

# Modifikasi *Bollard* Pada Stasiun *Tippler* Menggunakan Roda Bekas *Transfer carriage* Di Pabrik Kelapa Sawit Semilar

Yulianto<sup>1,1\*</sup>, Idad Syaeful Haq<sup>1</sup>, Asep Yunta Darma<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Pengolahan Sawit, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sains Bandung

**Abstrak :** *Bollard* berfungsi sebagai alat untuk menahan *wire rope* (sling) dan sebagai pengarah saat lori ditarik menggunakan *capstan*. Di Semilar mill penggunaan *bollard* terdapat pada Stasiun *Sterilizer* dan Stasiun *tippler*. *Bollard* di stasiun *tippler* berfungsi untuk mengarahkan sling dan menarik lori masuk ke dalam *tippler* untuk dilakukan penuangan lori. *Bollard* tersebut yang sering mengalami kerusakan yaitu pada bagian *bearing* sehingga harus dilakukan penggantian *bearing*. Permasalahan tersebut tentu akan mengganggu jalannya proses produksi dan menyebabkan naiknya biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk biaya penggantian *bearing bollard*. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan solusi agar *life time bearing* menjadi lebih lama dan mengurangi *breakdown bollard* pada stasiun *tippler* yaitu dengan memodifikasi *bollard* tersebut. Modifikasi yang dilakukan yaitu dengan merancang ulang *bollard* tersebut menggunakan roda bekas dari *Transfer carriage* sebagai *bollard* dengan disertai 2 penumpu pada bagian atas dan bagian bawah dengan disertai *bearing* sebagai dudukan poros roda *Transfer carriage*, sehingga struktur penyangga *bollard* menjadi lebih kuat dan dapat menghemat penggunaan *bearing*. Hasil dari modifikasi ini yaitu *bollard* dapat berfungsi dengan baik dan tidak terjadi kerusakan baik pada bagian *bearing*, rangka, ataupun pondasi

**Keywords :** *Bollard*, *Tippler*, *Bearing*, Roda

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar belakang

Pabrik Kelapa Sawit (PKS) merupakan industri yang berbasis agro atau pertanian, dimana industri ini mengolah Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit. TBS diolah menjadi 2 produk utama yaitu *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Palm Kernel* (PK). Proses pengolahan TBS menjadi CPO dan PK meliputi beberapa stasiun berurutan sebagai berikut penerimaan, *loading ramp*, *sterilization*, *thresher*, *pressing*, *nut & kernel*, dan *clarification*. Setiap stasiun menghasilkan produk yang digunakan sebagai bahan baku untuk stasiun berikutnya. Untuk menjaga agar proses produksi berjalan lancar, maka harus dilakukan perawatan *preventif* yang rutin dilakukan setiap hari sebelum proses produksi dimulai. Namun ketika perawatan *preventif* sudah berjalan dengan baik namun masih terjadi kerusakan. Contohnya kerusakan *bearing* pada *bollard* sehingga diperlukan penggantian *bearing* sehingga menyebabkan biaya perbaikan *bollard* tinggi.

*Bollard* merupakan alat yang digunakan untuk menahan *wire rope* dan sebagai pengarah saat lori ditarik menggunakan *capstan*. Dengan adanya *Bollard* dapat mempermudah ketika menarik lori menuju *tippler* untuk dilakukan penuangan, ketika terjadi kerusakan *bollard* maka akan menghambat kerja operator stasiun *tippler*. Kerusakan yang sering terjadi yaitu pecahnya *bearing bollard* sehingga dalam perbaikannya harus dibongkar terlebih dahulu untuk melepas *bearing* yang lama dan memasang *bearing* yang baru dan dalam proses perbaikan ini memerlukan waktu yang cukup lama.

Oleh karena itu diperlukan suatu solusi agar konsumsi penggunaan *bearing* pada *bollard* tidak tinggi. Melalui penelitian tugas akhir ini memodifikasi struktur penumpu dan konstruksi *bollard* untuk mengurangi kerusakan dan menghemat penggunaan *bearing* pada *bollard*. Material yang digunakan sebagai pengganti *bollard* yaitu roda bekas *Transfer carriage* yang sudah tidak terpakai, material ini dipilih karena memiliki bentuk lingkaran kemudian terbuat dari material besi sehingga lebih tahan lama terhadap gesekan antara *wire rope* dengan permukaan roda tersebut.

