahkan pada mangan bersih yang akan diproses dalam *trommel screen*, sehingga campuran mangan bersih dan pengotornya yang akan dijadikan sebagai umpan/*feed* ke *trommel screen* memiliki perbandingan berat yang tetap. Pada penelitian ini digunakan umpan sebanyak 5kg

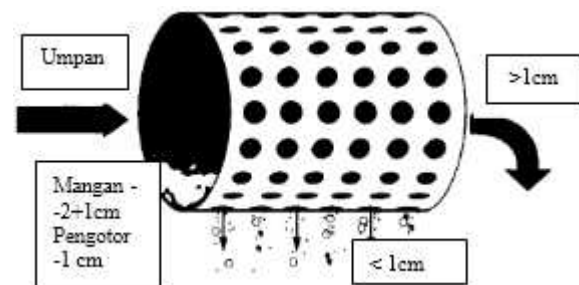
dengan komposisi berat mangan 1kg dengan fraksi ukuran -2+1 cm dan berat pengotor 4kg dengan fraksi ukuran -1cm pada setiap variasi kemiringan.

3. Proses Penyaringan

Proses ini bertujuan untuk memisahkan campuran yang telah disiapkan yang kemudian diayak menggunakan *trommel screen* dengan kecepatan putar 25, 35, dan 50 rpm dengan sudut kemiringan 2, 4, 6 derajat. Proses pemisahan dihitung berdasarkan efisiensi yang dihitung berdasarkan rumus:

$$\varphi = 1 - \frac{m_o}{m_{li}}$$

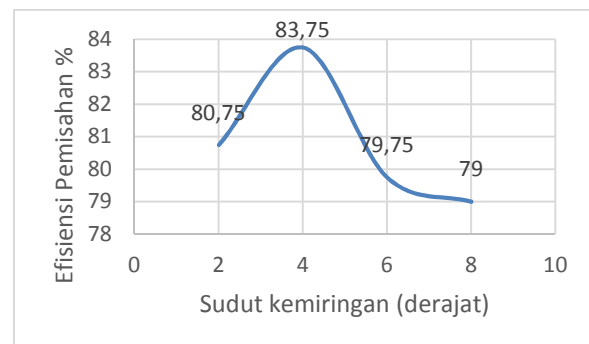
dimana m_{in} adalah pengotor (4kg) ditambah berat mangan fraksi -2+1 cm (1kg) yang disebut *oversize* dan m_{out} adalah berat masa yang masuk ke penampung yang memiliki ukuran -1cm yang disebut *undersize*. (Gambar 4).



Gambar 4. Proses Pemisahan Ukuran

HASIL DAN BAHASAN

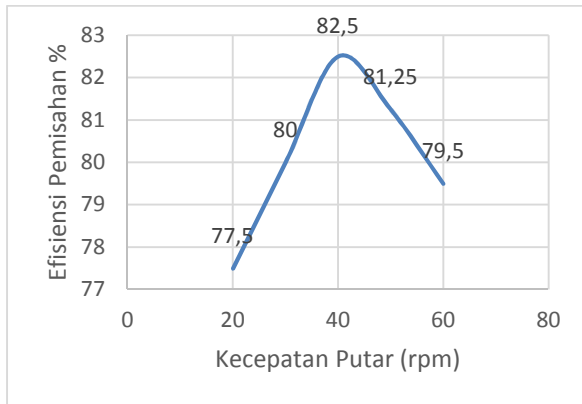
Sampel yang akan digunakan dalam percobaan dipisahkan antara bahan galian mangan murni yang berukuran -2+1 cm.



Gambar 5. Hubungan Sudut Kemiringan terhadap Efisiensi Pemisahan

Peningkatan efisiensi pada kemiringan 2° dan 4° yang kemudian terjadi penurunan efisiensi pada kemiringan 6° dan 8°. Kemiringan tentunya meningkatkan kecepatan horizontal sehingga pada rentang kemiringan 2o sampai 4o menyebabkan material menyebar di permukaan ayakan dan membentuk satu lapisan yang memudahkan butiran -1cm akan mudah melewati lubang ayakan 1cm. Namun dengan

bertambahnya kecepatan horizontal akibat bertambahnya kemiringan menyebabkan material -1cm melewati lubang ayakan sehingga ikut terbawa keluar sebagai oversize sehingga efisiensi pemisahan menurun pada keiringan 6° dan 8°.



