



Peningkatan Kapasitas Angkut Belt Conveyor X92-BC1 untuk Mendukung Pemanfaatan FABA Sebagai Bahan Baku Alternatif Berkelanjutan dalam Industri Semen

Neko Frendy Setiawan¹, Budi Yuwono^{2*}, Rosidi³, dan Rochsigit Nugroho⁴

¹Program Studi D3 Teknik Mesin (Konsentrasi Rekayasa Industri Semen), Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UL, Depok, 16425

²PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap Plant, Jl. Ir. H. Juanda, Karangtalun, Cilacap, 53234

*Corresponding author E-mail address: budi.yuwono@mesin.pnj.ac.id, rosidi@mesin.pnj.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan Fly Ash Bottom Ash (FABA) sebagai bahan baku alternatif pengganti sebagian clay dan iron ore menjadi salah satu upaya industri semen mendukung prinsip keberlanjutan dan pengurangan ketergantungan pada sumber daya alam. Namun, peningkatan pemanfaatan FABA di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Cilacap belum diimbangi kapasitas transport material yang memadai, karena belt conveyor X92-BC1 dengan lebar BW600 harus mengangkut silica sand, iron ore, dan FABA secara bergantian sehingga rawan menimbulkan keterlambatan pengisian bin. Penelitian ini bertujuan melakukan reverse engineering pada belt conveyor X92-BC1 guna meningkatkan kapasitas angkut sekaligus mendukung pemanfaatan FABA secara berkelanjutan. Metode dilakukan melalui identifikasi masalah, perumusan dan pemilihan konsep desain menggunakan metode skoring, serta perhitungan teknis mengacu standar CEMA dan Bridgestone. Hasil rancangan membagi sistem menjadi dua segmen, yaitu X92-BC1 (BW600) untuk silica sand dan iron ore, serta X92-BCA (BW900) untuk ketiga material. Melalui penyesuaian kecepatan belt dari 48,4 menjadi 61,07 m/menit, kapasitas angkut X92-BCA meningkat dari 162,4 menjadi 204,9 ton/jam, menekan waktu pengisian bin hingga 62–90%. Hasil ini mendukung kontinuitas suplai FABA sebagai bahan baku alternatif berkelanjutan dalam proses produksi semen.

Kata-kata kunci: Kapasitas Angkut, Belt Conveyor, Reverse Engineering, Fly Ash Bottom Ash

Abstract

The utilization of Fly Ash Bottom Ash (FABA) as an alternative raw material to partially replace clay and iron ore represents one of the cement industry's efforts to support sustainability principles and reduce dependence on natural resources. However, the increasing utilization of FABA at PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Cilacap Plant has not been matched by adequate material transport capacity, as the X92-BC1 belt conveyor, equipped with a 600 mm wide belt (BW600), has had to carry silica sand, iron ore, and FABA alternately, which has often caused delays in bin filling. This study was conducted to perform reverse engineering on the X92-BC1 belt conveyor in order to increase its transport capacity while supporting the sustainable utilization of FABA. The method consisted of problem identification, concept formulation and selection using a scoring method, and technical calculations based on the CEMA standard and the Bridgestone method. The resulting design splits the system into two segments, namely X92-BC1 (BW600) for silica sand and iron ore, and X92-BCA (BW900) for all three materials. By adjusting the belt speed from 48.4 to 61.07 m/min, the capacity of X92-BCA was successfully increased from 162.4 to 204.9 metric tons per hour, reducing the bin-filling time by 62–90%. These results are expected to support the continuity of FABA supply as a sustainable alternative raw material in cement production.