---

<sup>1\*</sup> corresponding author : [yulianto.tps18@gmail.com](mailto:yulianto.tps18@gmail.com)

## 1.2 Identifikasi Masalah

1. Penggantian *bearing* pada *bollard* tinggi sehingga menambah *cost maintenace* di stasiun *tippler* khususnya *cost* penggunaan material *Spare part*
2. Mengganggu jalannya proses produksi akibat *breakdown bollard* di stasiun *tippler*

## 1.3 Tujuan

Berikut merupakan tujuan dari penelitian ini :

1. Mengetahui proses memodifikasi *Bollard* dengan menggunakan roda bekas *Transfer carriage*
2. Mengetahui kinerja hasil memodifikasi *Bollard* dengan menggunakan roda bekas *Transfer carriage*
3. Mengetahui kebutuhan biaya bahan untuk memodifikasi *Bollard* dengan menggunakan roda bekas *Transfer carriage*

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Material Logam

Material logam tersusun dari atom-atom logam yang merupakan unsur terbanyak dalam tabel periodik. Atom-atom logam saling berikatan dalam bentuk ikatan logam, dimana elektron valensinya bebas bergerak sehingga material ini memiliki konduktivitas listrik dan konduktivitas termal yang cukup baik, serta tidak tembus cahaya. Logam memiliki kekuatan yang cukup tinggi, namun cukup ulet (dapat dideformasi/diubah bentuk). Contoh material logam adalah : Besi, Baja, Aluminium, Tembaga, Emas, Perak dan lain lain.

### 2.2 Karakteristik dan sifat material

Kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan material sangat penting dalam industri manufaktur, guna memastikan pemilihan jenis material yang terbaik untuk desain dengan pertimbangan berbagai faktor.

Dalam perancangan maupun proses manufaktur suatu produk pada aplikasi teknik, guna menjamin kualitas dan faktor keamanan suatu produk perlunya memahami karakteristik dan sifat mekanik material dalam perancangan dan perencanaan.

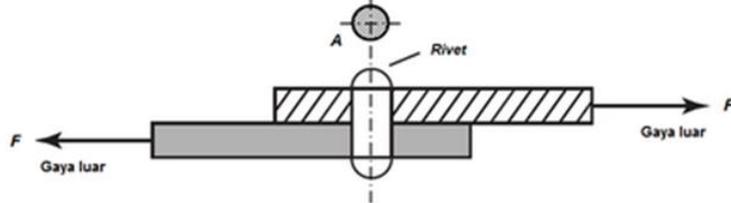
Sifat mekanik suatu material adalah sifat yang mempengaruhi kekuatan mekanik dan kemampuan suatu material ketika diberikan perlakuan mekanis pada material tersebut. Beberapa sifat mekanik suatu material yaitu : *Strength* (Kekuatan), *Toughness* (Ketangguhan), *Hardness* (Kekerasan), *Hardenability* (Kemampuan Pengerasan), *Brittleness* (Kerapuhan/Getas), *Malleability* (Sifat lunak), *Ductility* (Keuletan), *Creep* dan *Slip*, *Resilience* (kelenturan), *Fatigue* (Kelelahan), *Elasticity* (Elastisitas).

### 2.3 Proses Manufaktur

Manufaktur merupakan suatu aktivitas manusia yang mencakup semua fase dalam kehidupan. *Computer Aided Manufacturing International* (CAM-I) mendefinisikan manufaktur secara khusus, yang dijelaskan kembali oleh John A. Schey (2009:694), sebagai serangkaian operasi yang saling berhubungan yang melibatkan perancangan, pemeliharaan bahan, perencanaan, produksi, jaminan kualitas, manajemen serta pemasaran konsumen yang berbeda-beda dan barang-barang yang tahan lama. Konsep proses manufaktur merupakan serangkaian aktivitas produksi yang terpadu untuk merubah suatu barang mentah menjadi barang baru dengan nilai yang lebih tinggi. Gasperz (2009) menjelaskan aktivitas manufaktur dalam bukunya yang berjudul "*Production Planning and Inventory Control*", bahwa suatu aktivitas dapat dikatakan memiliki nilai tambah apabila penambahan beberapa input pada aktivitas itu akan memberikan nilai tambah produk (barang dan / atau jasa) sesuai yang diinginkan konsumen. Dalam menyusun proses manufaktur terdapat dua jenis aliran yang perlu dipertimbangkan. Gasperz (2009) mengemukakan, kedua jenis aliran tersebut yaitu: aliran material atau barang setengah jadi dan aliran informasi. Aliran material atau barang setengah jadi terjadi apabila terdapat aktivitas pemindahan material dari satu stasiun kerja ke stasiun kerja berikutnya, atau dari beberapa stasiun kerja ke tempat penyimpanan, atau sebaliknya. Selama aliran material berlangsung, terjadi perubahan jumlah tenaga kerja dan/atau modal, karena dibutuhkan tenaga kerja dan/atau peralatan yang efektif dan efisien untuk memindahkan barang tersebut.

