



Modifikasi *Roller Formasi* pada *Palletizer 67M-PA1* Guna Meningkatkan *Lifetime Roller*

Ivander Defito Wijaya¹, Mochammad Sholeh¹, dan Yakub²

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

²Finish Mill Nar2 Department, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, Pabrik Narogong, Jl. Raya Narogong KM. 7, Bogor, 16820

Abstrak

Setelah melewati banyak proses, semen yang dihasilkan akan melalui proses pengemasan. Pengemasan dibagi menjadi 3 jalur, yaitu ke pallet, container, atau bulk. Untuk penggunaan bulk, semen akan dicurahkan ke mobil bulk secara langsung tanpa kemasan. Untuk penggunaan container, semen yang sudah dikemas akan dimasukkan ke container untuk didistribusikan. Sedangkan untuk pallet, semen akan disusun di pallet untuk pendistribusiannya. Penggunaan palletizer sangat penting untuk penjualan semen PT. Solusi Bangun Indonesia. Hal tersebut dikarenakan jika palletizer mengalami masalah, maka akan terjadi down time yang akan mengurangi keuntungan pada perusahaan. Dalam palletizer banyak komponen yang kritis, yang jika tidak dirawat dengan baik akan menyebabkan trouble dalam waktu dekat, seperti bearing, sproket, rantai, roller, dan juga motor. Yang sering mengalami trouble dalam mesin palletizer adalah bagian shaft dan sproket roller formasi yang sering habis terkikis akibat bergesekan dengan frame roller formasi. Jika hal ini dibiarkan tentu akan menyebabkan pembengkakan biaya. Dengan menggunakan metode Root Cause Analysis, penulis dapat mendapatkan solusi untuk masalah yang dihadapi palletizer. Solusi yang dapat dilakukan adalah memindahkan bearing yang sebelumnya ada di dalam Roller formasi, sekarang berada diluar Roller formasi. Dengan demikian bearing akan lebih mudah di lubrikasi dan tidak menghasilkan masalah.

Kata kunci : pallet, bearing, palletizer, shaft, roller formasi.

Abstract

After going through many processes, the cement produced will go through a packaging process. Packaging is divided into 3 lines, namely to pallets, containerers, or bulk. For bulk use, cement will be poured into bulk cars directly without packaging. For the use of the container, the cement that has been packaged will be put into the container for distribution. As for pallets, cement will be arranged on pallets for distribution. The use of a palletizer is very important for the sale of cement PT. Solutions to Build Indonesia. This is because if the palletizer has problems, there will be down time which will reduce profits for the company. In the palletizer, there are many critical components, which if not properly cared for will cause trouble in the near future, such as bearings, sprockets, chains, rollers, and also motors. What often experiences trouble with palletizer machines is the shaft and sprocket of the formation roller which are often eroded due to friction with the formation roller frame. If this is allowed, it will certainly cause cost overruns. By using the Root Cause Analysis method, the author can get a solution to the problems faced by the palletizer. The solution that can be done is to move the bearing that was previously inside the formation roller, now outside the formation roller. Thus the bearing will be easier to lubricate and not produce problems.

