



Analisis Tegangan Rantai Pada *Bucket Elevator* Unit Indarung IV Raw Mill di PT Semen Padang

Analysis of Chain Stress on Bucket Elevators Indarung IV Raw Mill Unit at PT Semen Padang

Muhammad Lutfi¹, Nurlianna Tarigan^{1*}

¹Politeknik Teknologi Kimia Industri, Jl. Medan Tenggara No. VII, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding author: nurlianna@ptki.ac.id

Diterima: 15-05-2023

Disetujui: 25-05-2023

Dipublikasikan: 31-05-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Bucket elevator merupakan suatu peralatan yang digunakan untuk memindahkan material secara miring dari bawah menuju ke atas. Pada pabrik Indarung V, *bucket elevator* digunakan untuk memindahkan semen hasil keluaran *tube mill* menuju *sepack separator* dikarenakan posisi *inlet* dari *sepack separator* jauh lebih tinggi daripada *oulet tube mill* yakni sekitar 20 meter. Komponen yang sering mengalami kegagalan adalah *chain* pada *bucket conveyor*. Setelah dilakukan berbagai pertimbangan oleh pihak manajemen di PT. Semen Padang maka didatangkan kembali pihak rekanan untuk mengganti *chain* tersebut dengan spesifikasi yang lebih bagus. Akhirnya *chain* tersebut diganti dengan yang baru, tipe CNBH450-B12-A. Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa tegangan *chain* maksimum 34.129,83 kg, dan tegangan pada poros *pin chain* saat pengoperasian *bucket elevator* di unit raw mill sebesar 14,798 N/m² dan momen torsi yang terjadi sebesar 17,9256 N.m.

Kata kunci : Tegangan, *chain*, momen torsi

Abstract

Bucket elevator is a piece of equipment used to move material obliquely from the bottom to the top. At the Indarung V factory, *bucket elevators* are used to move the cement output from the *tube mill* to the *sepack separator* because the *inlet* position of the *sepack separator* is much higher than the *oulet tube mill*, which is about 20 meters. The component that often experiences failure is the *chain* on the *bucket conveyor*. After various considerations by the management at PT. Semen Padang brought back partners to replace the *chain* with better specifications. Finally the *chain* was replaced with a new one, type CNBH450-B12-A. From the calculation results it can be seen that the maximum *chain* tension is 34,129.83 kg, and the stress on the *pin chain* shaft when operating the *bucket elevator* in the raw mill unit is 14.798 N/m², and the torque moment that occurs is 17.9256 N.m.

Keywords: Stress, *chain*, torque moment

1. Pendahuluan

Perkembangan ekonomi dunia khususnya pada bidang industri sangat cepat. Hal tersebut harus bisa diimbangi dengan pertumbuhan dari segi pembangunan infrastruktur, yang mencakup dari segi pembangunan gedung, jalan, maupun pembangunan pabrik. Pembangunan tersebut pada umumnya menggunakan semen sebagai zat perekat atau penguat material lain,

sehingga pabrik semen turut berperan penting dalam proses kemajuan ekonomi sebuah negara.

Pada PT. Semen Padang khususnya pada Pabrik Indarung IV terbagi atas 3 bidang yaitu *raw mill*, *kiln* & *coal mill*, dan *cement mill*. Pada bidang *raw mill* ini merupakan tempat penggilingan bahan baku berupa *limestone*, *clay*, *silica* dan *iron sand*. Hasil penggilingan pada *raw mill* ini dinamakan dengan *raw mix*. Selanjutnya *raw mix* ini dilakukan proses pemanasan/pembakaran pada *kiln* dan setelah dibakar dilakukan pendinginan cepat. Material hasil dari *kiln* ini dinamakan dengan *clinker*. Pada tahap terakhir *clinker* ini dengan tambahan material lain seperti *gypsum*, *pozollan* dan *limestone* digiling pada *cement mill*. Setelah melalui *cement mill* jadilah semen yang siap untuk dikemas dan dipasarkan.

Setelah digiling pada *cement mill*, material hasil keluarannya sudah dapat dikatakan semen. Namun untuk mendapatkan semen dengan kualitas yang diharapkan maka perlu dilakukan pemisahan lagi, antara semen yang ukuran butir sudah halus dengan ukuran butir yang masih kasar (distribusi ukuran butiran semen Portland adalah antara 0,5 dan 100 mikron dengan rata-rata 20 mikron). Proses pemisahannya dapat dilakukan melalui EP (*electrostatic precipitation*) maupun *sepax separator*, dimana lokasi keduanya jauh lebih tinggi dari pada *outlet tube mill*. Untuk menuju EP semen tersebut dihisap oleh angin bertekanan, namun untuk *sepax separator* menggunakan *chain bucket elevator*.

