

# Modifikasi Jalur Material Untuk Optimalisasi Penggunaan *Cement Kiln Dust* (CKD) Pada *Cement Mill* 562-RM1

Faizal Adhari Styadi<sup>1</sup>, Budi Yuwono<sup>2\*</sup>, dan Junaedi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Mesin, Konsentrasi Rekayasa Industri Semen, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

<sup>3</sup>Patroller *Finish Mill* Dispact, Production Departement, PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk., Merkawang, Kec. Tambakboyo, Kabupaten Tuban, Jawa Timur 62352

\*Corresponding author E-mail address: faizal.adhari.styadi.tm23@stu.pnj.ac.id

## Abstrak

Pada proses produksi semen di *Finish mill*, *Cement Kiln Dust* (CKD) dan *fly ash* digunakan sebagai material aditif yang berfungsi meningkatkan efisiensi proses penggilingan, mengurangi penggunaan clinker, serta menekan biaya produksi. Proses penyaluran kedua material tersebut masih menggunakan jalur distribusi yang sama sehingga proporsi material yang masuk ke proses penggilingan sering tidak sesuai dengan komposisi yang ditetapkan. Kondisi tersebut mengakibatkan kualitas semen tidak memenuhi standar yang ditentukan, serta sebagian CKD harus dibuang ke *quarry* ketika kapasitas Bin telah mencapai batas maksimum. Padahal, CKD merupakan *by-product* yang masih memiliki nilai guna dan dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi biaya operasional. Oleh sebab itu, diperlukan modifikasi sistem distribusi material melalui pemisahan jalur penyaluran dengan mengalokasikan Bin T91-3B1 sebagai Bin *fly ash* dan Bin T92-3B1 sebagai Bin CKD agar masing-masing material dapat disalurkan secara terpisah sesuai komposisi yang telah ditentukan, sehingga pemanfaatan CKD menjadi lebih optimal, komposisi material pada proses penggilingan tetap terjaga, serta mendukung kontinuitas dan efisiensi proses produksi semen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi jalur material berhasil diterapkan dengan kapasitas desain *air slide* sebesar 15 tph, sehingga mampu menstabilkan suplai CKD, menekan biaya operasional, dan mengurangi volume pembuangan CKD ke *area quarry*.

Kata-kata kunci: *Cement Kiln Dust* (CKD), *Fly ash*, Bin, *Finish Mill*, Sistem Transport Material

## Abstract

In the cement production process at the *Finish mill*, *Cement Kiln Dust* (CKD) and *fly ash* are used as additive materials to improve grinding efficiency, reduce clinker consumption, and lower production costs. Currently, both materials are conveyed through the same material transport system, causing the proportion of materials fed into the grinding process to frequently deviate from the specified composition. This condition results in cement quality that does not meet the required standards, while a portion of the CKD must be disposed of in the *quarry* when the storage Bin reaches its maximum capacity. Nevertheless, CKD is a *by-product* with significant potential for reuse and can contribute to improving operational cost efficiency. Therefore, it is necessary to modify the material transport system by separating the conveying lines, designating Bin T91-3B1 exclusively for *fly ash* and Bin T92-3B1 exclusively for CKD. This modification allows each material to be conveyed independently according to the predetermined composition, thereby optimizing CKD utilization, maintaining the desired material composition during the grinding process, and supporting the continuity and efficiency of cement production. The results show that the modification was successfully implemented with an *air slide* design capacity of 15 tph, effectively stabilizing CKD supply, reducing operational costs, and minimizing CKD disposal to the *quarry* area.

**Keywords:** *Cement Kiln Dust (CKD), fly ash, Bin, Finish Mill, material transport system.*

## 1. PENDAHULUAN

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk (SBI), menjalankan proses produksi semen terintegrasi mulai dari quarrying, crushing, grinding (Raw Mill), burning (preheater–kiln), final grinding (*Finish Mill*), hingga packing.[1] Pada tahap Raw Mill Kiln (RMK), efisiensi cyclone yang hanya mencapai  $\pm 90\%$  menyebabkan sebagian material halus terbawa ke bag filter dan terakumulasi sebagai Cement Kiln Dust (CKD), terutama saat Raw Mill berhenti beroperasi. Secara teknis, CKD berpotensi dimanfaatkan kembali sebagai material aditif pada proses kiln, namun kandungan Lime Saturation Factor (LSF) dan klorida (Cl) yang tinggi berisiko menimbulkan coating pada preheater dan kiln, sehingga pemanfaatannya di sistem kiln tidak dapat dilakukan secara kontinu.[2]

