

PERANCANGAN ULANG TRANSFER CHUTE 53/64 BERADASARKAN ANALISA TRAYEKTORI UNTUK MENAIKKAN UMUR LINER, STUDI KASUS DI PT FREEPORT INDONESIA

Ramses Yohannes Hutahaean, Marthina Mini

Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri dan Kebumihan
Universitas Sains dan Teknologi Jayapura
Email : ramses_yh@yahoo.com

Abstract

In mining industries the transfer Chute is one of the important components in the transportation of ore originating from open pit to the stock pile. Overhaul at the field usually every 2 month, the damage or leakage in the transfer chute is not during overhaul can cause production losses for 10 hours . Damage that often occurs in chute transfers occurs after production increases which causes the conveyor speed to change from 2 m / s to 4 m / s so that the initial design of the transfer chute is not suitable for conveyor speeds to 4 m / s, ore originating from conveyor 53 is not form a rock box on the transfer chute 53/64 but directly hit the liner on the transfer chute.

In this paper presents two material discharge trajectory methods and explain the differences between them, and then we choose a method that approaches the actual condition. From the results of the trajectory analysis, we can determine new dimensions of transfer chute. Based on the modification of the chute transfer, the life time of the liner increased from 4 weeks to 8 months and there was never a "down time" due to an increase in the transfer chute 53/64.

Keywords : Leakage , trajectory, Transfer chute

1. PENDAHULUAN

Transfer chute merupakan salah satu komponen penting dalam industri pertambangan. Fungsi dari transfer chute adalah untuk memindahkan aliran material atau ore dari satu conveyor ke conveyor lainnya, kebocoran pada transfer chute akan menyebabkan tumpahan material, dan dibutuhkan waktu untuk membersihkan tumpahan material tersebut, bahkan kebocoran pada transfer chute juga akan merusak konstruksi transfer chute. Sehingga akan menimbulkan kerugian produksi, karena jalur produksi dimulai dari crusher kemudian di alirkan melalui conveyor dan di alirkan ke conveyor lain hingga mencapai stock pile.



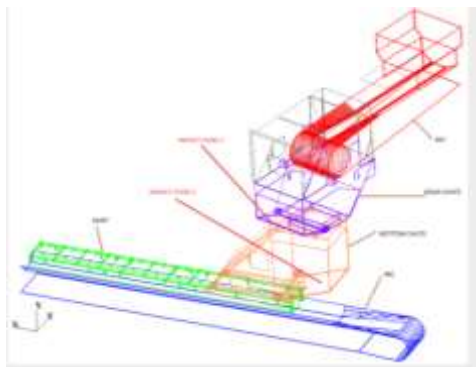
Gambar 1. Contoh bentuk transfer chute

Kerusakan pada transfer chute akan menghentikan laju produksi yang dimulai dari crusher hingga mencapai stock pile. Kerusakan pada transfer chute diawali dengan keausan pada liner, dimana komponen liner berfungsi untuk melindungi dinding transfer chute. Pada gambar 1 ditunjukkan sebuah transfer chute berikut contoh liner yang digunakan.



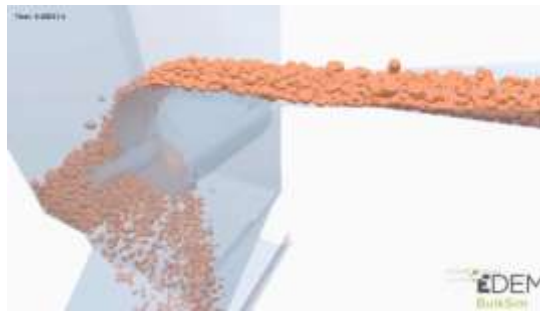
Gambar 2. Contoh liner pada transfer chute

Untuk mengurangi keausan pada liner maka harus dilakukan analisa trayektori, kemudian kita tentukan posisi dinding chute agar terjadi "rock box", material yang di pindahkan dari conveyor atas di usahakan agar mengarah ke arah rock box, dan tidak langsung menumbuk liner.