Keywords: pallet, bearing, palletizer, shaft, formation roller

*Corresponding author E-mail address: ivanderdefitow.eve15sbi@gmail.com

1. PENDAHULUAN

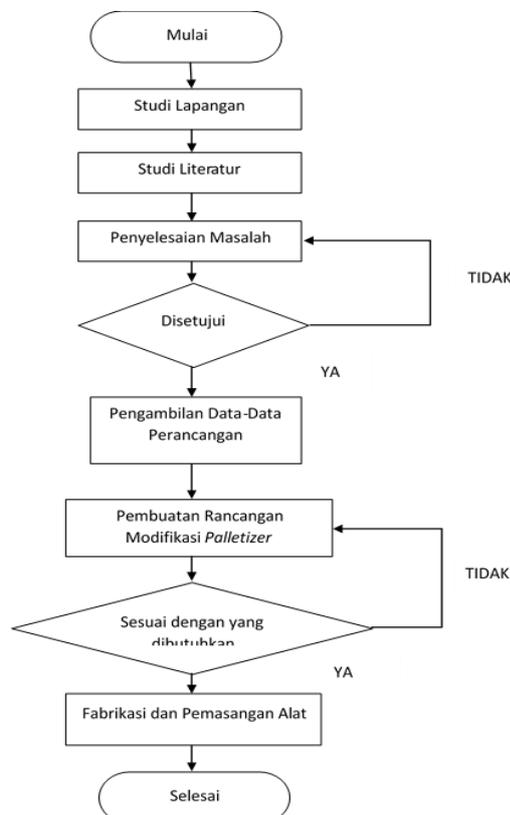
Kebutuhan semen akan semakin meningkat pada setiap tahunnya [1]. Hal ini kurang diseimbangkan dengan produksi semen skala nasional yang dikarenakan kapasitas dari pabrik semen yang kurang memadai. Melalui peluang ini, PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. diharapkan dapat menutupi kebutuhan semen yang diperlukan dalam skala nasional dengan meningkatkan efisiensi dalam segala bidang dalam produksi semen. *Finish mill* adalah peralatan yang digunakan untuk menggiling *klinker* yang keras dari kiln semen menjadi bubuk abu-abu halus yaitu semen [2]. Setelah melewati proses penghancuran di *finish mill*, semen akan dikirim ke *packhouse* untuk dikemas.

Packhouse atau bisa disebut sebagai *warehouse* dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan sementara dalam rantai pemasokan[3]. Hal ini berfungsi sebagai unit utama yang cocok sebagai pemenuhan ketersediaan untuk permintaan konsumen. Dengan demikian dapat memudahkan pergerakan barang dari pemasok ke pelanggan secara tepat waktu [4]. *Palletizer* adalah mesin yang menyediakan sarana otomatis untuk menyortir, mentransfer, dan menumpuk kotak barang atau produk ke dalam *pallet*; biasanya di akhir jalur produksi[5]. Semen yang sudah dimasukkan ke dalam *bag* akan disusun ke atas *palletizer*. Hal ini dilakukan agar *bag* dapat diantarkan secara maksimal ke tempat konsumen.

Penggunaan *palletizer* sangat penting untuk penjualan semen PT. Solusi Bangun Indonesia. Hal tersebut dikarenakan jika *palletizer* mengalami masalah, maka akan mengakibatkan *down time* yang akan mengurangi keuntungan pada perusahaan. Perawatan dari mesin *palletizer* tidak bisa dianggap mudah[6]. Dalam *palletizer* banyak komponen yang kritis. Jika tidak dirawat dengan baik, maka akan menyebabkan *trouble* dalam waktu dekat seperti *bearing*, *sproket*, rantai, *roller*, dan juga motor. *Trouble* yang sering dialami dalam mesin *palletizer* adalah pada bagian *shaft* dan *sproket roller formasi*, karena sering habis terkikis akibat bergesekan dengan *frame roller formasi*. Jika hal ini dibiarkan, tentu akan menyebabkan pembengkakan biaya untuk *maintenance* alat agar produksi tetap berjalan[7].

Berdasarkan masalah diatas maka penulis membuat rencana modifikasi *palletizer* jalur M. Modifikasi yang akan dilakukan adalah mengganti *bearing roller formasi* menjadi *bearing* luar. Sistem *palletizer* yang semula *knockdown* menjadi *fix*. Modifikasi ini diharapkan dapat memperpanjang umur *Roller Formasi* sehingga dapat mengurangi *maintenance cost* yang sebelumnya.