## 2.4 Tegangan Geser

Tegangan geser merupakan tegangan yang bekerja sejajar atau menyinggung permukaan. Perjanjian tanda untuk tegangan geser sebagai berikut: Tegangan geser yang bekerja pada permukaan positif suatu elemen adalah positif apabila bekerja dalam arah positif dari salah satu sumbu-sumbu positif dan negatif apabila bekerja dalam arah negatif dari sumbu-sumbu. Tegangan geser yang bekerja pada permukaan negatif suatu elemen adalah positif apabila bekerja dalam arah negatif sumbu dan negatif apabila bekerja dalam arah positif. Sebagai suatu contoh dapat dilihat pada sambungan baut. Tegangan geser pada baut diciptakan oleh aksi langsung dari gaya-gaya yang mencoba mengiris bahan. Tegangan geser dapat diperoleh dengan membagi gaya geser terhadap luas.



Gambar 1 : Tegangan Geser Pada Baut

Bagian awal dari diagram tegangan-regangan geser sebuah garis lurus, seperti dalam keadaan tarik. Untuk daerah elastis linier, tegangan geser berbanding lurus dengan regangan geser, jadi diperoleh persamaan berikut bagi hukum Hooke untuk keadaan geser.

Persamaan Tegangan Geser

$$\tau = F/A$$

$\tau$  = Tegangan geser (MPa)

$F$  = Gaya luar (N)

$A$  = Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )

## 2.5 Bearing

*Bearing* atau Bantalan adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan, fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. *Bearing* menjaga poros agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya. *Bearing* sebagai bantalan untuk membantu mengurangi gesekan peralatan berputar pada poros. *Bearing* biasanya berbentuk bulat dan dipasang pada poros dan ditempatkan yang berputar lainnya.

## 2.6 Baut dan Mur

Menurut (id.wikipedia.org) baut atau sekrup adalah suatu batang atau tabung dengan alur heliks pada permukaannya. Penggunaan utamanya adalah sebagai pengikat (*fastener*) untuk menahan dua objek bersama, dan sebagai pesawat sederhana untuk mengubah torsi (*torque*) menjadi gaya linear. Baut juga didefinisikan sebagai bidang miring yang membungkus suatu batang. Sedangkan arti dari baut menurut (Balai Pustaka: 1351) dalam bukunya kamus besar bahasa Indonesia edisi kelima, bahwa pengertian baut adalah besi atau batangan yang berulir untuk menyambung atau mengikat kedua benda. Fungsi utama baut adalah menggabungkan beberapa komponen sehingga tergabung menjadi satu bagian yang memiliki sifat tidak permanen. Maka dari itu komponen yang menggunakan sambungan ini dapat dengan mudah dilepas dan dipasang kembali tanpa merusak benda yang disambung.

Mur adalah suatu pengikat yang memiliki lubang berulir. Mur hampir selalu digunakan bersama dengan baut pasangannya agar dapat mengikat suku benda tertentu secara bersama-sama. Pasangan baut dan mur disatukan oleh kombinasi gesekan ulir (dengan sedikit deformasi elastis), sedikit peregangan baut, dan kompresi dari suku-suku yang akan disambung.