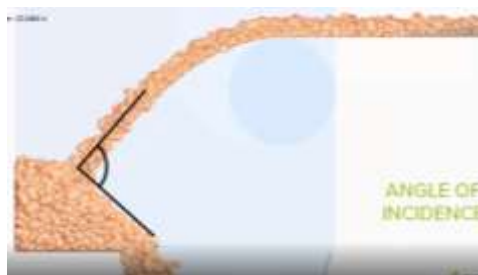


Gambar 3. Transfer chute dan rock box yang terbentuk

Pada gambar berikut ditunjukkan trayektori transfer chute 53/64 sebelum dilakukan perubahan kecepatan conveyor yaitu 2 m/s dengan menggunakan software Chute Analysis. Pada kondisi kecepatan conveyor 2 m/s terjadi rock box pada transfer chute 53/64, dan jadwal penggantian liner dilakukan setiap 6 bulan.



Gambar 4. Trayektori saat kecepatan conveyor 2 m/s dari arah head



Gambar 5. Trayektori saat kecepatan conveyor 2 m/s dari sisi transfer chute

Namun setelah kecepatan conveyor di rubah menjadi 4 m/s dikarenakan kenaikan produksi, kemudian terjadi masalah kebocoran pada transfer chute 53/64, sehingga penggantian liner dilakukan setiap 4 minggu dan karena PT.Freeport Indonesia tidak memiliki license untuk software chute analysis, maka penulis melakukan analisis tersendiri dengan menggunakan software MATLAB dengan untuk melakukan analisa trayektori.

2. Analisa Trayektori

Penentuan trayektori material tambang yang akurat dari pulley menuju transfer chute merupakan bagian terpenting dalam proses perancangan transfer chute. Trayektori yang tidak tepat akan menyebabkan berbagai masalah, salah satunya adalah kebocoran pada transfer chute. Terdapat beberapa metode yang ada pada literatur, yaitu metode yang digunakan oleh C.E.M.A [1,2,3,4,5], M.H.E.A [6], Golka [8,9] dan Korzen [10]. Berbagai metode tersebut menggunakan sejumlah parameter yang berbeda untuk menentukan trayektori material.

2.1 Beberapa Metode Penentuan Trayektori

Terdapat berbagai metode untuk menentukan trayektori material, namun pada makalah ini kita hanya membahas tiga metode. Metode yang pertama adalah dengan menggunakan prinsip trayektori proyektil [1,2,3,4,5,6,11], metode kedua adalah dengan menggunakan solusi iteratif [7] dan yang terakhir adalah metode dengan memperhitungkan koefisien drag [10].

Metode yang dikembangkan oleh C.E.M.A [1,2,3,4] dan M.H.E.A [6] adalah dengan menentukan trayektori pelepasan (discharge trajectory). Pada metode ini kita yang pertama dilakukan adalah menentukan trayektori tengah (central trajectory), kemudian menentukan trayektori bagian atas dan bagian bawah. Trayektori metode ini berdasarkan sudut pelepasan seperti ditunjukkan pada persamaan (1)., yang hanya merupakan fungsi dari kecepatan conveyor.

$$\alpha_d = \cos^{-1} \left[\frac{V_b^2 R_c}{g(R_p + b)^2} \right] \quad (1)$$

Trayektori dimulai dari garis singgung saat material meninggalkan puli, dan berlaku untuk conveyor berkecepatan rendah dan berkecepatan tinggi.