Keywords: Transport Capacity, Belt Conveyor, Reverse Engineering, Fly Ash Bottom Ash

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



1. PENDAHULUAN

Produksi semen di PT Solusi Bangun Indonesia Tbk (PT SBI) secara umum diawali dengan penambangan bahan baku utama, yaitu batu kapur, tanah liat, pasir silika, dan pasir besi, yang kemudian disalurkan menuju unit penggilingan *Raw Mill* untuk menghasilkan *raw meal*. Seiring upaya efisiensi sumber daya dan penerapan konsep industri berkelanjutan, industri semen mulai memanfaatkan bahan baku alternatif berupa *Fly Ash* dan *Bottom Ash* (FABA), yaitu hasil samping pembakaran batu bara pada pembangkit listrik, sebagai pengganti sebagian tanah liat maupun pasir besi karena memiliki kandungan silika, alumina, dan besi oksida yang cukup tinggi.[1]

Seluruh bahan baku tersebut diangkut menuju unit *Raw Mill* menggunakan *belt conveyor* yang melewati *weight feeder* untuk mengukur kadar masing-masing material. *Belt conveyor* X92-BC1 dirancang untuk mentransport tiga material sekaligus, yaitu *silica sand*, *iron ore*, dan FABA, secara bergantian. Akan tetapi, *belt* yang digunakan masih berukuran lebar BW600 sehingga pada kondisi operasional sering menimbulkan tumpukan material dan keterlambatan pengisian bin, terutama setelah adanya penambahan *New Bin* FABA yang meningkatkan kapasitas dan frekuensi pengangkutan. Keterlambatan pengisian bin berdampak langsung pada komposisi *rawmix design* sehingga dapat menurunkan kualitas *raw meal* yang dihasilkan.

Inverse engineering merupakan proses sistematis berupa pengukuran, analisis, dan pengujian terhadap suatu objek untuk memperoleh kembali bentuk, fungsi, dan informasi desainnya, sekaligus membuka peluang perbaikan kinerja melalui penyempurnaan desain.[2] Pendekatan ini relevan diterapkan pada *belt conveyor* X92-BC1 karena memungkinkan perancangan ulang kapasitas angkut tanpa harus mengganti seluruh sistem transport secara menyeluruh, dengan tetap mengacu pada standar perancangan conveyor seperti CEMA, DIN, dan ANSI yang dipadukan dengan *standard design criteria* milik PT SBI.

Berdasarkan uraian tersebut, makalah ini berfokus pada peningkatan kapasitas angkut *belt conveyor* X92-BC1 dengan tujuan menganalisis kapasitas eksisting, merumuskan serta memilih konsep modifikasi yang paling sesuai, dan menghitung spesifikasi teknis rancangan agar diperoleh kapasitas angkut yang memadai untuk mentransport *silica sand*, *iron ore*, dan FABA secara optimal. Makalah ini disusun secara berurutan, meliputi metode penelitian yang mencakup identifikasi masalah dan pemilihan konsep desain, hasil perhitungan kapasitas dan spesifikasi teknis rancangan, evaluasi dampak operasional, serta kesimpulan dan saran.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dilaksanakan secara sistematis, diawali dengan identifikasi masalah pada area Raw Material Preparation melalui pengecekan langsung di lapangan dan diskusi dengan operator serta engineer terkait. Tahap berikutnya adalah studi pustaka yang mencakup studi dokumen (data kapasitas pada Total Information System/TIS, gambar teknik, riwayat notifikasi dan work order), studi lapangan (wawancara dan observasi), serta studi dengan expert di bidang *belt conveyor*. Hasil studi digunakan untuk merumuskan beberapa alternatif konsep desain modifikasi, yang kemudian dibandingkan melalui metode skoring untuk menentukan konsep terpilih. Konsep terpilih selanjutnya dikembangkan melalui perhitungan teknis perancangan dan gambar desain (drawing) menggunakan AutoCAD, sebelum akhirnya dilakukan analisis dan evaluasi hasil terhadap pencapaian tujuan penelitian.