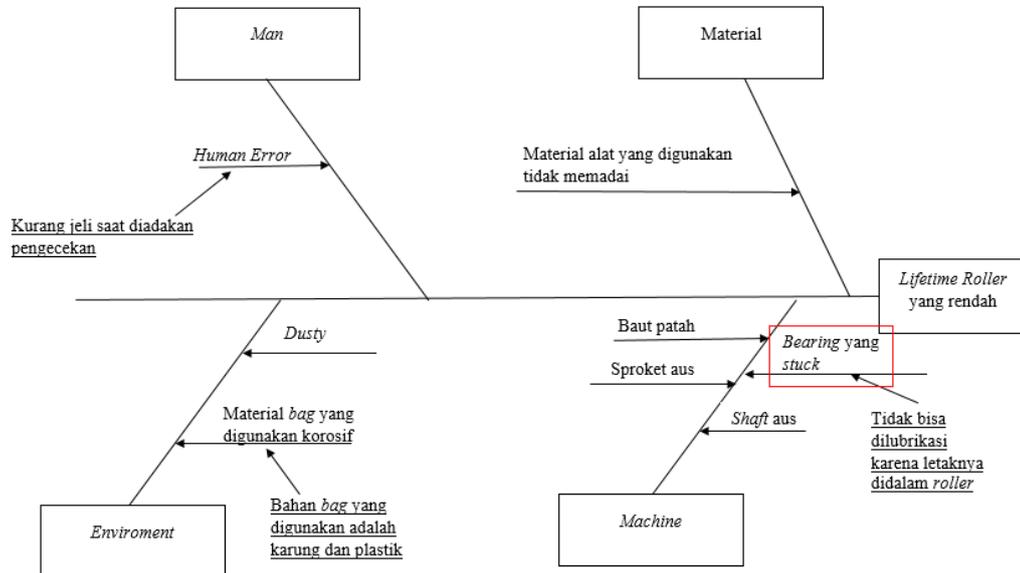
2. METODELOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir

Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis akan mengidentifikasi masalah yang ada palletizer. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran kondisi palletizer dan faktor faktor yang mempengaruhi kerusakan palletizer. Hasil identifikasi masalah ditulis pada *root cause analisis* untuk membantu mendapatkan akar masalah pada palletizer. Berikut adalah *root causes analisis* mengenai masalah pada palletizer :



Gambar 2 Root Cause Analisis Palletizer 67M-PA1

Dari hasil identifikasi masalah tersebut, dapat diketahui bahwa penyebab terjadinya lifetime roller yang rendah adalah shaft yang sering habis terkikis dengan frame. Kurangnya pelumasan pada bearing menyebabkan drum pipa roller dan shaft-nya berputar secara bersamaan, sehingga menyebabkan baut yang patah. Baut patah tersebut membuat drum dan shaft lebih mudah terkikis antara satu dengan yang lain. Baut patah ini juga menyebabkan rantai yang tidak alignment sehingga lebih mudah putus.

Analisis Kebutuhan Konsumen

Pada tahap ini penulis akan melakukan perancangan berdasarkan kebutuhan konsumen. Modifikasi 67M-PA1 dilandasi oleh adanya masalah yang membuat produktivitas *ship out* terganggu. Oleh sebab itu konsumen membutuhkan improvisasi untuk alat ini. Dengan terpenuhinya kebutuhan tersebut, diharapkan alat yang dimodifikasi dapat menaikkan angka *ship out* yang ada sehingga produktivitas dari perusahaan dapat meningkat.

Kebutuhan konsumen yang diharapkan dapat terpenuhi agar dapat meningkatkan produktivitas tersebut adalah :

1. Roller Formasi yang dipakai pada palletizer tidak mudah aus sehingga penggantian roller formasi dapat berkurang
2. Mudahnya pelumasan bearing roller formasi agar dapat menambah umur
3. Mudah dalam proses pemasangan
4. Harga material yang terjangkau
5. Rangkaian tidak memperlambat bag semen
6. Mempermudah dalam maintenance

Penentuan Material

Penentuan material pada modifikasi palletizer 67M-PA1 ditentukan berdasarkan kebutuhan konsumen. Berikut adalah penentuan material pada setiap *part* roller formasi:

1. Shaft

Material yang dipilih sebagai material dari *shaft* adalah SGD-400D. Hal tersebut dikarenakan material SGD-400D merupakan *cold finished bar* yang artinya *bar* tersebut memiliki permukaan yang halus di hasil akhir fabrikasi. Untuk harga, SGD-400D tebrilang cukup murah di harga pasaran.