Tegangan berlebih merupakan penyebab rantai cepat rusak. Penelitian tentang pengaruh tekanan terhadap *deflection* dan *shear stress helical compression spring* pada *press pallet* (Irwansyah 2023). Pada *chain bucket elevator* komponen yang sering bermasalah adalah bagian *chain* yang mengalami tegangan berlebih (putus), dimana fungsinya adalah sebagai transmisi daya dari putaran motor, sehingga menyebabkan tidak beroperasinya *sepax separator* yang berdampak pada berkurangnya produksi semen. Selain itu proses perbaikan atau pengantiannya juga memakan waktu yang lama, sehingga hal ini menjadi kendala bagi PT. Semen Padang terutama dalam segi biaya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui besar tegangan pada *chain bucket elevator* dan tegangan normal saat pengoperasian *bucket elevator* di Unit Raw Mill Indarung IV Di PT. Semen Padang.

2. Bucket Elevator

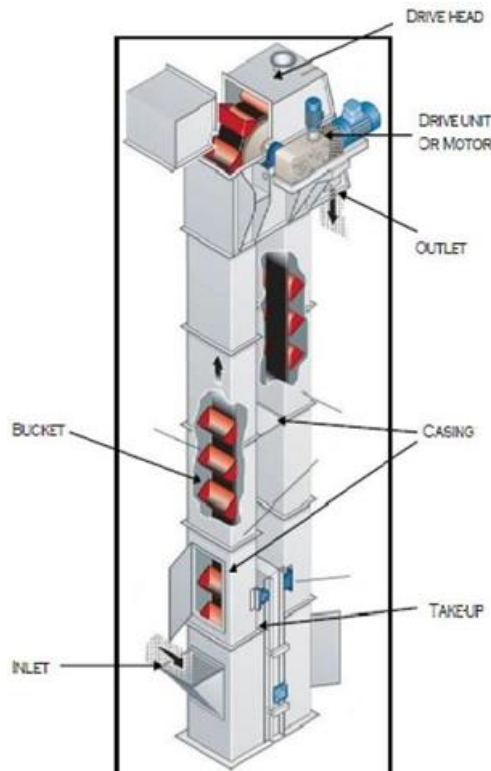
Bucket elevator adalah alat yang digunakan untuk memindahkan material secara miring dari bawah menuju keatas dengan kemiringan di atas 70 derajat dan tidak lebih dari 90 derajat. Kebutuhan alat pemindah bahan seperti *bucket elevator* dalam dunia industri khususnya saat ini memegang peranan yang sangat penting. *Conveyor* jenis *bucket elevator* lebih banyak digunakan jika dibandingkan dengan alat angkut lainnya karena mempunyai sifat-sifat dan keuntungan sebagai berikut:

- a. Pengangkutan yang rutin
- b. Jalur pemindahan yang tetap
- c. Kebutuhan sumber tenaga kecil
- d. Tidak memerlukan banyak tempat
- e. Konstruksi yang sederhana
- f. Kapasitas angkat yang cukup besar
- g. Perawatan yang relatif mudah

2.1. Cara kerja

Cara kerja dari *bucket elevator*, yaitu memanfaatkan putaran dari motor penggerak dengan menggunakan rantai atau puli sebagai transmisinya. Dimana material curah (*bulk*

material) masuk ke corong pengisi (*feed hopper*) pada bagian bawah elevator (*boot*). Material curah ditangkap *bucket* yang bergerak, kemudian oleh *bucket* diangkat ke atas. Setelah sampai pada *sprocket* bagian atas, material akan dikeluarkan ke arah corong keluar atau (*discharge spout*) pada umumnya *bucket elevator* ini dirancang pada posisi tegak 90° dan berukuran besar untuk skala industri. *Bucket elevator* biasanya untuk mengangkut material berbentuk serbuk, butir-butiran kecil dan bongkahan yang berasal dari tambang dengan ukuran yang sudah disesuaikan dan ditentukan oleh pihak industri. Bentuk dari *bucket elevator* dapat dilihat pada Gambar 1 (Deokar, Lagad, and Kelkar, n.d.).



