



Rancang Bangun Fasilitas Tambahan Untuk Penerpalan Truk Pemuat Semen di Area *Packhouse* (67B-PA1)

Aldi Prasetyo^{1*}, Sidiq Ruswanto¹, Yuana Loebis², dan Rachmat Arnanda¹

¹ Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

² PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Pabrik Cilacap, Jl. Ir. H. Juanda, Padaramai, Karangtalun, Cilacap Utara, Cilacap
53224

*Corresponding author *E-mail address*: aldi.prasetyo.tm20@mhs.w.pnj.ac.id

Abstrak

Truk yang sudah dimuat harus dilakukan penerpalan untuk menjaga kualitas semen. Pada saat melakukan penerpalan tentu harus memperhatikan unsur *safety*. Untuk menunjang hal tersebut maka dibuatlah fasilitas penerpalan berupa *lifeline*. Di area 67B-PA1 sudah terdapat satu fasilitas penerpalan yang berada di pintu keluar area *palletizer*. Untuk menurunkan *cycle time* dan produksi pada 67B-PA1 maka perlu diberikan fasilitas penerpalan tambahan di area tersebut. Penambahan fasilitas penerpalan ini bertujuan agar truk yang semula harus mengantri untuk melakukan penerpalan, nantinya fasilitas penerpalan ini dapat menampung 2 truk sekaligus. Dengan penambahan fasilitas penerpalan ini dapat menurunkan *cycle time* truk selama 10 menit untuk melakukan penerpalan.

Kata-kata kunci: *Packhouse*, *Palletizer*, *Lifeline*, *Safety*, *Cycle Time*

Abstract

Trucks that have been loaded must be airlifted to maintain cement quality. At the time of execution of course we must pay attention to the element of safety. To support this, a parachute facility in the form of a lifeline was made. In area 67B-PA1 there is already a shipping facility which is at the exit of the palletizer area. To decrease cycle time and production on the 67B-PA1, it is necessary to provide additional shipping facilities in that area. The aim of the addition of this transportation facility is that trucks, which originally had to queue to carry out transportation, will later accommodate 2 trucks at a time. With the addition of this shipping facility, it can decrease the cycle time of trucks for 10 minutes to carry out shipping.

Keywords: Packhouse, Palletizer, Lifeline, Safety, Cycle Time

1. PENDAHULUAN

Departemen Produksi *Packhouse* merupakan salah satu departemen yang ada di PT Solusi Bangun Indonesia (Persero) Tbk yang bergerak di bidang pengepakan dan persiapan untuk pendistribusian semen. Di area *Packhouse* terdapat beberapa equipment yang digunakan seperti *Packer Machine* dan *Palletizer*. Semen yang telah dikemas di *Packer Machine* selanjutnya akan menuju ke area *Palletizer* untuk ditumpuk di atas pallet yang sudah disiapkan. Semen yang telah ditumpuk di atas pallet selanjutnya akan di letakkan di gudang penyimpanan dan ada juga yang langsung dimuat ke truk pengangkut. Truk yang telah selesai memuat semen, selanjutnya akan menuju ke pintu keluar area *Palletizer*. Di area pintu keluar *Palletizer*, truck akan ditutup dengan terpal yang bertujuan untuk menjaga kualitas semen agar tetap dalam kondisi yang baik pada saat pendistribusian [1,2,3].