Sebagai alternatif, CKD dimanfaatkan di *Finish mill* Tuban 2 melalui pencampuran dengan *fly ash* pada *Bin* T92-3B1 dengan target proporsi 60% CKD dan 40% *fly ash*, untuk produksi semen PCC/General Use. Namun, data operasional menunjukkan konsumsi CKD berfluktuasi tiap bulan (148–293 ton), mengindikasikan proses mixing di dalam *Bin* belum homogen. Ketidakhomogenan ini menyebabkan komposisi material yang turun ke proses berikutnya tidak konsisten, yang berdampak pada parameter Loss on Ignition (LOI) produk—misalnya nilai LOI sempat mencapai 17,03% pada 7 Juli, melampaui standar SBI (14,5%) maupun SNI (16%) untuk semen PCC. Ketidakstabilan ini juga berdampak pada manajemen *dustBin* CKD, ketika *Bin* T92-3B1 dan *dustBin* sama-sama penuh, CKD terpaksa dibuang ke area *quarry*. Sepanjang Januari–November 2025, total pembuangan CKD mencapai 4.680 ton dengan kerugian finansial sekitar Rp391 juta, ditambah biaya tambahan akibat aktivitas pengangkutan (waste transporting) dari *dustBin* ke *quarry*. [3]

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa sistem distribusi CKD saat ini belum mampu menjaga kestabilan komposisi campuran dan aliran material secara terkontrol. Oleh karena itu, diperlukan optimalisasi melalui pemisahan jalur material dengan menjadikan *Bin* T92-3B1 sebagai *Bin* khusus CKD, sehingga aliran CKD menuju *Finish mill* dapat diatur lebih stabil dan proporsional. Upaya ini diharapkan dapat menstabilkan kualitas produk (LOI), mengurangi ketergantungan pada *fly ash* sebagai material aditif eksternal, menekan biaya operasional, serta meminimalkan waste pembuangan CKD ke *quarry* sesuai prinsip *waste minimization* di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, Pabrik Tuban.[4]

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam Penelitian ini untuk mengetahui modifikasi yang tepat dalam mengontrol aliran dan proporsi material CKD dan *fly ash* pada sistem mixing di *Bin* T92-3B1. Pada tahap ini, dijabarkan alur proses mulai dari identifikasi masalah hingga berakhirnya tugas akhir, dengan tujuan tercapainya stabilitas suplai dan komposisi campuran CKD dan *fly ash* menuju *Finish mill* Tuban 2. Metode penelitian ini terbagi dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

Penelitian ini merupakan penelitian rekayasa (applied engineering research) yang meliputi tahap perancangan, fabrikasi, dan pengujian (trial) langsung di lapangan terhadap parameter operasional sebelum dan sesudah modifikasi diterapkan. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Bin* T92-3B1, *Bin* T9A-3B1, sistem *air slide*, *rotary feeder*, *slide gate*, *load cell*, *digital weight indicator*, dan *flow meter*, serta data *Technical Information System* (TIS) untuk mencatat *feed rate*, level *Bin*, dan nilai *Loss on Ignition* (LOI). Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bukaan *slide gate* dan kecepatan putaran *rotary feeder*; variabel terikat adalah kapasitas aliran CKD (tph) dan nilai LOI produk, sedangkan variabel kontrol meliputi jenis material (CKD), densitas material, serta dimensi *air slide* (panjang dan lebar) yang dijaga tetap selama pengujian.

### Analisa Kebutuhan Konsumen

Pertama-tama penulis melakukan diskusi dengan user. Adapun user dalam penelitian ini yaitu Departemen Produksi dan Departemen Maintenance *Finish mill* Tuban, sehingga penulis melakukan diskusi dengan karyawan dari kedua departemen tersebut untuk memahami kebutuhan operasional terkait kestabilan suplai CKD dan *fly ash*. [1]

### Observasi Objek Tugas Akhir

Observasi dilakukan agar penulis mengetahui mekanisme kerja sistem mixing pada *Bin* T92-3B1, pola distribusi CKD dan *fly ash*, penyebab ketidakhomogenan campuran, serta kondisi eksisting sistem penanganan

dustBin CKD. Observasi ini bertujuan agar penulis dapat merumuskan konsep modifikasi yang tepat untuk pemisahan jalur material CKD pada area Bin T92-3B1.