## 2.7 Operation Process Chart

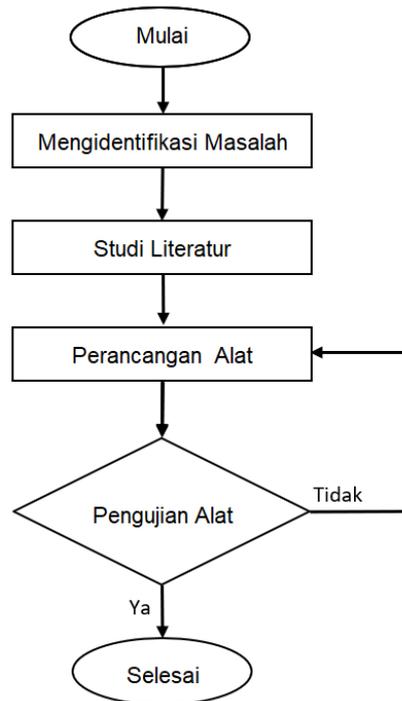
Menurut Wignjosoebroto (2006), peta proses operasi (*operation process chart*) atau disingkat OPC adalah peta kerja yang menggambarkan urutan kerja dengan jalan membagi pekerjaan tersebut ke dalam elemen-elemen operasi secara detail. Sutaalaksana (1979) berpendapat bahwa peta proses operasi menggambarkan langkah-langkah operasi dan pemeriksaan yang dialami

bahan dalam urutan-urutannya sejak awal sampai menjadi produk utuh maupun sebagai bahan setengah jadi. Sehingga dapat dikatakan peta proses operasi merupakan peta yang menggambarkan kegiatan kerja secara sistematis dan memuat informasi yang diperlukan untuk analisis lebih lanjut, seperti waktu yang dihabiskan, material yang digunakan, dan mesin yang dipakai.

Informasi-informasi yang dicatat melalui peta proses operasi ini memiliki banyak kegunaan. Kegunaan tersebut antara lain dapat mengetahui kebutuhan mesin dan penganggarnya, memperkirakan kebutuhan material, membantu menentukan tata letak pabrik, serta untuk pelatihan kerja.