Gambar 1. *Bucket elevator*

Keterangan:

- a. *Bucket Elevator Head*
- b. *Bucket Elevator Boot*
- c. *Inlet*
- d. *Outlet*
- e. *Casing*
- f. Timba (*bucket*)
- g. Unit penggerak
- h. *Take up*
- i. Sistem pengamanan tambahan untuk monitoring

Bucket elevator yang menggunakan rantai yang harus diperhatikan adalah:

1. Kemungkinan terjadi muai panjang akibat suhu tinggi material relative kecil
2. Kemungkinan terjadi slip pada sistem transmisi sangat kecil karena roda penggerak menggunakan *sprocket* sehingga daya motor diteruskan
3. Perawatan lebih sedikit karena faktor rantai terjadi slip itu sangat sedikit dan kerusakan rantai relatif kecil
4. Umur pemakaian lebih lama.

Jenis *bucket elevator* yang digunakan adalah model *chain bucket elevator* atau *bucket elevator* dengan transmisi rantai.

2.2. Jenis-jenis *bucket elevator*

Berdasarkan sistem transmisi yang digunakan *bucket elevator* dibedakan atas 2 jenis, yaitu :

1. Menggunakan transmisi sabuk (*belt bucket elevator*)

Hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan transmisi sabuk antara lain:

- Faktor material yang diangkut. Bila material bersuhu > 150 maka sabuk mengalami pemuaian sehingga kekuatannya menurun.
- Faktor tranmisi yang dihantarkan. Jika material yang diangkut berupa serbuk maka ada kemungkinan serbuk halus masuk ke sisi permukaan *pulley* penggerak sehingga dapat terjadi slip pada *pulley* dan *belt*.
- Faktor perawatan. *Belt* lebih banyak memerlukan perawatan akibat robek dan suhu operasi yang tinggi.

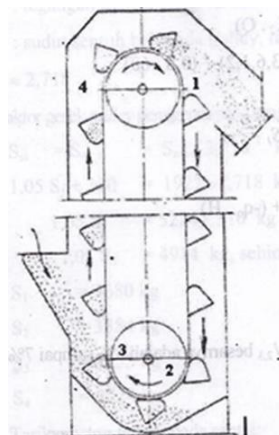


Gambar 2. *Belt bucket elevator*

2. Menggunakan transmisi rantai (*chain bucket elevator*) kelebihan penggunaan sistem transmisi antara lain:

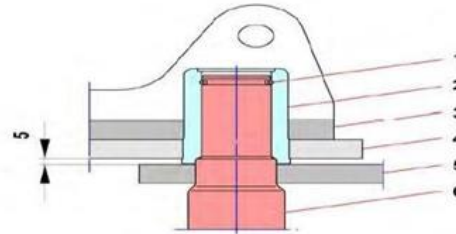
- Kemungkinan terjadinya pemuaian sedikit
- Kemungkinan terjadinya slip itu sedikit karena sistem penggeraknya itu ialah *sprocket*
- Perawatan relatif sedikit karena kemungkinan terjadi kerusakan pada rantai sedikit dibanding *pulley*
- Usia pakai lebih lama ketimbang menggunakan sabuk *belt*
- Penggunaan serta metode perbaikannya lebih singkat ketimbang menggunakan sabuk *belt*

2.3. Struktur material chain



Gambar 3. Sketsa *chain bucket* (Deokar, Lagad, and Kelkar, n.d.)

Struktur CNBH450-B26-A memiliki perbedaan dari pada struktur *chain* pada umumnya. Perbedaan paling mendasar terdapat pada posisi *bushing* dan tidak adanya *roller* pada *pen shaft*. *Chain* pada umumnya memiliki *bushing* yang melekat pada *inner link* atau *roller link*, namun pada CNBH450-B26-A ini *bushing* melekat pada *outer link*. *Bushing* memiliki suaian paksa dengan *outer link* dan suaian longgar pada *pen shaft*, sehingga *bushing* mampu berputar dari porosnya. *Chain* juga tidak dilengkapi *roller* pada bagian *pen shaft*, dan bentuk *pen shaft* dibuat bertingkat. Struktur *chain* secara detail dijelaskan pada gambar :



Gambar 4. Struktur dasar *chain beumer*

Keterangan :

1. *Retaining ring*
2. *Bushing*
3. *Mounting angle*
4. *Outer link plate*
5. *Roller link plate*
6. *Bolt*

2.4. Kondisi aktual operasional

Kondisi aktual operasional *bucket elevator* didapatkan di bagian pemeliharaan *finish mill* 3-4 dengan penggalan informasi dengan operator dan kepala seksi. Kondisi aktual ini adalah sebagai berikut dengan terbagi menjadi beberapa klasifikasi.