Sedangkan Booth [7] melakukan modifikasi dengan mempertimbangkan kondisi dimana telah terjadi slip pada material, α_r , yang menghasilkan bentuk trayektori yang lebih tepat. Untuk kondisi kecepatan belt yang tinggi tidak terjadi slip, dan pada saat ini C.E.M.A dan M.H.E.A menggunakan metode dengan mempertimbangkan faktor slip. Untuk kondisi kecepatan rendah sudut pelepasan diperoleh dengan menggunakan persamaan (2).

$$\alpha_d = \frac{V_b^2}{gR_b} \quad (2)$$

Dan sudut slip material α_r , diperoleh dengan menggunakan persamaan (3). Analisis berdasarkan prosedur Booth menghasilkan persamaan (4) dengan menggunakan $V(\psi) = V_b$ dan $\psi = \alpha_r$ untuk memperoleh konstanta integrasi C . Kemudian persamaan (2) dan (4) diselesaikan secara simultan dengan menggunakan $V(\psi) = V_d$ dan $\psi = \alpha_d$ untuk menentukan sudut pelepasan dan kecepatan pelepasan (discharge velocity). Prosedur trayektori metode ini dapat digunakan untuk kondisi kecepatan tinggi.

$$\cos \alpha_r - \frac{V_b^2}{gR_b} = \frac{1}{\mu_s} \sin \alpha_r \quad (3)$$

$$\frac{V^2(\psi)}{2gR_b} = \frac{(2\mu_s^2 - 1) \cos \psi - 3\mu_s \sin \psi}{(4\mu_s^2 + 1)} + C e^{2\mu_s \psi} \quad (4)$$

Dimana pada persamaan (3) dan persamaan (4) digunakan koefisien friksi statis.

Golka [8,9] menggunakan koordinat Cartesian untuk mengembangkan metodenya untuk menentukan trayektori conveyor. Pada metode yang dikembangkannya terdapat dua sudut discharge yang berbeda, α_{d1} untuk trayektori bawah seperti ditunjukkan pada persamaan (5), dan α_{d2} untuk trayektori atas pada persamaan (6). Dan kemudian dilakukan tiga kasus yang berbeda untuk mengakomodasi kondisi kecepatan tinggi, kecepatan rendah dan kecepatan transisi seperti ditunjukkan pada tabel 1.

$$\alpha_{d1} = \cos^{-1} \left[\frac{V_1^2}{gR_p} \right] \quad (4)$$

$$\alpha_{d2} = \cos^{-1} \left[\frac{V_2^2}{g(R_p + h_d)} \right] \quad (5)$$

Dimana :

$$V_2 = V_1 \left(1 + \frac{2h}{R_p} \right)^{0.5}$$

Dan

$$h_d = R_p \left[\left(1 + \frac{2h}{R_p} \right)^{0.5} - 1 \right]$$



	Kondisi	α_{d1}	α_{d2}
Kasus 1	$V_1 < V_{cr1}$, $V_2 < V_{cr2}$	Persamaan (4)	Persamaan (5)
Kasus 2	$V_1 > V_{cr1}$	Sudut singgung	Sudut singgung
Kasus 3	$V_1 < V_{cr1}$, $V_2 > V_{cr2}$	Persamaan (4)	Sudut singgung

Metode ketiga adalah metode yang ditemukan oleh Korzen [10], pada metode ini dilakukan pendekatan iteratif untuk menentukan trayektori material. Pada metode ini digunakan parameter sifat adhesif material, faktor inersia dan faktor slip dengan menggunakan koefisien friksi statis μ_s dan koefisien friksi kinetik μ_k . Untuk conveyor kecepatan rendah, yaitu dengan kondisi :

$$\frac{V_b^2}{gR_b} \leq 1 \quad (6)$$

Tahap pertama adalah menentukan sudut slip yang diperoleh dengan menggunakan persamaan (6).

$$\alpha_r = \tan^{-1} \mu_s \pm \sin^{-1} \left[\sin(\tan^{-1} \mu_s) \left(\frac{V_b^2}{R_c g} - 2 \frac{\sigma_a}{\gamma h} \right) \right] \quad (7)$$