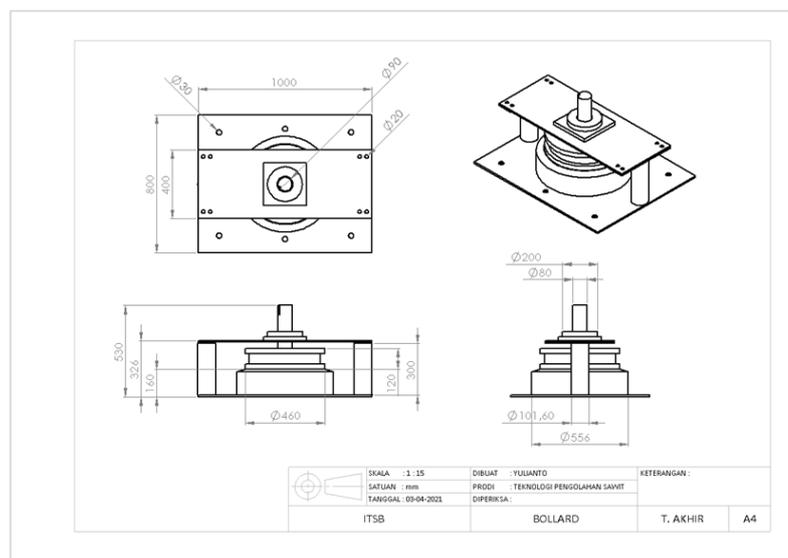
### 3. Metode penelitian

#### 3.1 Tahapan penelitian



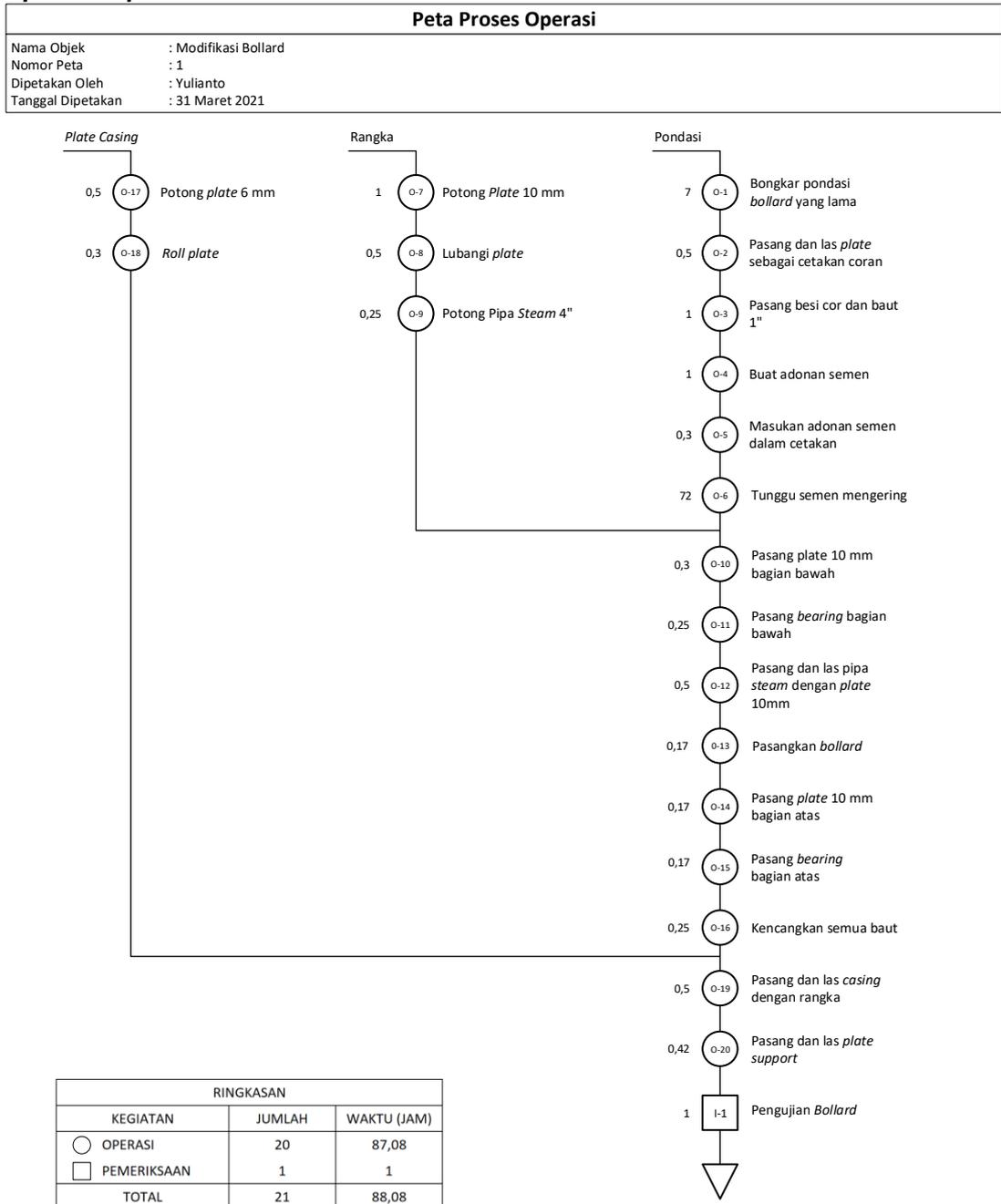
Gambar 2 : Tahapan penelitian

#### 3.2 Desain bollard



Gambar 3 : Desain bollard modifikasi

### 3.3 Operation process chart



Gambar 4 : Operation process chart

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Modifikasi

Hasil modifikasi *bollard* dengan menggunakan roda *Transfer carriage* yang kemudian ditumpu oleh dua buah *bearing* pada bagian bawah dan bagian atas dengan tujuan untuk menambahkan tahanan agar *bollard* tetap seimbang ketika mendapatkan beban berupa tarikan, ketika *bollard* mendapatkan beban tarikan maka beban akan terbagi ke kedua penumpu yaitu pada *bearing* bagian atas dan *bearing* bagian bawah, pada desain sebelumnya *bearing* hanya terdapat pada bagian bawah maka ketika *bollard* mendapat beban tarikan *bearing* tersebut akan mendapatkan beban yang tinggi ketika hal tersebut terjadi secara terus menerus maka kekuatan *bearing* akan berkurang sehingga dapat menyebabkan rusaknya *bearing*. Berikut tabel kerusakan *bearing* pada *bollard* dari tahun 2019 hingga 2021 :