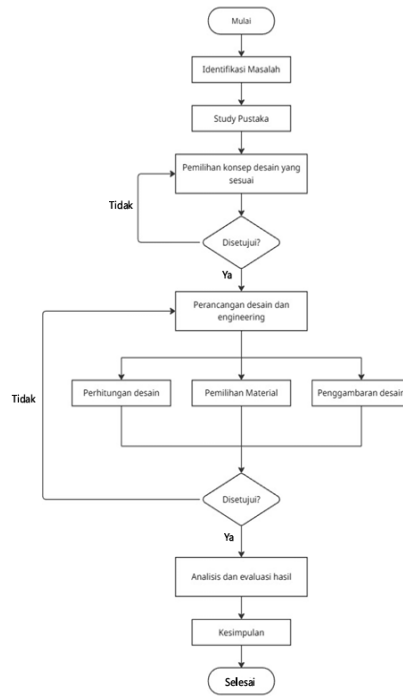
Hak Cipta © Politeknik Negeri Jakarta
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 1. Diagram Alir

(Sumber: Hasil analisis penulis, 2026)

2.2 Identifikasi Desain Existing

Berdasarkan equipment data sheet, belt conveyor X92-BC1 pada kondisi awal dirancang untuk mentransport material silica sand dan iron ore dengan kapasitas masing-masing sebesar 120 t/h dan 130 t/h. Sejak FABA mulai dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif, conveyor yang sama harus mengangkut tiga jenis material secara bergantian menggunakan lebar belt yang tetap, yaitu BW600, sehingga terjadi perubahan beban operasional yang perlu dievaluasi kembali kapasitasnya.

SPECIFICATION		
ITEM NO	X92-BC1	
MAT'L CONVEYED	SILICA	IRON ORE
CAPACITY	120 T/H	130 T/H
BELT WIDTH	600	mm

Gambar 2. Spesifikasi X92-BC1

(Sumber: Hasil analisis penulis, 2026)

2.3 Perumusan dan Pemilihan Konsep Desain

Tiga alternatif konsep modifikasi dirumuskan untuk menjawab permasalahan kapasitas angkut. Konsep 1 mengusulkan pembangunan belt conveyor baru yang berdiri sendiri khusus untuk mentransport material FABA, sehingga X92-BC1 hanya melayani silica sand dan iron ore; konsep ini membutuhkan penambahan struktur sipil dan jalur baru menuju WF Building sehingga berdampak pada biaya investasi yang besar.

Konsep 2 membagi sistem X92-BC1 menjadi dua segmen, yaitu segmen awal tetap menggunakan BW600 untuk mengangkut silica sand dan iron ore dari stockpile masing-masing, dan segmen lanjutan menggunakan belt yang diperlebar menjadi BW900 (dinamakan X92-BCA) untuk mengakomodasi gabungan ketiga material termasuk FABA menuju X92-BC2.



Konsep 3 mengusulkan peningkatan kapasitas hanya melalui penyesuaian kecepatan putar motor penggerak tanpa mengubah dimensi belt, namun berisiko meningkatkan spillage material halus seperti FABA serta mempercepat keausan idler, belt, dan pulley.

Penilaian terhadap ketiga konsep dilakukan menggunakan metode skoring dengan rentang nilai 1 (tidak baik) hingga 5 (sangat baik) terhadap kriteria kemudahan instalasi, biaya investasi, risiko operasional, dan kesesuaian dengan tata letak eksisting. Konsep 2 memperoleh skor tertinggi karena tidak memerlukan jalur conveyor baru maupun struktur sipil tambahan, biaya modifikasinya lebih terkendali dibanding Konsep 1, serta risiko operasionalnya lebih rendah dibanding Konsep 3. Berdasarkan hasil tersebut, Konsep 2 dipilih sebagai dasar perancangan, yaitu dengan membagi sistem menjadi belt conveyor X92-BC1 (BW600) dan X92-BCA (BW900).[2]

Tabel 1. Penentuan Konsep Desain

No	Kriteria	Bobot	Konsep desain		
			1	2	3
1	Kekuatan	10	+	+	0
2	Kemudahan Perancangan	10	0	0	+
3	Kemudahan Fabrikasi dan instal	10	0	+	+
4	Kapasitas Angkut	10	0	+	+
5	Keamanan	10	+	+	0
6	Biaya yang efisien	10	0	+	0