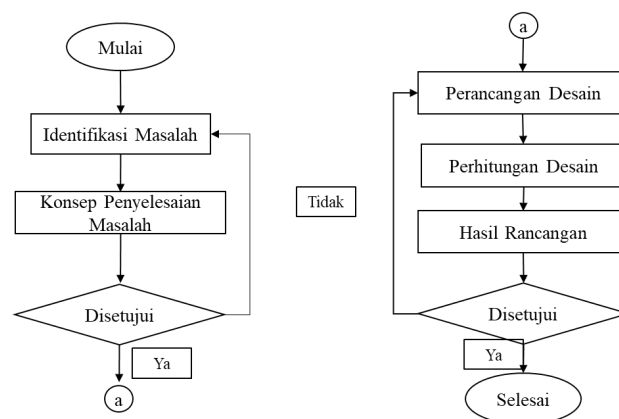
Para *driver truck* melakukan penerpalan *truck* sendiri. Pada saat melakukan aktifitas penerpalan tentu para *driver* memerlukan fasilitas penerpalan berupa *Lifeline* untuk mengaitkan *Body Harness*. Di area 67B-PA1 terdapat satu fasilitas penerpalan yang bisa digunakan oleh *driver*. Namun, hal tersebut masih dinilai kurang efisien karena *truck* harus antri saat akan melakukan penerpalan. Fasilitas penerpalan yang sudah tersedia juga dinilai kurang efisien dari segi penggunaan karena posisi titik *Lifeline* yang terlalu berada di pinggir truk. Hal ini sudah menjadi complain beberapa supir karena dapat menyusahakan supir dalam melakukan penerpalan apabila akan merapikan terpal di area yang sebaliknya [4,5].

Konstruksi *Lifeline* pada jalur yang lama memiliki titik kawat pengait *Body Harness* yang terlalu pinggir. Lebar *platform* untuk naik ke atas truk yaitu 800mm dan lebar maksimal untuk menyebrang dari *platform* ke atas truk adalah 500mm sehingga sisa jarak yang dimiliki untuk mengaitkan *Body Harness* hanya selebar 600mm sedangkan lebar truk yaitu 2400mm. Sehingga dapat diketahui bahwa titik kawat pengait tidak pas ditengah truk namun agak terlalu pinggir dan hal ini kurang efisien serta dapat membahayakan supir truk. Oleh karena itu, diperlukan konstruksi *Lifeline* tambahan yang lebih efisien dan mudah digunakan oleh *driver*[6,7,8].

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menyediakan fasilitas penerpalan tambahan untuk truk pengangkut semen di area 67B-PA1 agar *cycle time* truk dapat lebih optimal.
2. Untuk merancang desain *Lifeline* yang lebih efisien untuk digunakan oleh *driver*.

2. METODE PERANCANGAN



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan

Berdasarkan Gambar 1, maka metode yang digunakan dalam perancangan ini adalah sebagai berikut :

1. Analisis Kebutuhan dan Identifikasi Masalah

Menganalisa masalah yang terjadi di area tersebut, kronologi, penyebab maupun kerugiannya. Dari hasil analisa masalah, didapatkan adanya antrian truk pengangkut semen yang mengantri untuk melakukan penerpalan setelah melakukan pemuatan semen di *palletizer* area. Antrian ini dapat mengganggu akses pintu keluar truk di area 67B-PA1 karena tertutup oleh antrian truk yang akan melakukan penerpalan.

Maka, identifikasi masalah pada area *palletizer* 67B-PA1 adalah kurangnya fasilitas penerpalan untuk truk pengangkut semen setelah selesai melakukan pemuatan. Sumber masalah didapatkan melalui observasi di lapangan. Setelah masalah didapatkan, maka perlu dilakukan penyelesaian masalah. Penyelesaian masalah dilakukan dengan cara melakukan diskusi dengan pembimbing di lapangan maupun dengan para karyawan. Dari hasil diskusi tersebut, didapatkan hasil mengenai bagaimana cara

menurunkan *cycle time* truk pengangkut semen serta bagaimana cara untuk mengurangi antrian truk pengangkut semen di pintu keluar area 67B-PA1.

2. Penentuan *Mekanisme* Kerja Alat

Kerja alat dapat dirancang sesuai kebutuhan yang ada. Hal ini dilakukan dengan proses wawancara/interview ke beberapa pihak yang terkait dengan area 67B-PA1, baik *engineer*, *mechanic*, maupun produksi dengan tujuan perancangan dapat merencanakan sebaik mungkin sampai dengan mekanisme kerja alat yang sesuai kebutuhan dengan desain seefektif dan seefisien mungkin.