#### Studi Literatur

Berbagai jenis sumber digunakan untuk memperoleh informasi terkait permasalahan tersebut, termasuk jurnal, buku manual, internet, data spesifikasi peralatan, standar mutu semen (SNI dan standar internal SBI), serta data historis operasional dari sistem terkait.

#### Konsep Modifikasi

Dari hasil observasi dan diskusi dengan berbagai pihak, didapatkan konsep modifikasi berupa pemisahan jalur material dengan menjadikan Bin T92-3B1 sebagai Bin khusus CKD, sehingga aliran CKD menuju *Finish mill* dapat dikontrol secara terpisah dan lebih terukur, sembari mengatasi masalah utama berupa ketidakhomogenan campuran dan fluktuasi suplai pada sistem mixing original.

#### Uji Coba Hasil dan Pengamatan

Uji coba dilakukan dengan mengukur dan membandingkan komposisi serta volume CKD dan *fly ash* yang tersalur ke *Finish mill* sebelum dan sesudah penerapan pemisahan jalur material. Hasil pengamatan berupa data konsumsi material dan nilai *Loss on Ignition* (LOI) produk akan dibandingkan dengan kondisi sebelum modifikasi, untuk mengevaluasi efektivitas sistem dalam menstabilkan proporsi campuran serta mengurangi volume pembuangan CKD ke area *quarry*. Analisis dilakukan dengan membandingkan secara kuantitatif data operasional pada periode waktu yang setara sebelum dan sesudah modifikasi, sehingga perubahan komposisi campuran, stabilitas suplai, dan nilai LOI dapat diukur secara objektif sebagai indikator keberhasilan modifikasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Analisis Kebutuhan

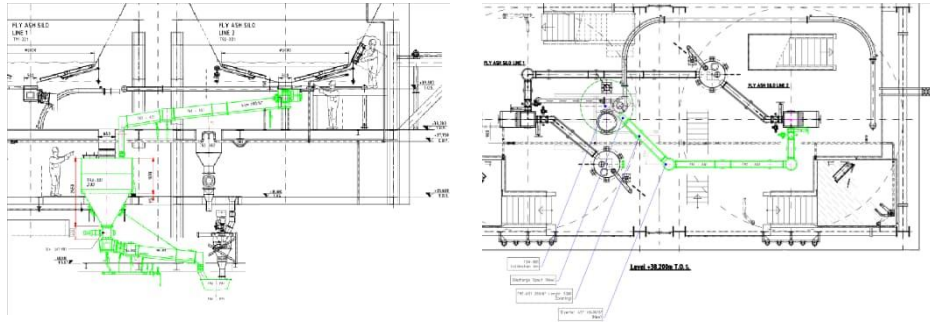
Analisis kebutuhan konsumen dilakukan berdasarkan identifikasi masalah menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) dan didasari oleh kondisi proses mixing CKD dan *fly ash* pada Bin T92-3B1 yang belum berlangsung secara homogen, sehingga proporsi campuran tidak sesuai target (60% CKD : 40% *fly ash*) dan berdampak pada ketidakstabilan nilai *Loss on Ignition* (LOI) produk semen.[5] Permasalahan ini diperparah dengan kondisi *dustBin* CKD yang kerap penuh bersamaan dengan kondisi Bin T92-3B1 yang juga penuh, sehingga CKD terpaksa dibuang ke area *quarry* dan menimbulkan kerugian finansial serta waste transporting. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu modifikasi sistem berupa pemisahan jalur material CKD agar aliran dan proporsi campuran dapat dikontrol secara lebih stabil, sehingga suplai CKD ke proses produksi dapat terus berjalan secara konsisten tanpa mengganggu kualitas produk maupun menimbulkan waste material.[6]

Berdasarkan kondisi tersebut, kriteria konsep rancangan yang disusun adalah sebagai berikut:

- Mampu meningkatkan pemanfaatan CKD sebagai material additive pada proses produksi semen.
- Mampu mengendalikan dan menstabilkan suplai CKD menuju *Cement mill* Tuban 2.
- Mampu mengurangi jumlah CKD yang dibuang ke area *quarry*.
- Memanfaatkan fasilitas dan peralatan (*existing equipment*) yang telah tersedia sehingga tidak memerlukan perubahan besar pada sistem distribusi material.
- Mendukung pengurangan konsumsi *fly ash* sebagai material eksternal sehingga dapat meningkatkan efisiensi biaya operasional.