**Tabel 1** : Kerusakan *Bearing* 30212 J pada *Bollard*

No.	2019		2020		2021	
	Tanggal	Jumlah	Tanggal	Jumlah	Tanggal	Jumlah
1	30-Mar	1	24-Jan	1	15-Jan	1
2	03-Jun	1	20-Mar	1	25-Feb	1
3	21-Jul	1	01-May	1	15-Mar	1
4	04-Aug	1	14-Jul	1		
5	05-Sep	1	08-Sep	1		
6	11-Nov	1	12-Dec	1		

Data pada tabel diatas diambil dari data *Work Order* (WO) penggantian material *bearing* dengan *type* 30212 J yang digunakan pada *bollard* di *Semilar Mill*. Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan *bearing* sebelum modifikasi cenderung tinggi dalam periode tahun 2019 - 2021 kerusakan *bearing* yang terjadi sebanyak 15 kali dengan rata-rata terjadi kerusakan setiap 1,6 bulan sekali, kerusakan *bearing* yang terjadi berbagai macam yaitu *roller bearing* rontok/lepas, *bearing* pecah, dan *house bearing* pecah. setelah dimodifikasi pada 31 Maret 2021 hingga tanggal 22 Juni 2021 yaitu selama 3 bulan tidak terjadi kerusakan pada *bollard*, dari perbandingan tersebut dapat disimpulkan bahwa *bollard* hasil modifikasi 2 kali lebih kuat dibandingkan *bollard* yang lama.

### 4.2 Perhitungan Tegangan Geser

Untuk mencari tegangan geser *bollard* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\tau_q = \frac{P}{z \times \frac{\pi}{4} \times D_b^2 \times m} \quad (1)$$

Keterangan :

- $\tau_q$  : Tegangan geser
- $P$  : beban Lori yang ditarik
- $z$  : Jumlah Baut
- $D_b$  : Diameter Baut
- $M$  : Jumlah penampang

Diketahui :

- Jumlah lori yang ditarik : 8
- Berat lori kosong : 2 ton
- Berat loti + TBS : 2 + 5 = 7 ton
- Jumlah baut yang dipasang : 6 Buah
- Jumlah penampang : 2 bidang
- Tegangan Geser HTB A490 : 15,40 kg/mm<sup>2</sup>

Tegangan Geser yang diijinkan baut HTB A490 yaitu 15,40 kg/mm<sup>2</sup>, sehingga diameter baut yang diperlukan yaitu :

$$\tau_q = \frac{P}{z \times \frac{\pi}{4} \times D_b^2 \times m} \quad (2)$$

$$D_b^2 = \frac{4P}{z \times \pi \times \tau_q \times m} \quad (3)$$

$$D_b^2 = \frac{4 \times (8 \times 7000)}{6 \times \pi \times 15,40 \text{ kg/mm}^2 \times 2} \quad (4)$$

$$D_b^2 = \frac{224000}{580,57} \quad (5)$$

$$D_b^2 = 385,83 \quad (6)$$

$$D_b = \sqrt{385,83} \quad (7)$$

$$D_b = 19,64 \text{ mm} = 0,77" \quad (8)$$

Baut yang digunakan secara teoritis yaitu baut dengan ukuran minimal 19,64 mm atau 0,77", dan baut yang terpasang memiliki diameter 25,40 mm atau 1". Maka, baut yang terpasang lebih besar dibandingkan dengan teoritis sehingga pemilihan diameter baut sudah tepat

Dari hasil perhitungan, jika menggunakan baut dengan diameter 1" dengan tegangan geser yang diijinkan sebesar 15,40 kg/mm<sup>2</sup> maka beban yang mampu di tahan oleh *bollard* secara teoritis sebesar :

Diketahui :

$\tau_q$  : 15,40 kg/mm<sup>2</sup>  
 $P$  : ?  
 $z$  : 6 Buah  
 $D_b$  : 1" = 25,40 mm  
 $M$  : 2