3. Perhitungan dan *Desain*

Perhitungan dapat mulai dilakukan sesuai dengan kapasitas yang diperlukan. Kapasitas yang diperlukan harus sesuai dengan *load* yang akan diterima oleh alat. Lalu, melakukan perhitungan lainnya. Setelah itu, menentukan dimensi dari masing-masing komponen yang digunakan, kemudian dilakukan perancangan *Lifeline* menggunakan aplikasi *software drawing*. Pada proses perancangan penulis akan melakukan diskusi terkait spesifikasi material konstruksi dan desain rancangan yang digambar dengan pembimbing lapangan.

4. Evaluasi Hasil Perancangan

Setelah perancangan desain selesai, dapat dilakukan evaluasi dari desain yang telah dibuat. Mengevaluasi hasil perancangan baik perhitungan maupun penggambaran harus tepat dan sesuai *standar*. Dari hasil evaluasi tersebut, didapat kesimpulan setelah dilakukannya perancangan sistem *Lifeline* yang lebih efisien digunakan oleh *driver* serta untuk menurunkan *cycle time* truk pengangkut semen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Pemuatan

Waktu pemuatan dihitung saat truk sudah melakukan penimbangan di area Gate 2. Ada beberapa tahapan yang harus dilakukan truk pada saat melakukan pemuatan. Waktu pemuatan semen dari mulai menunggu stok hingga penerpalan.

$$\begin{aligned} CTt &= Tpc + Tps + Tpt + Tap \\ CTt &= 5 \text{ menit} + 20 \text{ menit} + 10 \text{ menit} + 10 \text{ menit} \\ CTt &= 45 \text{ menit} \end{aligned}$$

Keterangan:

- CTt : Waktu edar alat angkut (menit)
- Tpc : Waktu pengecekan checker (menit)
- Tps : Waktu pemuatan semen (menit)
- Tpt : Waktu penerpalan truk semen (menit)
- Tap : Waktu antri penerpalan (menit)

Sekitar 45 menit yang sudah termasuk dengan waktu antri truk untuk melakukan penerpalan.

Tabel Perhitungan Las

Tabel 1. Ketebalan Las

Tebal Pelat (<i>t</i> ,mm) Paling Tebal	Ukuran Minimum Las Sudut (<i>a</i> , mm)
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$15 < t$	6

Dilihat dari data pada Tabel 1., standar ketebalan las yang akan digunakan pada rancang bangun *Lifeline* adalah 4 mm karena tebal plat yang akan digunakan adalah 9 mm.

Tabel 2. Kekuatan Sudut Las

Direction of Load (θ)	$F_{nw} : 0.60 F_{EXX}(1.0 + 0.50 \sin^{1.5}\theta)$
0°	$0.60 F_{EXX}(1.0)$
15°	$0.60 F_{EXX}(1.066)$

30°	0.60 F_{EXX} (1.177)
45°	0.60 F_{EXX} (1.297)
60°	0.60 F_{EXX} (1.403)
75°	0.60 F_{EXX} (1.475)
90°	0.60 F_{EXX} (1.5)

Berdasarkan data pada Tabel 2., angka *faktor* yang digunakan adalah (1.5) karena sudut pengelasan yang digunakan pada *Lifeline* adalah 90°

Tabel 3. Standar Gaya Tarik Kawat Las

PRODUCT	CLASSIFICATION	
	AWS	JIS
RB-26	A.5.1 E6013	Z32 I 1 D 4313
B-10	A.5.1 E6019	Z32 I 1 D 4301
B-14	A.5.1 E6013	Z32 I 1 D 4301
B-17	A.5.1 E6013	Z32 I 1 D 4301
LB-26	A.5.1 E7016	Z32 I 1 D 4316
LB-52	A.5.1 E7016	Z32 I 1 D 5016
LB-52-18	A.5.1 E7018	Z32 I 1 D 5016
LB-52U	A.5.1 E7016	Z32 I 1 D 4316

Dilihat dari data pada Tabel 3., elektroda yang digunakan pada rancang bangun *Lifeline* adalah LB 52U yang memiliki spesifikasi E7016. Artinya elektroda ini memiliki kuat gaya tarik berdasarkan standar AWS adalah sebesar 70 Ksi.