### Konsep Desain Jalur Material

Berikut merupakan konsep desain modifikasi yaitu dengan mengkhususkan *Bin* T92-3B1 untuk material CKD, serta merubah *Air slide* dengan membelokkan yang sebelumnya mengarah ke *Bin* T91-3B2 menuju *Bin* T9A-3B1 dengan menambahkan *diverter* sebesar  $45^\circ$ . [7] Dan juga melakukan modifikasi pada *Bin* T9A-3B1 dengan menambahkan *Slide gate* dan *Rotary Feeder* untuk mengatur jumlah *feeding* material yang diinginkan, berdasarkan beberapa opsi terbaik menurut kriteria yang telah disepakati sesuai dengan kebutuhan konsumen dan kebutuhan diarea. [7]



Gambar 3. 1 Konsep Desain Modifikasi Jalur Material Pandangan Depan dan atas

### Kapasitas Material yang di Transport

Material yang diangkut oleh sistem transportasi *air slide* setelah dilakukan modifikasi adalah *Cement Kiln Dust* (CKD). Berdasarkan data *Technical Information System* (TIS), rata-rata *feed rate Finish Mill* selama periode Januari–Maret 2026 sebesar 250,2 tph. Sebelum modifikasi, material CKD dicampur dengan *fly ash* menggunakan perbandingan 3 : 2 sebelum dialirkan menuju *cement mill*. Setelah proyek modifikasi diterapkan, jalur distribusi CKD dipisahkan sehingga CKD dapat dialirkan secara terpisah dan proporsi penggunaannya ditingkatkan menjadi 6% dari total *feed rate Finish Mill*. [8]

Dengan demikian, kapasitas material CKD yang direncanakan untuk diangkut oleh *air slide* setelah modifikasi adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Feed CKD} &= 250,2 \times 6\% \\ &= 15,012 \approx 15 \text{ tph} \end{aligned}$$

### Kapasitas Material Flow Density

Perhitungan kapasitas *material flow* dilakukan untuk memvalidasi kelayakan sistem transportasi *air slide* setelah modifikasi. Sebagai dasar perbandingan, digunakan kondisi operasi sebelum modifikasi, yaitu ketika *air slide* mengangkut material campuran *fly ash* dan CKD dengan kapasitas total 25 tph dan komposisi 3 : 2. [9]

Data densitas material adalah sebagai berikut:

- Density *Fly ash* =  $800 \text{ kg/m}^3$
- Density CKD =  $600 \text{ kg/m}^3$

Densitas campuran material dihitung menggunakan rata-rata berbobot sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \rho_{mix} &= \frac{3}{5}(800) + \frac{2}{5}(600) \\ &= 480 + 240 = 720 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Atau

$$\rho_{mix} = 0,72 \text{ t/m}^3$$

Debit volumetrik material pada kondisi sebelum modifikasi adalah:

$$\text{Material Flow } (Q) = \frac{\text{Feed}}{\text{Density } (\rho)}$$

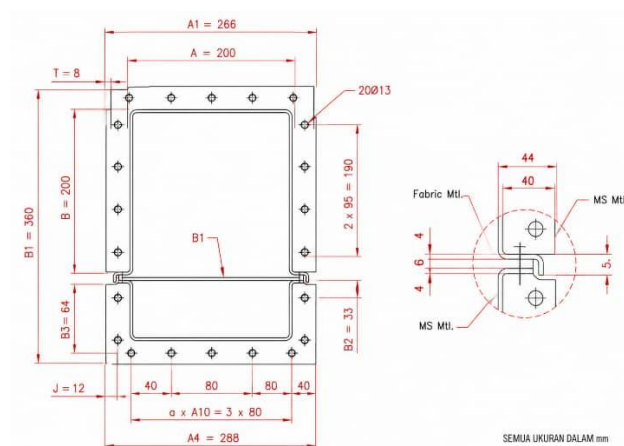
$$\text{Material Flow} = \frac{25 \text{ t/m}^3}{0,72 \text{ t/m}^3} = 31,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Selanjutnya, pada kondisi setelah modifikasi *air slide* hanya mengangkut material CKD dengan kapasitas 15 tph. Dengan densitas CKD sebesar  $600 \text{ kg/m}^3$  atau  $0,60 \text{ t/m}^3$ , maka debit volumetriknya adalah:

$$\text{Material Flow} = \frac{15 \text{ t/m}^3}{0,60 \text{ t/m}^3} = 25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, debit volumetrik material setelah modifikasi sebesar  $25 \text{ m}^3/\text{jam}$ , lebih kecil dibandingkan debit volumetrik kondisi sebelum modifikasi sebesar  $34,72 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas *air slide* yang sebelumnya dirancang untuk mengangkut material campuran sebesar 25 tph masih mampu mengakomodasi pengangkutan material CKD sebesar 15 tph setelah modifikasi. Oleh karena itu, dari aspek kapasitas aliran material, sistem transportasi *air slide* dinyatakan layak (feasible) untuk digunakan pada kondisi operasi yang baru.[8]

### Menentukan Dimensi Flange & Casing *Air slide*



Gambar 3. 2 Dimensi ukuran Flange *Air Slide*

- Perhitungan Luas Permukaan

Berdasarkan flange standar Size 20, dimensi lebar kain (fabric width) mengacu pada nilai A, yaitu sebesar 200 mm (0,20 m). Sementara itu, berdasarkan hasil perancangan, panjang total *air slide* adalah 7145 mm (7,145 m).[10]

Diketahui:

Panjang (P) = 7145 mm = 7,145 m

Lebar (l) = 200 mm = 0,20 m

Luas permukaan kain (fabric area) dihitung menggunakan persamaan:

$$A = P \times l$$

$$A = 7,145 \times 0,20$$

$$A = 1,429 \text{ m}^2$$

Sehingga luas permukaan kain *air slide* yang digunakan adalah  $1,429 \text{ m}^2$

- Mencari Debit Udara yang Dibutuhkan

Debit udara dihitung berdasarkan luas permukaan kain *air slide* dengan kebutuhan udara sebesar  $2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  per menit sesuai standar desain sistem aerasi *air slide*.

Diketahui:

Luas permukaan (A) =  $1,429 \text{ m}^2$

Kebutuhan udara =  $2,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$  per menit

Safety factor = 1,1

Debit udara dihitung menggunakan persamaan:

$$Q = A \times 2,5$$

$$Q = 1,429 \times 2,5$$

$$Q = 3,57 \text{ m}^3/\text{menit}$$

Konversi ke satuan m<sup>3</sup>/jam:

$$Q = 3,57 \times 60$$

$$Q = 214,35 \text{ m}^3/\text{h}$$

Dengan memperhitungkan safety factor sebesar 1,1, maka debit udara menjadi:

$$Q = 214,35 \times 1,1$$

$$Q = 235,79 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sehingga kebutuhan debit udara untuk 6dalam aerasi *air slide* 6dalam sebesar 235,79 m<sup>3</sup>/h.

- Tekanan Udara Yang Dibutuhkan

Berdasarkan standar Solusi Bangun Indonesia Group mengenai sistem aerasi *air slide*, kebutuhan tekanan udara ditentukan berdasarkan lebar *air slide* sebagai berikut:

| Lebar <i>Air slide</i> | Tekanan Udara                       |
|------------------------|-------------------------------------|
| ≤ 500 mm               | 60 mbar (611,89 mmH <sub>2</sub> O) |
| > 500 mm               | 80 mbar (815,77 mmH <sub>2</sub> O) |

Karena *air slide* yang digunakan memiliki lebar 200 mm, maka termasuk kategori *air slide* ≤ 500 mm, sehingga tekanan udara yang digunakan 6dalam:

**60 mbar (611,89 mmH<sub>2</sub>O)**

### Hasil Trial Rotary Feeder dan Slide Gate

Pengujian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putaran (*rotary feeder*) dan bukaan *slide gate* terhadap kapasitas aliran *Cement Kiln Dust* (CKD) yang disuplai menuju *Finish Mill*. Parameter yang diamati meliputi kecepatan *rotary feeder*, persentase bukaan *slide gate*, waktu pengujian, perubahan level material pada *Bin*, serta kapasitas aktual yang dihasilkan.