Sudut slip tersebut digunakan untuk menentukan konstanta integrasi C pada persamaan (7), dengan menggunakan $V(\psi) = V_b$ dan $\psi = \alpha_r$. Kemudian untuk menentukan sudut pelepasan (discharge angle), kondisi $V^2(\psi) = R_c g \cos \psi$ dan $\psi = \alpha_d$ harus memenuhi persamaan (7).

$$V^2(\psi) = 2gR_c \left[\frac{(4\mu_k^2 - 1) \cos \psi - 5\mu_k \sin \psi}{(1 + 16\mu_k^2)} \right] + C e^{4\mu_k \psi} \quad (8)$$

Dilakukan iterasi untuk memperoleh ψ

$$\cos \psi = 2 \left[\frac{(4\mu_k^2 - 1) \cos \psi - 5\mu_k \sin \psi}{(1 + 16\mu_k^2)} \right] + C e^{4\mu_k \psi}$$

Pada tahap ini solusi iteratif diterapkan berdasarkan bilangan Reynolds dan koefisien drag untuk bentuk partikel harus ditentukan, proses iterasi dilakukan hingga tercapai kesalahan di bawah 1%. Korzen juga menyatakan bahwa untuk partikel dengan ukuran diatas 1 g, maka efek drag dapat diabaikan.

2. METODE PENELITIAN

Sebelum kita melakukan analisa trayektori dengan kecepatan conveyor 4 m/s kita akan melakukan analisa trayektori dengan kecepatan 2 m/s, dimana perhitungan trayektori dilakukan dengan menggunakan MATLAB, dengan persamaan kecepatan dengan mengabaikan gaya drag :

$$\begin{aligned} V_x &= V_b \cos \alpha_d \Delta t \\ V_y &= V_b \sin \alpha_d + g \Delta t \end{aligned} \quad (9)$$

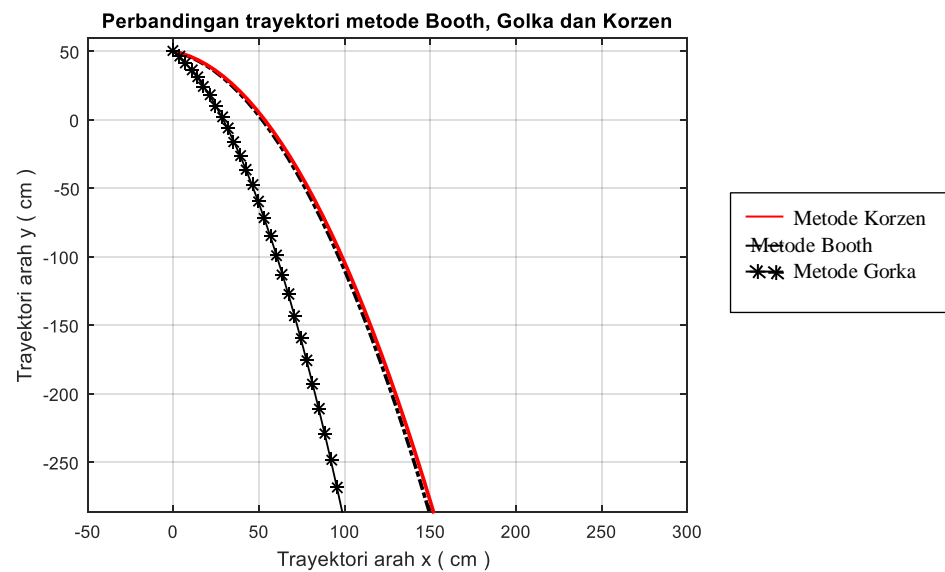


Dimana Δt adalah interval waktu sebesar 0.001 detik. Sedangkan persamaan trayektori