2. Pipa
Untuk kebutuhannya sendiri, bahan yang digunakan harus bisa tahan dengan aus dalam waktu yang lama. Bahan yang dipilih adalah STKM 11A karena bahan tersebut adalah *cold finish bar* yang artinya permukaannya yang dihasilkan setelah fabrikasi halus.
3. Sproket
Sproket diperlukan sebagai alat transmisi gerak roller formasi. Syarat yang dibutuhkan adalah tahan aus. Bahan yang digunakan untuk sproket adalah S45C. Bahan sproket ini ditujukan dengan maksud agar sproket tahan lama karena dapat tahan dengan aus yang diberikan alat dan mesin. Sebelum dimodifikasi sproket menggunakan bahan yang sama dengan hardeness 30 HRC, namun dalam modifikasi ini hardness dinaikan menjadi 45 HRC untuk memperkokoh sproket.
4. Frame
Frame digunakan sebagai penopang roller formasi. Frame dibuat dengan menggunakan mild steel. Mild steel dengan tebal 10mm di fabrikasi dan di bending 90 derajat. Sehingga frame tersebut akan berbentuk letter L.

Perhitungan Perancangan

Alat yang dirancang dan di-*install* harus dapat bekerja dengan semestinya. Dimensi dari setiap alat harus ada dasar perhitungan dan alasannya. Setiap *equipment* dan bentuk harus memiliki tujuan desain. Selain memperhatikan tujuan dari *equipment*, tak kalah penting tentang mempertimbangkan *safety*. Karena suatu alat tidak akan menjadi alat yang baik jika tidak aman bagi penggunaannya. Untuk memntukan dimensi dari setiap *part* penulis menggunakan persamaan-persamaan yang ada. Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menentukan dimensi pada modifikasi 67M-PA1 :

1. Shaft

Untuk menentukan dimensi shaft yang akan digunakan maka persamaan yang harus digunakan adalah:

- Gaya Berat[8]

$$F = m \cdot g$$

Dimana :

$$F = \text{Gaya yang bekerja (N)}$$

$$m = \text{massa (kg)}$$

$$g = \text{gravitasi bumi } \left(\frac{m}{s^2}\right)$$

Gaya berat digunakan untuk menjadi gaya yang bekerja pada palletizer.

- Momen Bengkok[8]

$$Mb = \frac{F \cdot l}{4}$$

Dimana :

$$Mb = \text{Momen Bengkok (Nmm)}$$

$$F = \text{Gaya yang bekerja (N)}$$

$$l = \text{panjang benda (mm)}$$

Momen bengkok digunakan untuk mencari momen bengkok *equivalent* dan diteruskan untuk mencari dimensi dari shaft.

- Momen Puntir[8]

$$Mp = \frac{9550 \cdot P}{n}$$

Dimana :

$$Mp = \text{Momen puntir}$$

$$P = \text{Daya (Watt)}$$

$$n = \text{putaran per menit (rpm)}$$

Momen puntir digunakan untuk mencari momen puntir *equivalent* dan diteruskan untuk mencari dimensi dari *shaft*.

- Momen Bengkok Equivalent[8]

Ifander Defito Wijaya, et al/Prosiding Semnas Mesin PNJ (2022)

$$Mb \text{ equivalent} = \frac{1}{2}(Mb + \sqrt{Mb^2 + Mp^2})$$

$$Mb \text{ equivalent} = \frac{1}{2}(Mb + \sqrt{Mb^2 + Mp^2})$$

Dimana :

$Mb \text{ Equivalent}$ = Mome bengkok equivalent (Nmm)

Mb = Momen bengkok (Nmm)

Mp = Momen puntir (Nmm)

Persamaan ini digunakan untuk mencari dimensi diameter yang akan dibandingkan dengan momen puntir equivalent.