1. Alat: *Outer link plate* pecah selalu terjadi pada bagian *bushing* diikuti pecahnya *mounting angle*. Berdasarkan *monitoring operator* terdapat beberapa keadaan *outer link plate* yang goyang terhadap *pen shaft* disebabkan karena diameter *bushing* pada *outer link* yang mengalami suaian longgar dengan *roller link*. Suaian longgar yang menjadi standar adalah $1,1 \text{ mm} + 0,2 / - 0,2$.
2. Manusia : Proses penggantian saat pergantian *sparepart* tidak dilakukan sesuai standar, sehingga pemasangan *bushing* terhadap *pen* tidak presisi. Tidak presisi yang dimaksud adalah jarak sumbu antar *bushing* yang tidak sama. Jarak sumbu *bushing* yang menjadi standar pemasangan pada *chain beumer* .

2.5. Penyebab kegagalan *chain* pada *bucket elevator*

Chain sebagai sistem penggerak merupakan salah satu komponen utama *bucket elevator*. Berdasarkan kepada studi literatur terdapat beberapa kerusakan yang dapat terjadi pada *chain bucket elevator*. *Fracture/plastic deformation*:

1. *Overload* merupakan keadaan ketika beban yang diterima melebihi beban maksimum yang diizinkan atau diatas *yield strength*. Ketika beban diterima berlebih menyebabkan deformasi pada struktur material maka hal ini dapat menyebabkan *fracture* ketika sudah mencapai titik puncak atau *ultimate strength*.
2. *Fatigue* atau kelelahan adalah bentuk dari kegagalan yang terjadi pada struktur karena beban dinamik yang berfluktuasi dibawah *yield strength* yang terjadi dalam waktu yang lama dan berulang-ulang. Terdapat 3 fase dalam kelelahan yaitu permulaan retak,

penyebaran retak, dan patah. Mekanisme dari permulaan retak umumnya dimulai dari *crack initiation* yang terjadi di permukaan material yang lemah atau daerah dimana terjadi konsentrasi tegangan di permukaan.

3. *Wrong Heat Treatment*. *Heat treatment* merupakan proses perlakuan temperatur pada proses manufacturing untuk mencapai sifat material yang diinginkan. Hal ini memungkinkan terjadinya kesalahan proses yang dapat menyebabkan ketidaksesuaian sifat material dengan kondisi aktual kebutuhan baik dari nilai kekerasan, ketangguhan, kekuatan, dan lainnya.

3. Metode Penelitian

PT. Semen Padang, Sumatera Barat merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pembuatan semen. Penulis melakukan penelitian adalah di Unit Raw Mill Indarung IV, PT. Semen padang, Sumatera Barat. Adapun data data yang didapat dari penelitian tersebut yaitu spesifikasi dari unit *bucket elevator*, dan metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode:

- a. Metode Wawancara
Yaitu suatu cara pengumpulan data dengan mengadakan wawancara atau tanya jawab secara langsung dengan karyawan atau pemimpin pabrik tentang *chain bucket elevator*.
- b. Metode Observasi
Yaitu dengan pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung terhadap objek yang diteliti.

Sebelum melihat langsung ke lapangan, penulis mencoba mencari suatu permasalahan yang sering terjadi di PT. Semen Padang, Sumatera Barat. Dari banyaknya permasalahan yang ada penulis mencoba menganalisis tegangan yang terjadi pada *chain bucket elevator*. Dari hasil survei lapangan dan pengumpulan data dari pekerja didapatkan bahwa *chain* pada *bucket elevator* ini sebelumnya sering putus, dan apabila sudah putus maka membutuhkan proses perbaikan yang cukup lama.

Analisa yang dilakukan selama melakukan survei lapangan di PT. Semen Padang, Sumatera Barat meliputi :

- a. Mempelajari gambaran proses pengolahan Batu kapur, Batu Silika, Tanah Merah, Pasir Besi, gypsum menjadi Semen di PT. Semen Padang.
- b. Mempelajari proses yang terjadi pembuatan Semen
- c. Melakukan pencatatan data data spesifikasi di peralatan yang ada pada unit *raw mill*.
- d. Mempelajari sistem kerja pada bucket elevator
- e. Mempelajari bagaimana cara menghitung tegangan chain bucket elevator.