(Sumber: Hasil analisis penulis, 2026)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Material dan Kebutuhan Kapasitas

Nilai *apparent specific gravity (bulk density)* menjadi parameter kunci dalam perhitungan kapasitas angkut.[3] Material silica sand memiliki bulk density berkisar 1,4–1,6 ton/m³, iron ore berkisar 2,2–2,8 ton/m³, sedangkan FABA hanya sekitar 0,7 ton/m³ berdasarkan pengujian langsung di lapangan.[4] Perbedaan ini menunjukkan bahwa pada lebar belt dan kecepatan yang sama, kapasitas angkut FABA akan jauh lebih kecil dibanding dua material lainnya, sehingga peningkatan kapasitas perlu difokuskan pada segmen yang menangani FABA. Target kapasitas angkut FABA ditetapkan sebesar 200 t/h agar pengisian bin masing-masing material berlangsung lebih cepat dan efisien.

3.2 Perhitungan Desain Belt Conveyor X92-BC1

Segmen X92-BC1 tetap menggunakan lebar belt BW600 dengan kemiringan 8,89° dan panjang horizontal 175,3 m. Luas penampang muatan diperoleh dengan menggunakan rumus berikut ini:[5]

$$A = K(0,9B - 0,05)^2$$

$$A = 0,1488(0,9 \times 0,6m - 0,05)^2 \quad (1)$$

$$A = 0,0357 (m^2)$$

Pada kecepatan belt eksisting 48,4 m/menit, maka dapat dihitung kapasitas angkut belt conveyor untuk material silica adalah sebesar:[5]

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$

$$Q_t = 60 \times 0,0357 \times 48,4 m/min \times 1,6ton \times 0,95 \quad (2)$$

$$Q_t = 157 t/h$$

Sedangkan kapasitas angkut untuk material iron ore adalah sebagai berikut:[5]

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$

$$Q_t = 60 \times 0,0357 \times 48,4 m/min \times 2,2ton/m^3 \times 0,95 \quad (3)$$

$$Q_t = 216,67t/h$$



Sehingga X92-BC1 masih aman digunakan untuk mengangkat kedua material tersebut tanpa perlu penambahan lebar belt.

3. Perhitungan Desain Belt Conveyor X92-BCA

Segmen X92-BCA dirancang dengan lebar belt BW900 dan sudut kemiringan $12,38^\circ$ untuk mengangkat ketiga material, termasuk FABA, menuju X92-BC2. Pada kecepatan belt awal yang sama dengan kondisi eksisting (48,4 m/menit), Luas penampang muatan dapat dihitung[5]

$$A = K(0,9B - 0,05)^2$$

$$A = 0,1488(0,9 \times 0,9m - 0,05)^2 \quad (4)$$

$$A = 0,0859 (m^2)$$

Luas penampang muatan sebesar $0,0859 m^2$ hanya menghasilkan kapasitas 162,4 t/h, masih di bawah target 200 t/h. Oleh karena itu dilakukan penyesuaian rasio gearbox dari 45:1 menjadi 40:1 dengan diameter head pulley diperbesar menjadi 529 mm, sehingga kecepatan belt meningkat menjadi 61,07 m/menit dan kapasitas angkut tercapai sebesar 204,9 t/h.[6]

$$Q_t = 60 \times A \times v \times \gamma \times s$$

$$Q_t = 60 \times 0,0859 \times 61,07 m/min \times 0,7 ton/m^3 \times 0,93 \quad (5)$$

$$Q_t = 204,9 t/h$$

Perbandingan hasil perhitungan kapasitas pada kedua kondisi kecepatan ditunjukkan pada Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 2. Perbandingan Hasil Pehitungan Kapasitas Angkut

Parameter	Sebelum penyesuaian	Sesudah penyesuaian	Target
Kecepatan belt (m/menit)	48,4	61,07	—
Rasio gearbox	45 : 1	40 : 1	—
Diameter head pulley (mm)	478	529	—
Kapasitas angkut (t/h)	162,4	204,9	200