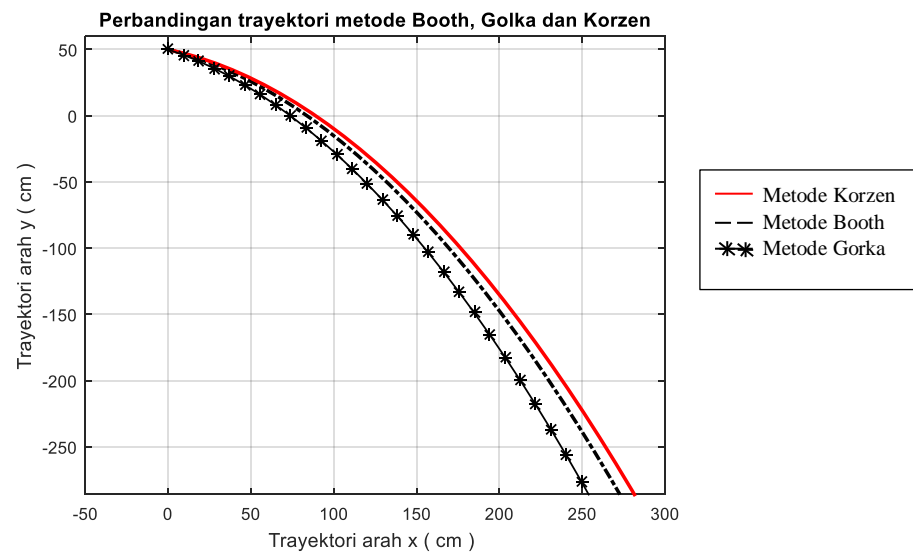
$$\begin{aligned}\Delta S_y &= V_b \sin \alpha_d \Delta t + \frac{1}{2} g(\Delta t)^2 \\ \Delta S_x &= V_b \cos \alpha_d \Delta t\end{aligned}\quad (10)$$

Dan jarak trayektori adalah

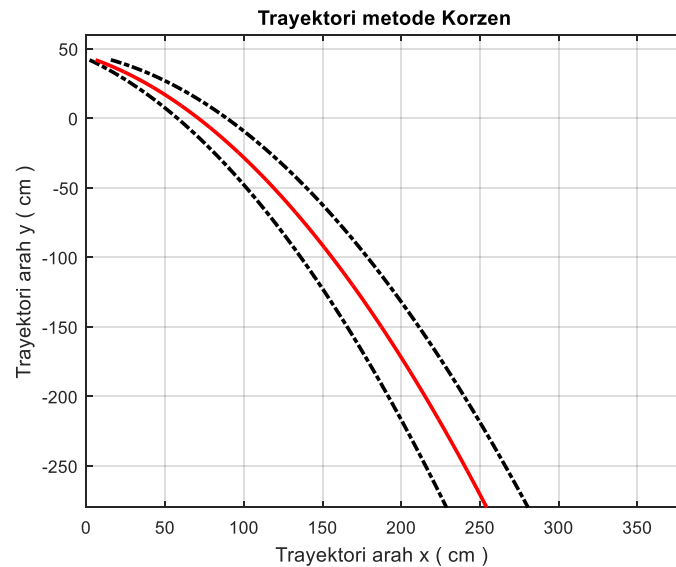
$$\begin{aligned}S_{yn} &= \sum_{i=1}^{i=n} \Delta S_y \\ S_{xn} &= \sum_{i=1}^{i=n} \Delta S_x\end{aligned}\quad (11)$$



Gambar 6. Trayektori aliran material dengan kecepatan conveyor 2 m/s



Gambar 7. Trayektori aliran material dengan kecepatan conveyor 4 m/s



Gambar 8. Trayektori material bagian atas, tengah dan bawah

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan MATLAB, diperoleh jarak trayektori yang diperlukan adalah