- Momen Puntir Equivalent[8]

$$Mp \text{ equivalent} = \sqrt{Mb^2 + Mp^2}$$

Dimana :

$Mp \text{ Equivalent}$ = Mome puntir equivalent (Nmm)

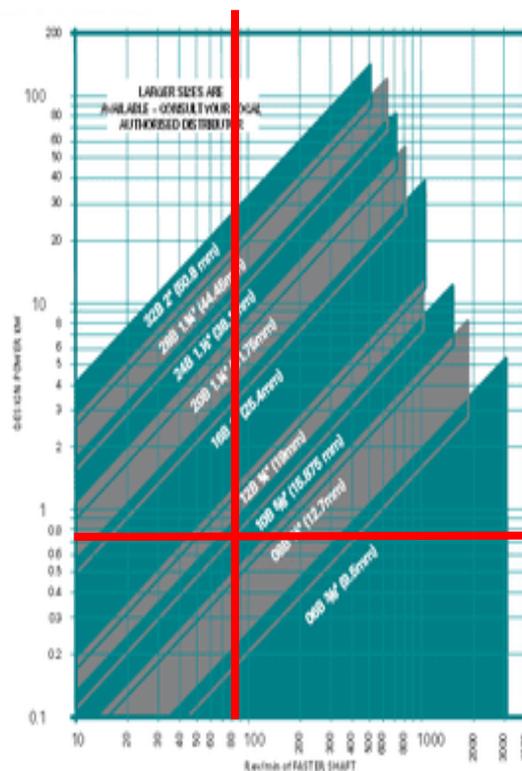
Mb = Momen bengkok (Nmm)

Mp = Momen puntir (Nmm)

Persamaan ini digunakan untuk mencari dimensi diameter yang akan dibandingkan dengan momen bengkok equivalent.

2. Rantai

Penentuan rantai ditentukan dengan mencari *pitch* dari rantai yang akan dipakai. *Pitch* didapat dengan menggunakan diagram *pitch*. Untuk diagram pada setiap *brand* memiliki tabel diagram dan ketentuan yang berbeda. Untuk modifikasi *palletizer* 67M-PA1, yang sebelumnya menggunakan rantai Renold, sekarang modifikasi akan dilakukan dengan menggunakan rantai dari Fenner. Berikut adalah diagram dari penentuan *pitch* rantai dengan *brand* Fenner.[9]



Gambar 3 Diagram Penentuan Rantai

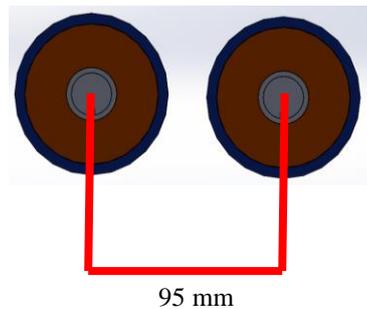
Dari gambar 3 dapat disimpulkan *pitch* yang sesuai pada rantai dengan *pitch*. Dengan mengetahui *pitch* yang akan dipakai, penentuan rantai yang akan dipakai dapat diketahui dengan menggunakan standar yang ada.

3. Pipa



Gambar 4 Tampak Samping Roller Formasi

Pada gambar 4, pipa ditunjukkan dengan warna biru. Pipa tersebut disesuaikan dengan garpu shifter agar garpu tidak terhalangi. Pipa yang cocok untuk hal tersebut adalah pipa 3". Berikut adalah perencanaan dimensi pipa :



Gambar 5 Jarak Antar Roller Formasi

Dengan jarak *roller* 95 mm maka perlu dimensi pipa yang mendekati dan tidak mengenai garpu *shifter*. Ukuran tebal garpu *shifter* adalah 10 mm. Sehingga dimensi yang tersisa adalah 85 mm. Ukuran diameter luar yang paling mendekati garpu *shifter* dan tidak mengenainya adalah pipa 3". Dengan ini dapat disimpulkan bahwa diameter luar pipa adalah 3" atau 76 mm. Panjang pipa ditemukan dari :

$$\text{Panjang pipa} = \text{panjang keseluruhan} - \text{panjang sproket} - \text{panjang bagian belakang roller}$$

4. Bearing

Cara penentuan bearing yang akan digunakan adalah melihat ukuran shaft yang digunakan. Pemilihan bearing dilihat juga bagaimana bearing itu akan digunakan. Nilai dimensi shaft yang digunakan adalah 25 mm. Untuk mencegah gaya aksial secara vertikal, maka shaft akan dibuat undakan. Dimensi undakan bernilai 20 mm. Bearing yang akan digunakan bertipe FYTB, artinya landasan bearing akan di-install sejajar dengan penompangnya.