(Sumber: Hasil analisis penulis, 2026)

Selain itu, parameter penting yang digunakan dalam melakukan perencanaan belt conveyor adalah dengan menghitung daya yang dibutuhkan untuk conveyor itu bergerak.[7] Daya yang dibutuhkan dalam untuk conveyor dapat berputar adalah dengan melakukan perhitungan *horizontal no load power*, *horizontal load power* dan *lifting load power*. [8] Diketahui beberapa data yang digunakan untuk menghitung daya yang dibutuhkan conveyor yaitu sebagai berikut:

- Berat Belt = 15,5 kg
- Berat Carry Roller = 15,1 kg
- Berat Return Roller = 13,4 kg
- Jarak Carry = 1 m
- Jarak Return = 3 m
- Berat Komponen bergerak = 50,56 kg
- Berat Material = 55,91

Dengan data diatas, maka dapat dilakukan perhitungan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan conveyor dengan mengikuti rumus dibawah ini:

1. Horizontal No load Power[5]

$$P_1 = \frac{f(\ell + \ell)W_m \cdot v}{6120}$$

$$P_1 = \frac{0,022(231,4 m + 66)55,91 kg \times 61,07 m/min}{6120} \quad (6)$$

$$P_1 = 3,301 kw$$



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Horizontal Load Power[5]

$$P_2 = \frac{f(\ell + \ell)W \cdot v}{6120}$$

$$P_2 = \frac{0,022(231,4 \text{ m} + 66)50,56 \text{ kg} \times 61,07 \text{ m/min}}{6120} \quad (7)$$

$$P_2 = 3,65 \text{ kw}$$

3. Lifting Load Power[5]

$$P_3 = \frac{H \times W_m \times v}{6120}$$

$$P_3 = \frac{45,51 \text{ m} \times 55,91 \text{ kg} \times 61,07 \text{ m/min}}{6120} \quad (8)$$

$$P_3 = 25,39 \text{ kw}$$

4. Total Power[5]

$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

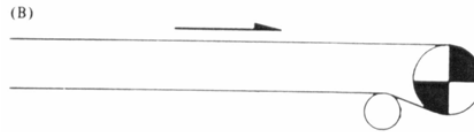
$$P = 3,30 \text{ kw} + 3,65 \text{ kw} + 25,39 \text{ kw} \quad (9)$$

$$P = 32,34 \text{ kw}$$

Jadi, total daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan conveyor adalah sebesar 32,34 kW. Untuk menentukan daya motor, maka kita dapat mengalikannya dengan service factor sebesar 1,2. Sehingga kebutuhan daya motor minimal adalah sebesar 38,81 kW, sehingga dipilih motor standar 45 kW.

3.4 Perhitungan Tension pada X92-BCA

Perhitungan tegangan belt pada X92-BCA menggunakan sudut kontak drive tipe single drive dengan snub pulley sebesar 200° (3,48 rad) dan koefisien gesek pulley-belt 0,35 untuk kondisi permukaan kering.[5]



Gambar 3 Single Drive With Snub Pulley
(Sumber:Manual Book Bridgestone)

Tabel 3 Angle of Wrap

Type of Drive	Angle of Wrap (degree)
(A) Single Drive	180
(B) Single Drive With Snub Pulley	200 - 220
(C) Tandem Type Single Drive	220 -240
(D) Tandem Drive	400 - 440
(E) Dual Drive	Primary : 170 - 220
	Secondary : 190 - 220

(Sumber:Manual Book Bridgestone)

1. Menghitung Efektif Tension[8]

Efektif tension dihitung berdasarkan daya pada poros penggerak. Perhitungan *efektif tension* adalah sebagai berikut:

$$F_p = \frac{6120 \times P}{v}$$

$$F_p = \frac{6120 \times 32,34 \text{ kW}}{61,07 \text{ m/min}}$$

$$F_p = 3240,88 \text{ kg}$$
(10)

Jadi *efektif tension* pada perancangan *belt conveyor* ini adalah sebesar 3240,88 kg.