Tabel 3. 1 Data Hasil Trial Rotary Feeder Dan Slide Gate

| No Trial | Slide Gate Opening % | Speed RF % | Time  |       | Level |       | Time Min | Result |         | Remark                                                     |
|----------|----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|----------|--------|---------|------------------------------------------------------------|
|          |                      |            | Awal  | Akhir | Awal  | Akhir |          | Ton    | TPH     |                                                            |
| #1 Trial |                      | 10         | 05:08 | 05:18 | 2.9   | 1.2   | 10       | 1.7    | 10.2    |                                                            |
|          |                      | 20         | 05:24 | 05:34 | 4.1   | 3.7   | 10       | 1.4    | 8.4     | abnormal, flow lebih rendah dari pada speed 10%            |
|          |                      | 30         | 05:34 | 05:44 | 3.7   | 3.7   | 10       | 0      | 0       | abnormal, material tidak keluar. Dilokal flow back dari PP |
| #2 Trial | PG 75%               | 14         | 12:29 | 12:34 | 3.1   | 1.7   | 5        | 1.4    | 16.8    |                                                            |
|          | PG 75%               | 12         | 12:38 | 12:43 | 3.4   | 1.9   | 5        | 1.5    | 18      |                                                            |
|          | PG 75%               | 10         | 12:49 | 12:54 | 3.1   | 1.7   | 5        | 1.4    | 16.8    |                                                            |
|          | PG 75%               | 8          | 12:59 | 13:04 | 3.3   | 1.8   | 5        | 1.5    | 18      |                                                            |
|          | PG 75%               | 6          | 13:07 | 13:12 | 3.3   | 2     | 5        | 1.3    | 15.6    |                                                            |
|          | PG 75%               | 4          | 13:16 | 13:21 | 3.4   | 1.9   | 5        | 1.5    | 18      |                                                            |
| #3 Trial | 25                   | 10         | 10:23 | 10:28 | 2.7   | 1     | 5        | 1.7    | 20.4    |                                                            |
|          | 50                   | 10         | 10:35 | 10:40 | 3.7   | 2.2   | 5        | 1.5    | 18      |                                                            |
|          | 10                   | 10         | 10:43 | 10:48 | 3.7   | 1.9   | 5        | 1.8    | 21.6    |                                                            |
|          | 50                   | 5          | 10:56 | 11:01 | 3.9   | 2.2   | 5        | 1.7    | 20.4    |                                                            |
|          | 25                   | 5          | 11:11 | 11:16 | 3.6   | 1.8   | 5        | 1.8    | 21.6    |                                                            |
|          | 10                   | 10         |       |       | 2.8   | 2.3   | 5        | 0.5    | 6       |                                                            |
|          | 10                   | 15         |       |       |       |       |          | 0      | #DIV/0! | materila tdk keluar                                        |
|          | 50                   | 10         |       |       | 5     | 2     | 5        | 3      | 36      |                                                            |
|          | 25                   | 10         |       |       | 3.8   | 2.4   | 4        | 1.4    | 21      | level dijaga >2ton                                         |
| #4 Trial | 12.5                 | 10         |       |       | 3.8   | 2.5   | 4        | 1.3    | 19.5    |                                                            |
|          | 12.5                 | 8          | 13:56 | 14:00 | 3.8   | 2.6   | 4        | 1.2    | 18      |                                                            |
|          | 12.5                 | 6          | 14:03 | 14:07 | 3.7   | 2.6   | 4        | 1.1    | 16.5    |                                                            |
|          | 10                   | 15         |       |       |       |       |          | 0      | #DIV/0! | materila tdk keluar                                        |
|          | 10                   | 13         | 14:11 | 14:15 | 3.9   | 2.9   | 4        | 1      | 15      |                                                            |
|          | 10                   | 11         | 14:17 | 14:21 | 4     | 3.3   | 4        | 0.7    | 10.5    |                                                            |
|          | 12.5                 | 14         | 15:17 | 15:22 | 4     | 2.5   | 5        | 1.5    | 18      |                                                            |
|          | 12.5                 | 12         | 15:08 | 15:13 | 4     | 2.6   | 5        | 1.4    | 16.8    |                                                            |
|          | 12.5                 | 10         | 15:25 | 15:30 | 4     | 2.7   | 5        | 1.3    | 15.6    |                                                            |
|          | 12.5                 | 8          | 15:36 | 15:41 | 3.7   | 2.5   | 5        | 1.2    | 14.4    |                                                            |
|          | 12.5                 | 6          | 14:52 | 14:56 | 3.8   | 2.9   | 4        | 0.9    | 13.5    |                                                            |
|          | 12.5                 | 4          | 14:58 | 15:03 | 3.8   | 2.8   | 5        | 1      | 12      |                                                            |
| #5 Trial | 25                   | 10         | 10:40 | 10:45 | 3.8   | 3.1   | 5        | 0.7    | 8.4     |                                                            |
|          | 25                   | 20         | 11:10 | 10:15 | 4     | 3.1   | 5        | 0.9    | 10.8    |                                                            |
|          | 25                   | 20         | 11:18 | 11:23 | 3.7   | 2.4   | 5        | 1.3    | 15.6    |                                                            |