Maka :

$$\tau_q = \frac{P}{z \times \frac{\pi}{4} \times D_b^2 \times m} \quad (9)$$

$$P = \tau_q \times z \times \frac{\pi}{4} \times D_b^2 \times m \quad (10)$$

$$P = 15,40 \times 6 \times \frac{\pi}{4} \times 25,40^2 \times 2 \quad (11)$$

$$P = 93.639,54 \text{ kg} \quad (12)$$

Beban geser yang mampu ditahan yaitu sebesar 93.639,54 kg, jika berat 1 lori adalah 7 ton maka jumlah lori maksimal yaitu :

$$\text{Jumlah lori} = \frac{93.639,54}{7000} \quad (13)$$

$$\text{Jumlah lori} = 13,38 \approx 13 \text{ lori} \quad (14)$$

Dari hasil perhitungan didapat bahwa jika menggunakan baut dengan diameter 1" dengan tegangan geser yang diijinkan sebesar 15,40 kg/mm<sup>2</sup> maka beban yang mampu di tahan oleh *bollard* sebesar 93.639,54 kg, jika berat 1 lori adalah 7 ton maka jumlah lori maksimal yaitu 13,38 lori atau 13 lori

### 4.3 Pengaruh Modifikasi

Pengaruh modifikasi *bollard* terbagi atas :

1. Pengaruh modifikasi terhadap biaya di departemen workshop

Biaya yang dikeluarkan untuk mengganti satu buah *bearing bollard* yaitu Rp. 479.860,- penggantian *bearing* periode tahun 2019 – 2021 sebanyak 15 kali maka akan menghabiskan biaya sebanyak Rp. 7.197.900,-. Biaya tersebut hanya dibebankan untuk penggantian *bearing* pada *bollard* di stasiun *tippler*. Dengan memodifikasi *bollard* menggunakan roda *Transfer carriage* maka *bearing* yang digunakan yaitu *bearing* SKF FYJ 516 dengan harga Rp. 714.930,- sebanyak dua buah sehingga biaya yang dikeluarkan yaitu Rp. 1.429.860,-, Setelah dimodifikasi pada tanggal 31 Maret 2021 hingga 22 Juni 2021 tidak ada terjadi kerusakan *bearing* pada *bollard* hasil modifikasi.

2. Pengaruh modifikasi terhadap produktifitas pabrik

Modifikasi ini berpengaruh terhadap kelancaran produktifitas pabrik karena dengan adanya *bollard* dan meminimalkan *breakdown maintenance* sehingga dapat mempermudah operator stasiun dan dapat menjaga kontinuitas tuangan *tippler* sehingga *throughput* tetap terjaga

#### 4.4 Biaya bahan yang dikeluarkan

Adapun biaya bahan yang di keluarkan dalam penelitian ini yaitu :

**Tabel 2** : Rincian Biaya Bahan

No.	Nama Barang	Jumlah	Satuan	Harga Satuan	Harga
1	Roda Transfer Carriage (material bekas)	1	Ea	Rp -	Rp -
2	Bearing SKF FYJ 516	2	Ea	Rp 714.930	Rp 1.429.860
3	Plate 10 mm × 4 m × 8 m	2 × 1,2	m	Rp 1.760.000	Rp 132.000
4	Plate 6 mm × 4 m × 8 m	1 × 0,4	m	Rp 2.036.000	Rp 63.625
5	Pipa Steam 4" SCH 40 × 6 m	0,6	m	Rp 1.976.028	Rp 197.603
6	Baut dan mur 3/4 × 3"	6	Ea	Rp 7.560	Rp 45.360
7	Baut dan mur 5/8 × 2 1/2"	8	Ea	Rp 4.700	Rp 37.600
8	Baut dan mur 1 × 8"	8	Ea	Rp 61.168	Rp 489.344
9	Semen Sika Grout 215 @ 25kg	8	Zak	Rp 147.300	Rp 1.178.400
<b>Jumlah biaya</b>					<b>Rp 3.573.792</b>

Semua material yang di butuhkan diambil dari stok gudang Semillar *mill*, sedangkan roda *Transfer carriage* yang digunakan yaitu material bekas yang sudah tidak digunakan.