2. Menghitung Tight Side Tension[8]

$$F_1 = F_p \frac{e^{u\theta}}{e^{u\theta} - 1}$$

$$F_1 = 3240,88 \text{ kg} \frac{2,718^{0,35 \times 3,48}}{2,718^{0,35 \times 3,48} - 1}$$

$$F_1 = 4595,85 \text{ kg}$$
(11)

3. Menghitung Slack Side Tension[8]

$$F_2 = F_p \frac{1}{e^{u\theta} - 1}$$

$$F_2 = 3240,88 \text{ kg} \frac{1}{2,718^{0,35 \times 3,48} - 1}$$

$$F_2 = 1361,71 \text{ kg}$$
(12)

4. Mengitung Maximum Tension[8]

$$F_{max} = F_p + F_{4c} - F_r$$

$$F_{max} = 3240,88 \text{ kg} + 581,25 \text{ kg} - (-574,76 \text{ kg})$$

$$F_{max} = 3240,88 \text{ kg} + 581,25 \text{ kg} + 574,76 \text{ kg}$$

$$F_{max} = 4396,89 \text{ kg}$$
(13)

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Bridgestone, diperoleh nilai *maximum tension* pada *belt conveyor* sebesar 4396,89 kg. Nilai tersebut digunakan sebagai dasar dalam pemilihan spesifikasi *belt conveyor*. [7]

3.5 Spesifikasi Akhir Hasil Perancangan

Rekapitulasi spesifikasi teknis hasil reverse engineering untuk kedua segmen *belt conveyor* disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4 Spesifikasi Akhir Hasil Perancangan

Parameter	X92-BC1 (eksisting, dipertahankan)	X92-BCA (segmen baru)	Satuan
Lebar belt	600	900	mm
Kemiringan	8,89	12,38	derajat
Panjang conveyor	175.290	232.000	mm
Kecepatan belt	48,4	61,07	m/menit
Daya motor	30	45	kW
Rasio gearbox	45:1	40:1	—
Spesifikasi belt	EP200 x 5P x 4,8/2,4	EP400 x 5P x 4,8/2,4	—
Material yang diangkut	Silica sand, iron ore	Silica sand, iron ore, FABA	—
Kapasitas angkut	≤ 157	204,9	t/h

(Sumber: Hasil analisis penulis, 2026)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



3.6 Evaluasi Dampak Terhadap Waktu Pengisian Bin

Dampak peningkatan kapasitas dievaluasi terhadap waktu pengisian bin material, dengan memperhitungkan kapasitas bin, batas destock, dan feed rate weight feeder masing-masing material berdasarkan data Central Control Room (CCR). Pada kondisi eksisting, dengan kapasitas angkut 120–130 t/h, waktu pengisian bin dari kondisi destock hingga penuh untuk silica sand, FABA, dan iron ore berturut-turut diperkirakan 2,18 jam, 2,67 jam, dan 2,5 jam. Karena ketiga material diisi secara bergantian menggunakan satu jalur conveyor, durasi ini menimbulkan risiko keterlambatan suplai ke salah satu bin apabila terjadi peningkatan permintaan pengisian. Setelah kapasitas ditingkatkan menjadi 200–204,9 t/h melalui hasil rancangan X92-BCA, waktu pengisian bin pada kondisi destock turun signifikan, yaitu sekitar 49 menit untuk silica sand, 46 menit untuk FABA, dan 16 menit untuk iron ore, sebagaimana dirangkum pada tabel dibawah ini:

Tabel 5 Penurunan Waktu Pengisian BIN

Material	Sebelum (kapasitas eksisting)	Sesudah (204,9 t/h)	Penurunan
Silica sand	≈ 2,18 jam	≈ 0,82 jam (49 menit)	≈ 62%
FABA	≈ 2,67 jam	≈ 0,77 jam (46 menit)	≈ 71%
Iron ore	≈ 2,50 jam	≈ 0,26 jam (16 menit)	≈ 90%