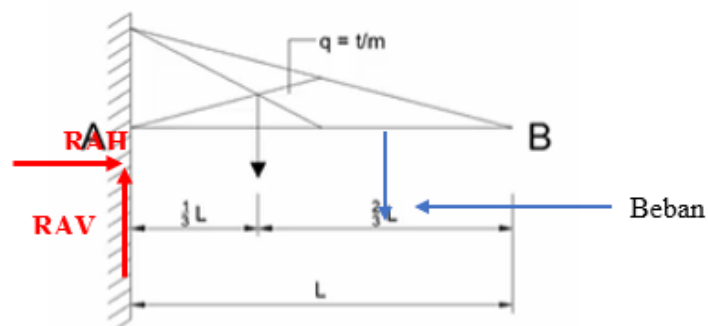
Tabel Perhitungan Konstruksi *Frame*

Tabel 4. *Tensile Strength* dan *Yield Strength*

MATERIAL	DENSITY (kg/m ³)	YOUNG MODULUS (GPa)	ULTIMATE STRENGTH (MPa)	YIELD STRENGTH (MPa)
Steel	7800	200	400	250
Alumunium	2710	70	110	95
Glass	2190	65	50	
Concrete	2320	30	40	
Wood	525	13	50	
Bone	1900	9	170	

Berdasarkan data pada Tabel 4., besar *Ultimate Strength* dan *Yield Strength* untuk material yang akan digunakan untuk rancang bangun *Lifeline* yaitu *steel* adalah sebesar 400 MPa dan 250 MPa.

Gaya Geser dan Momen Gaya *Lifeline*

Gambar 2. Beban Pada *Frame Lifeline*

Dari Gambar 2., dapat dilihat gaya yang bekerja pada *Lifeline* adalah gaya *horizontal* dan *vertikal* serta untuk perkenaan beban yang akan diterima oleh *Lifeline* berada pada $\frac{2}{3}$ dari panjang *Lifeline*. Dan diketahui

q: 150 kg/m (0,15 ton/m)

L: 3850 mm (3,85 m)

1. Gaya Geser *Horizontal* (RAH)

$$RAH = 0$$

2. Gaya Geser *Vertikal* (RAV)

$$RAV = \frac{1}{2} \times q \times L$$

$$RAV = \frac{1}{2} \times 0,15 \text{ ton/m} \times 3,85 \text{ m}$$

$$RAV = 0,28875 \text{ ton}$$

$$RAV = 2831,67 \text{ N}$$

3. Momen Gaya *Frame Lifeline*

$$MA = -\frac{1}{2} \times q \times L \times \left(\frac{2}{3} \times L\right)$$

$$MA = -\frac{1}{2} \times 0,15 \text{ ton/m} \times 3,85 \text{ m} \times \left(\frac{2}{3} \times 3,85 \text{ m}\right)$$

$$MA = -0,741125 \text{ ton}$$

$$MA = -7267,95 \text{ N}$$

Kekuatan Las Plat *Adaptor* dengan *Beam*



Gambar 3. *Joint Plat Adaptor* dengan *Beam*

Dilihat dari Gambar 3., pengelasan yang akan dilakukan adalah di antara *Plat Adaptor* dengan *Beam* yang akan menopang *Lifeline*. Dan diketahui

H beam : 150 x 150 x 7 x 10 mm

Plat : 300 x 150 x 9 mm

Jenis Material H beam dan Plat : Steel (fy :250 Mpa, fu: 400 Mpa)