Dengan kata lain bearing akan terpasang menempel dengan frame roller formasi. Pengecualian untuk Roller bar, dikarenakan roller bar menggunakan shaft yang berbeda dan roller bar mengalami modifikasi pada panjang shaftnya saja. Panjang shaft roller bar mempunyai nilai yang dengan roller formasi. Bearing yang akan dipakai pada roller bar yaitu FTYB 25 TF karena roller bar memiliki dimensi shaft 25 mm.

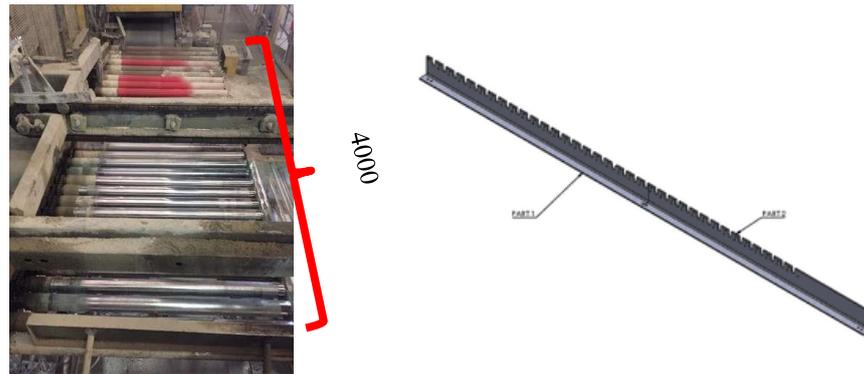
5. Sproket

Penentuan Sproket ditentukan dengan melihat tabel. Tabel berikut adalah tabel sproket yang digunakan untuk modifikasi roller formasi pada palletizer 67M-PA1 guna meningkatkan lifetime roller[10]:

Tabel 1 Penentuan Dimensi Sproket

Basic Sprocket Dimensions			50-2 Double Strand					
No. Teeth	Outside Diameter	Plain Bore	Catalog Number	List Price	Hub Dia.	LTB	fMax. Bore	Wt. Lbs.
11	2.504	5/8	D50B11	\$98.00	1 1/8	1 3/4	1 1/8	.90
12	2.708	5/8	D50B12	98.40	1 1/8	1 3/4	1 1/8	1.20
13	2.911	5/8	D50B13	101.00	1 1/8	1 3/4	1 1/8	1.50
14	3.113	5/8	D50B14	103.20	2 3/8	1 3/4	1 1/8	1.90
15	3.315	5/8	D50B15	103.20	2 3/8	1 3/4	1 1/8	2.30
16	3.517	5/8	D50B16	105.80	2 3/8	1 3/4	1 1/8	2.70
17	3.718	5/8	D50B17	108.60	2 3/8	1 3/4	1 1/8	3.10
18	3.919	5/8	D50B18	111.20	2 3/8	1 3/4	1 1/8	3.60
19	4.121	5/8	D50B19	113.00	3 3/8	1 3/4	2 1/8	4.10
20	4.321	5/8	D50B20	117.40	3 3/8	1 3/4	2 1/8	4.60
21	4.522	3/4	D50B21	123.20	3 1/2	1 3/4	2 3/8	5.10
22	4.722	3/4	D50B22	123.20	3 3/8	1 3/4	2 3/8	5.90

6. Frame



Gambar 6 Panjang dan Tampak Isometri Frame Roller Formasi

Frame digunakan sebagai penopang dari *roller* formasi. *Frame* sebelumnya menggunakan desain *plate* yang diberi lubang slot pada ujung *frame* sebagai tempat penopang untuk *roller*. Untuk modifikasi ini *frame* akan menggunakan desain *letter L*. Panjang *frame* yang akan digunakan dalam modifikasi ini adalah 4000 mm. Hal tersebut ditentukan dari panjang tempat *palletizer* yang ada. Untuk lubang slot tempat penopang *roller* akan di buat 27 mm sehingga *roller* tidak akan mengenai *frame* , tapi akan ditopang oleh *bearing* yang menempel di *frame* .