Gambar 6. Hubungan Kecepatan Putar terhadap Efisiensi Pemisahan

Kecepatan putar yang makin tinggi akan menyebabkan terjadinya *cascading* lebih besar yang menyebabkan material lebih banyak mengikuti putaran trommel sehingga tidak sempat masuk ke dalam lubang ayakan, hal ini kelihatan dengan peningkatan kecepatan putar menyebabkan penurunan efisiensi pada putara 50, 60 dan 80 rpm. Sedangkan saat putaran lambat (20,30, 40 rpm) yang menyebabkan terjadinya *cataracting* menunjukkan peningkatan efisiensi *trommel* yang berarti tidak banyak banyak material pengotor yang keluar sebagai *oversize* sehingga dapat dikatakan mangan yang berukuran -2+1 makin bersih. Kejadian *cataracting* menyebabkan pengotor terlindas oleh material mineral mangan yang berukuran lebih besar dari lubang bukaan sehingga memaksa material pengotor yang berukuran -1cm masuk ke dalam lubang ayakan 1cm.

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa dari bab sebelumnya, maka hasil akhir dari penelitian ini dapat di simpulkan:

1. Peningkatan kemiringan dari 2° menjadi 4° dapat meningkatkan efisiensi sebesar 3 persen, sedangkan peningkatan kemiringan menjadi 6° menyebabkan penurunan efisiensi 4%, bahkan pada kemiringan 8° menyebabkan penurunan 4,75%.
2. Perubahan kecepatan putar dari 20 rpm sampai 40 rpm dapat meningkatkan efisiensi sebesar 5 persen, namun dengan peningkatan sampai 60

rpm menyebabkan penurunan efisiensi sebesar 3%.

SARAN

Peneliti selanjutnya sebaiknya memmperhatikan variable ukuran fraksi lain yang lebih halus sehingga dapat digunakan untuk mengukur pengaruh variable ukuran terhadap efisiensi pemisahan

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini terlaksana dengan menggunakan dan DIPA Universitas Nusa Cendana dengan Nomor kontrak Penelitian 47/UN15.15.2.PPK/SPP/FST/III/2022.

DAFTAR PUSTAKA

1. B. Bellocq, T. Ruiz, G. Delaplace, A. Duri, B. Cuq, 2017, Screening efficiency and rolling effects of a rotating screen drum used to process wet soft agglomerates, Journal of Food Engineering, Elsevier, 2017, 195, pp.235-246. [10.1016/j.jfoodeng.2016.09.023](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2016.09.023)hal-01506516.
2. Chen, Y.-S., Hsiao, S.-S., Lee, H.-Y., Chyou, Y.-P., Hsu, C.-J., 2010. Size separation of particulates in a trommel screen system. Chem. Eng. Process. Process Intensif. 49, 1214–1221. <https://doi.org/10.1016/J.CEP.2010.09.003>
3. Morad, M. M., H. A. El-Maghawry and K. I. Wasfy, 2014, Optimizing Some Different Operating Parameters Affecting The Performance Of Compost Trommel Screen, Farm Machinery And Power, Misr J. Ag. Eng., 31 (1): 111 - 132
4. Stessel, R.I., Kranc, S.C., 1992. Particle Motion in Rotary Screen. J. Eng. Mech. 118, 604–619. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1992\)118:3\(604\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1992)118:3(604))
5. Wheeler P.A, Barton J.R, New R., 1989, An empirical Approach to Design of Trommel Screen for Fine Screenin of Domestic Refuse, Resources, Conservation and Recycling, Elsevier, Pergamon,262-273. [https://doi.org/10.1016/0921-3449\(89\)90003-7](https://doi.org/10.1016/0921-3449(89)90003-7)
6. Piotr Wodzi ski, 2006, Drum screen in Mining, Górnictwo i Geoin ynieria • Rok 30 • Zeszyt 3/1 Technical University, Łód , The study was carried out within basic research project Dz. St. 12.2 in the Department of Process Equipment