## 5. Penutup

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil modifikasi *bollard* yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses modifikasi *bollard* terbagi menjadi tiga bagian kerja yaitu pembuatan pondasi, pembuatan rangka dan *casing*, dan Proses Perakitan komponen-komponen *bollard*.
2. Kinerja *bollard* hasil modifikasi yaitu dapat berfungsi dengan baik, dan dari tanggal 31 Maret 2021 hingga tanggal 22 Juni 2021 tidak terjadi kerusakan baik pada bagian *bearing*, rangka, ataupun pondasi.
3. Biaya modifikasi yang dikeluarkan sebesar Rp. 3,573,792,- yaitu 50,35% lebih murah dibandingkan biaya penggantian *bearing* selama periode tahun 2019-2021 yaitu sebesar Rp. 7.197.900,-.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil dan pembahasan, penulis memberikan beberapa saran yaitu sebagai berikut:

1. Dalam perancangan alat alangkah baiknya di perhitungkan secara konseptual terlebih dahulu agar hasil rancangan sesuai dengan hasil secara teoritik
2. Konsep alat yang telah dibuat dapat dikembangkan dengan menyederhanakan desain dan meningkatkan kekuatan dari alat tersebut

## Daftar Pustaka

- [1] CV Teknik Jaya Component. 2020. *Jenis-jenis Bearing dan karakteristiknya*. Jawa barat. <https://teknikjaya.co.id/jenis-jenis-bearing/>. Diakses pada tanggal 22 Juli 2021 pukul 23.16 WIB.
- [2] Dionisius. 2015. *Tegangan Geser*. <https://teknikmesinpedia.blogspot.com/2015/04/apa-itu-tegangan-geser.html>. Diakses pada tanggal 3 September 2021 pukul 01.40 WIB
- [3] Etsworlds.id. *Karakteristik dan Sifat Mekanik Material Teknik*. <https://www.etsworlds.id/2020/02/karakteristik-dan-sifat-mekanik.html>. Diakses pada tanggal 19 Juni 2021 pukul 20.12 WIB.
- [4] Harjiyono, Priyo. 2019. *Perbedaan Roller bearing dan Ball bearing yang Wajib Anda Ketahui*. Yogyakarta. <https://anotherorion.com/perbedaan-roller-bearing-dan-ball-bearing-yang-wajib-anda-ketahui/>. Diakses pada tanggal 22 Juli 2021 pukul 22.58 WIB.
- [5] Hidayat, Wahyu. *Klasifikasi Dan Sifat Material Teknik Serta Pengujian Material*. <https://osf.io/preprints/inarxiv/6bmfu/>. Diakses pada tanggal 19 Juni 2021 pukul 21.25 WIB.
- [6] Muljana, Teguh. 2017. *Tegangan Geser*. <https://docplayer.info/30731758-X-tegangan-geser-pengertian-tegangan-geser-prinsip-tegangan-geser-tegangan-geser.html>. Diakses pada tanggal 3 September 2021 pukul 01.27 WIB
- [7] Pradhana, Faried. 2012. *Operation Process Chart (OPC), Assembly Process Chart (APC), dan Bill Of Material (BOM)*. <https://fariedpradhana.wordpress.com/2012/05/08/operation-process-chart-opc-assembly-process-chart-apc-dan-bill-of-material-bom/>. Diakses pada tanggal 3 September 2021 pukul 00.55 WIB
- [8] Proses Manufaktur. <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesiscoll/Bab2/2013-2-00309-TI%20Bab2001.pdf> Diakses pada tanggal 3 September 2021 pukul 02.25 WIB
- [9] Strong Indonesia. *Sifat-sifat Mekanis Material*. Surabaya <https://strong-indonesia.com/artikel/sifat-mekanis-material/> . Diakses pada tanggal 19 Juni 2021 pukul 18.41 WIB.
- [10] T.Sofyan, Bondan. 2011. *Pengantar Material Teknik*. Jakarta : Salemba Teknik. <https://www.etsworlds.id/2017/10/klasifikasi-dan-jenis-material-teknik.html>. Diakses pada tanggal 19 Juni 2021 pukul 19.34 WIB.
- [11] Wikipedia. *Baut*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Baut>. Diakses pada tanggal 22 Juli 2021 pukul 22.40 WIB.
- [12] Wikipedia. *Mur (pengikat)*. [https://id.wikipedia.org/wiki/Mur\\_\(pengikat\)](https://id.wikipedia.org/wiki/Mur_(pengikat)). Diakses pada tanggal 22 Juli 2021 pukul 22.43 WIB.
- [13] Yulianto. 2021. *Laporan Kerja Praktik Industri 1 PT Tapan Nadenggan - Semilar Mill*. Institut Teknologi Sains Bandung. Kabupaten Bekasi.