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi *Palletizer*

Dari hasil perhitungan yang sudah dilakukan dapat disimpulkan mempunyai dimensi sebagai berikut :

Tabel 2 Dimensi *Equipment Palletizer*

Persamaan	Dimensi
Shaft	25
Pipa	3"
Sproket	14 Teeth
Rantai	50 S
Frame	4000 x 150 x 75

Sebelum dimodifikasi

Berikut adalah kondisi *palletizer* 67M-PA1 sebelum dimodifikasi:

Dari gambar 7, dapat dilihat kondisi *roller* formasi yang sudah mulai aus. *Roller* formasi sebelum dimodifikasi menggunakan sistem *knockdown*. *Roller* formasi ditopang oleh *plate*, dan menggunakan baut

Gambar 7 *Palletizer* Sebelum Dimodifikasi

sebagai penahan. Roller ini menggunakan bearing yang berada didalam roller. Dengan desain seperti gambar 7, menurut pencatatan operasional sering mengalami banyak masalah yang cukup kritikal.

Berikut adalah kondisi roller formasi setelah modifikasi :



Gambar 8 Palletizer Sesudah Dimodifikasi

Gambar 8 menunjukkan kondisi dari palletizer sesudah dimodifikasi. Palletizer ini menggunakan sistem fix. Bearing pada desain gambar 8, menggunakan bearing luar sehingga shaft di perpanjang. Dengan desain ini, dimaksudkan agar pemudahan lubrikasi pada bearing sehingga tidak menggesek shaft. Setelah diadakan modifikasi, hampir tidak ada masalah mengenai palletizer. Hal ini dilihat dari logbook operasional.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat kita ambil dari modifikasi roller formasi pada 67M-PA1 adalah :

1. Modifikasi yang dilakukan pada roller formasi di 67-PA1 mampu memperpanjang *Lifetime roller*
2. Modifikasi yang dilakukan pada roller formasi di 67-PA1 mampu menekan *maintenance cost* yang sebelumnya terjadi pembekakan karena sering terjadi *trouble* pada roller formasi.

REFERENSI

- [1] E. Mulyani, "PRODUKSI, KONSUMSI SEMEN DAN BAHAN BAKUNYA DI INDONESIA PERIODE 1997 – 2009 DAN PROSPEKNYA 2010 – 2015," no. April 2011, pp. 82–89, 2015.
- [2] S. Retnam, "Development of Fuzzy Logic Controller for Cement Mill," vol. 5, no. 07, pp. 17–20, 2016.
- [3] S. Prasetya, M. N. Mahasin, and H. Susanto, "Perancangan Sistem Pendeteksian Kantong Kosong Pada 662-Bt1 Untuk Mengurangi Frekuensi Bag Gap Pada 672-Pa1," *J. Poli-Teknologi*, vol. 17, no. 3, pp. 209–216, 2019, doi: 10.32722/pt.v17i3.1260.
- [4] R. Gwynne, *Warehouse Management A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse*, 2nd ed. Kogan Page Limited Second edition 2014, 2011.
- [5] J. Lahman, "What is a Palletizer?," *Douglas Machine Inc.*, 2020. <https://httae.com/what-is-a-palletizer/#:~:text=A palletizer is a machine, stability%2C precision and operation speed.>
- [6] J. Petersen, "What is a Palletizer?," <https://www.aboutmechanics.com/>, 2022. <https://www.aboutmechanics.com/what-is-a-palletizer.htm>.
- [7] A. Kumar, Shrawan; Mitalb, Anil; Garanda, Doug; Persada, "Operator stress in palletizing tasks with restricted access and headroom," 1993.
- [8] R.S.KHURMI AND J.K.GUPTA, "Machine Design," no. I, 2005
- [9] R. Smith and R. Mobley, "7 Chain Drives," pp. 283–296.
- [10] U. S. Tsubaki, "Sprocket Catalog," *Power*