4. Hasil Dan Pembahasan

Data ini didapatkan dari spesifikasi alat yang diberikan oleh pihak perusahaan yang menjual komponen tersebut. Adapun data-data tersebut adalah :

- a) Tsubaki Conveyor System

Type	: NBH450H
Manufactured	: October 1993
Material to be feed	:
Name	: portland cement Particle size
(form)	: powder
Bulk density	: max : 1 t/m ³ min : 0.8 t/m ³

Temperature	: max : 116 °C (0 % of water) Conveyor
capacity	: max : 494 t/h, min : 412 t/h Conveyor
speed	: 86 m/min
Transmision	: twin chain
Motor and reducer	: 55 kW x 4P 1/41 35.8 rpm 380V 50 Hz
Conveyor length	: 20,2 m (vertical)
Inclination	: 90 ⁰
Previous equipment condition	: air slide Operating
Safety device	: TSB152 220V 50Hz
b) Chain :	
Jenis pertama	:CNBH 450-B12-A
Average tensile strength	: 28.500 kg
Weight	: 16,1kg/m
c. Bucket : NSS4060	
Weight: 30 kg/unit	
d. Gearbox	
Type	: B3 HH08
Power input	: 55 kW
N1	: 1450 rpm
N2	: 37,6973 rpm
Ratio	: 38, 468
Nominal torque	: 27200 Nm
Nominal power	: 108 kW
Inching drive (under load condition)	
Type	: KF88 LA112 MB4-1W
Power	: 4 kW
Ratio	: 28,5
Total weight of gearbox	: 755 kg
Bahan high strength steel ζ_b	: 22.300 kg/m ²
Diameter poros	: 160 mm = 0,16 m
Massa	: 30,2 kg 5.1.



Gambar 5. Chain dan sprocket serta bucket di PT Semen Padang

Sedangkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel hasil perhitungan

Parameter	Nilai
Kapasitas Angkut (Q)	494 t/h
Tegangan Maximum (S_{max})	12.557,19 kg
Tarikan pada chain, W_{dr}	1.959,86 kg
Tegangan efektif, W_o	4.890,81 kg
Luas penampang, A	0,020 m ²
Gaya yang terjadi pada poros pin, F	295,96 N
Tegangan yang terjadi pada poros pin, σ_s	14.798 N/m ²
Momen Torsi (Mt)	11,8 N.m
Momen Torsi izin ($M_{t_{izin}}$)	17.9256 N.m

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa perhitungan maka penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tegangan yang bekerja pada *chain bucket elevator* di unit Raw Mill adalah sebesar 4.890,81 kg
2. Momen torsi *pin chain* saat pengoperasian *bucket elevator* di unit Raw Mill adalah sebesar 11,8 kg/m

Daftar Pustaka

- Adam, Ruri dkk. 2014. GKM Mahadewa, "Menurunkan Frekuensi Gangguan di Chain Bucket Elevator 547BE01 Dengan Menekan Gangguan Link Chain Putus Sebesar 80% Selama 32 Minggu."
- Amaravat, Utkarsh. 2012. "Design and Model of Bucket Elevator". Gujarat: A.D. Patel Institute of Techonology, New V.V.Nagar.
- Beumer. 2010. "Operating instructions of Central chain bucket elevator" 6090213.30. BEUMER Maschinenfabrik GmbH & Co. KG <https://id.wikipedia.org/semen-pengertian>.
- David Halliday, Robert Resnick. 1984. Fisika jilid 1. Jakarta : Erlangga
- Deokar, Swapnil P., Ashish Lagad, and S.S Kelkar. n.d. "FEA and Optimization of Elevator Bucket." *International Engineering Research Journal*, 975–80.
- Irwansyah. 2023. "Pengaruh Tekanan Terhadap Deflection Dan Shear Stress Helical Compression Spring Pada Press Pallet" 1 (3): 20–30.
<https://doi.org/https://doi.org/10.56862/irajtma.v1i3.26>.
- López, Vicente Díaz, et.al. 2008."Bucket Elevator. Madrid: Mechanical Engineering Department", Carlos III University
- Muhammad Aginta. 2018."Analisis Perhitungan Tegangan Yang Terjadi Pada Bunch Scrapper Conveyor Dengan Kapasitas Angkut 6 Ton / Jam Di PT. Perkebunan Nusantara II Tanjung Garbus".
- M. Farhan. 2016. "Penambahan Abu Batu Bara sebagai bahan campuran untuk proses pembuatan semen" Politeknik Negeri Sriwijaya". Sumatera Selatan
- Sutikno, Hadi. 2012." Analisis Peningkatan kapasitas Bucket elevator dari 500 Ton/jam menjadi 800 Ton/jam dipelabuhan khusus PT. Semen Gresik Tuban."
- Zulfikri. 2016."Analisis Tegangan Chain pada bucket elevator di cement mill pabrik Indarung V" Fakultas Teknik Universitas Andalas. Padang.