(Sumber: Data CCR dan hasil analisis penulis, 2026)

Penurunan waktu pengisian bin pada ketiga material menunjukkan bahwa hasil reverse engineering mampu mengatasi risiko keterlambatan suplai raw material, sehingga kontinuitas komposisi rawmix design pada proses pembentukan raw meal dapat lebih terjaga, sekaligus mendukung peningkatan pemanfaatan FABA sebagai bahan baku alternatif secara lebih andal.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil reverse engineering belt conveyor X92-BC1, dapat disimpulkan bahwa belt conveyor eksisting dengan lebar BW600 tidak lagi memadai untuk mentransport tiga jenis material (silica sand, iron ore, dan FABA) secara bersamaan akibat peningkatan pemanfaatan FABA dan adanya New Bin FABA. Rancangan modifikasi yang dipilih membagi sistem menjadi dua segmen, yaitu X92-BC1 (BW600, 30 kW) yang dipertahankan untuk mentransport silica sand dan iron ore, serta X92-BCA (BW900, 45 kW) yang dirancang baru untuk mentransport ketiga material termasuk FABA. Melalui penyesuaian kecepatan belt dari 48,4 m/menit menjadi 61,07 m/menit dan rasio gearbox dari 45:1 menjadi 40:1, kapasitas angkut X92-BCA berhasil ditingkatkan dari 162,4 t/h menjadi 204,9 t/h, melampaui target 200 t/h. Peningkatan kapasitas tersebut menekan waktu pengisian bin secara signifikan, yaitu sekitar 62% untuk silica sand, 71% untuk FABA, dan 90% untuk iron ore, sehingga risiko keterlambatan suplai raw material menuju Raw Mill dapat dikurangi dan kontinuitas proses produksi raw meal lebih terjaga.

5. SARAN

Untuk menindaklanjuti hasil reverse engineering ini, disarankan agar rancangan belt conveyor X92-BCA segera direalisasikan melalui proses fabrikasi dan instalasi sesuai spesifikasi teknis yang telah dihitung, dengan tetap memperhatikan estimasi biaya material yang telah disusun. Penamaan kode peralatan (SAC) untuk X92-BC1 dan X92-BCA perlu ditetapkan secara resmi, dan Master Material ID (MMID) kedua belt conveyor perlu diperbarui pada sistem SAP Management agar mencakup daftar komponen secara lengkap dan spesifik, sehingga mempermudah proses perencanaan, pengadaan, serta pengelolaan suku cadang di kemudian hari. Selain itu, disarankan dilakukan monitoring rutin terhadap kondisi belt, idler, dan tension take-up pasca-instalasi guna memastikan kinerja conveyor tetap optimal dalam jangka panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Cilacap Plant atas kesempatan, fasilitas, dan pendampingan selama pelaksanaan penelitian di lapangan, serta yang pastinya kepada Departemen Maintenance khususnya Mechanical RawMill Pabrik Cilacap atas dukungan dan kerja sama yang



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

dibebaskan sehingga proyek tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta dan Program EVE (*Enterprise-based Vocational Education*) atas dukungan akademik yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "cement data book - walter duda".
- [2] "Engineering Design Process Second Edition facebook/MunLibrary."
- [3] I. P. Hidayat, "MATERIAL HANDLING."
- [4] C. Equipment Manufacturers Association, "Belt Conveyors for Bulk Materials Published by the Conveyor Equipment Manufacturers Association," 2002.
- [5] "conveyor-belt-design-manual-bridgestone-pdf-free".
- [6] U. Fischer *et al.*, "EUROPA-TECHNICAL BOOK SERIES for the Metalworking Trades Mechanical and Metal Trades Handbook 2nd English edition."
- [7] B. of Indian Standards, "IS 11592 (2000): Selection and Design of Belt Conveyors - Code of Practice," 2000.
- [8] "buku dunlop".

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