Berdasarkan hasil trial, kapasitas aliran CKD dipengaruhi oleh komBinasi bukaan *slide gate* dan kecepatan *rotary feeder*. Semakin besar bukaan *slide gate*, kapasitas material yang mengalir cenderung meningkat. Dari hasil pengujian, kapasitas maksimum yang diperoleh sebesar 21,6 tph, sedangkan kapasitas desain sebesar 15

tph dapat dicapai pada bukaan *slide gate* sekitar 10–12,5% dengan kecepatan *rotary feeder* 8–13%. Kombinasi tersebut dipilih sebagai kondisi operasi yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan suplai CKD ke *Finish Mill*.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, perhitungan, dan *trial* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penyebab utama ketidakhomogenan pencampuran CKD dan *fly ash* adalah kedua material masih menggunakan jalur distribusi yang sama menuju *Finish Mill*, sehingga diperlukan pemisahan jalur material CKD melalui modifikasi sistem *air slide*, penambahan *Bin T9A-3B1*, *slide gate*, dan *rotary feeder*.
2. Sistem distribusi CKD hasil modifikasi terbukti mampu memenuhi kebutuhan suplai CKD menuju *Finish Mill* secara stabil, dengan kapasitas desain 15 tph yang dapat dicapai pada bukaan *slide gate* 10–12,5% dan kecepatan *rotary feeder* 8–13%, sehingga sistem dinyatakan layak dan dapat dioperasikan sesuai kapasitas yang direncanakan.

#### REFERENSI

- [1] C. Rifa'i Afriansyah, S. Tjahyono, and D. A. Purwanto, "Modifikasi Design System Penyaluran Fly Ash dan Cement Kiln Dust Untuk Mempertahankan Kapasitas," 2024. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [2] R. Chaliq *et al.*, "Perancangan Alat Transportasi Screw Conveyor Untuk Cement Kiln Dust Dari Dust Bin Menuju Loading Spout," 2023. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [3] Faizal Prasetyawan, "Penguatan Struktur Pendukung Bin T92-3B1."
- [4] A. Pasha Firdaus, D. Mustofa Kamal, and A. Herwibawanto, "Perancangan Pneumatic Transport System Cement Kiln Dust dari Dust Bin Menuju Fly Ash Bin," 2022. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [5] D. Jurusan Teknik Mesin Oleh, "MODIFIKASI DESIGN SYSTEM PENYALURAN FLY ASH DAN CEMENT KILN DUST UNTUK MEMPERTAHKAN KAPASITAS." 2024. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id> (duplikat rujukan [1], perlu dikonfirmasi/diganti)
- [6] H. Hadziahmetovic and E. Dzaferovic, "Calculation of air-slide conveyor," in *Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium*, Danube Adria Association for Automation and Manufacturing, DAAAM, 2017, pp. 268–273, doi: 10.2507/28th.daaam.proceedings.036.
- [7] F. Werner and K. Robert, "Transport and Dust Collecting Manual Air-slides."
- [8] I. Asmara Putra and Y. Mafendro DES, "RANCANG BANGUN AIR SLIDE CONVEYOR SEBAGAI PENGANTI SCREW CONVEYOR T04-SC6". 2021. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin PNJ, hlm. 620–631. [Online]. Available: <http://prosiding.pnj.ac.id>
- [9] Taufiqul Hafidh dan P. A. Sesotyo, "PERANCANGAN OPTIMASI SISTEM SIRKULASI SEMEN REJECT AIR SLIDE PENGANTI SCREW CONVEYOR (611-SC3)". 2025. Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin PNJ, 15(2), 1974–1983. [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id>
- [10] R. S. Khurmi, "A TEXTBOOK OF MULTICOLOUR ILLUSTRATIVE EDITION."