$$S_y = 339 \text{ cm}$$

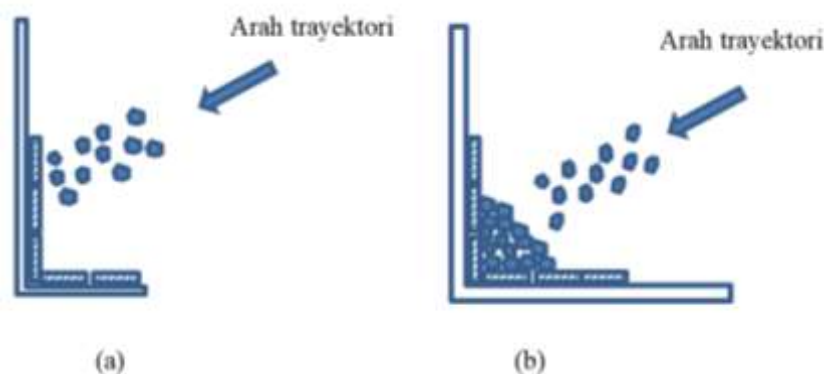
$$S_x = 253 \text{ cm}$$

Dengan demikian diperlukan tambahan dimensi dalam arah x sebesar

$$253 \text{ cm} - 150.6 \text{ cm} = 102.4 \text{ cm}$$

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan modifikasi dengan merubah komponen base plate dan back side dengan menggeser kedua komponen tersebut ke belakang sebesar 418 mm, maka penggantian liner pada area tersebut menjadi setiap delapan bulan, dan sebelumnya adalah setiap bulan.



Gambar 9. Model tumbukan material tambang pada transfer chute
(a) Kondisi sebelum dilakukan modifikasi. (b) Kondisi setelah dilakukan modifikasi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa trayektori, disimpulkan bahwa agar dihindari benturan antara material ore dengan liner secara langsung, dan diusahakan agar terjadi penumpukkan ore, sehingga tumbukan yang terjadi adalah antara ore dengan ore.
2. Setiap perancangan transfer chute harus diawali dengan analisa trayektori,
3. Koefisien drag dengan massa partikel berada di bawah 1 g dapat diabaikan.
4. Dari hasil pengamatan di daerah transfer chute 53/64, metode Korzen lebih mendekati kondisi aktual.

DAFTAR PUSTAKA

1. C.E.M.A. Belt Conveyors for Bulk Materials. 1st Ed, Conveyor Equipment Manufacturers Association, 1966.
2. C.E.M.A. Belt Conveyors for Bulk Materials. 2nd Ed, Conveyor Equipment Manufacturers Association, 1979.
3. C.E.M.A. Belt Conveyors for Bulk Materials. 4th Ed, Conveyor Equipment Manufacturers Association, 1994.
4. C.E.M.A. Belt Conveyors for Bulk Materials. 5th Ed, Conveyor Equipment Manufacturers Association, 1997.
5. C.E.M.A. Belt Conveyors for Bulk Materials. 6th Ed, Conveyor Equipment Manufacturers Association, 2005.
6. M.H.E.A. Recommended Practice for Troughed Belt Conveyors, Mechanical Handling Engineer's Association, 1986.
7. Booth, E. P. O. "*Trajectories from Conveyors - Method of Calculating Them Corrected*". Engineering and Mining Journal, Vol. 135, No. 12, December, 1934, pp. 552 - 554.
8. Golka, K. "*Prediction of the Discharge Trajectories of Bulk Materials*". Bulk Solids Handling, Vol. 13, No. 4, November, 1993, pp. 763 - 766.
9. Hastie, DB, Wypych, PW & Arnold, PC, The profile of conveyor trajectories, International Conference for Bulk Materials Storage, Handling and Transportation, 2007, p 1-10, Newcastle, Australia: Australian Society for Bulk Solids Handling
10. Korzen, Z. "*Mechanics of Belt Conveyor Discharge Process as Affected by Air Drag*". Bulk Solids Handling, Vol. 9, No. 3, August, 1989, pp. 289 - 297.
11. Goodyear Handbook of Conveyor & Elevator Belting: Section 11, 1975.
12. Dunlop Industrial Conveyor Manual, 1982.