Elektroda (fw) : LB-52U (E7016 :483 Mpa)

W (tebal las) : 4 mm

tp (tebal plat) : 9 mm

L (panjang las) : 300 mm x 2= 600mm

Konstanta Kekuatan Geser : 0,6. Fw

1. Kekuatan Bahan Las

$$\phi Rn = 0,75(0,707 \cdot W \cdot L \cdot fw)$$

$$\phi Rn = 0,75(0,707 \cdot 4 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm} \cdot (0,6 \cdot 483) \text{ MPa})$$

$$\phi Rn = 368799,48 \text{ N}$$

$$\phi Rn = 368,79948 \text{ KN}$$

2. Leleh Geser Plat

Aldi Prasetyo, et al/Prosiding A Semnas Mesin PNJ (2023)

$$\begin{aligned}\phi R_n &= (1,0)(t_p . L . f_y) \\ \phi R_n &= (1,0)(9 \text{ mm} . 600 \text{ mm} . (0,6.250) \text{MPa}) \\ \phi R_n &= 810000 \text{ N} \\ \phi R_n &= 810 \text{ KN}\end{aligned}$$

3. Fraktur Geser Pelat

$$\begin{aligned}\phi R_n &= (0,75)(t_p . L . f_u) \\ \phi R_n &= (0,75)(9 \text{ mm} . 600 \text{ mm} . (0,6.400) \text{MPa}) \\ \phi R_n &= 972000 \text{ N} \\ \phi R_n &= 972 \text{ KN}\end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan las diatas didapatkan hasil yang paling rendah adalah perhitungan bahan las atau elektroda dengan hasil 368,79448 KN. Dapat disimpulkan kemungkinan yang dapat terjadi apabila terjadi keretakan adalah pada sambungan las.

368,79948 KN = 37607,07 Kg

Beban maksimal yang dapat diterima oleh sambungan las adalah 37607,07 Kg sementara beban yang akan diterima oleh sambungan las sebesar 250 Kg maka sambungan las dapat dikatakan aman.

Kekuatan Las Plat *Adaptor* dengan *Frame Lifeline*



Gambar 4. *Joint Plat Adaptor* dengan *Frame Lifeline*

Dilihat dari Gambar 4., sambungan pengelasan yang akan dilakukan selanjutnya adalah antara *Plat Adaptor* dengan *Frame Lifeline*. Dan diketahui

Plat	: 300 x 150 x 9 mm
L beam	: 65 x 65 x 6 mm
Jenis Material H beam dan Plat	: Steel (fy :250 Mpa, fu: 400 Mpa)
Elektroda (fw)	: LB-52U (E7016 :483 Mpa)
W (tebal las)	: 4 mm
tp (tebal plat)	: 6 mm
L (panjang las)	: 300 mm x 2 = 600 mm
Faktor θ_{90°	: 0,6 x Fw x (1,5)

1. Kekuatan Bahan Las

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0,75(0,707 . W . L . f_w) \\ \phi R_n &= 0,75(0,707.4 \text{ mm} . 600 \text{ mm} . (0,6.483.1,5) \text{MPa}) \\ \phi R_n &= 553199,22 \text{ N} \\ \phi R_n &= 553,19922 \text{ KN}\end{aligned}$$

2. Leleh Geser Plat

$$\begin{aligned}\phi R_n &= (1,0)(t_p . L . f_y) \\ \phi R_n &= (1,0)(6 \text{ mm} . 600 \text{ mm} . (0,6.250) \text{MPa}) \\ \phi R_n &= 540000 \text{ N} \\ \phi R_n &= 540 \text{ KN}\end{aligned}$$

3. *Fraktur Geser Pelat*

$$\begin{aligned}\phi R_n &= (0,75)(t_p \cdot L \cdot f_u) \\ \phi R_n &= (0,75)(6 \text{ mm} \cdot 600 \text{ mm} \cdot (0,6 \cdot 400) \text{ MPa}) \\ \phi R_n &= 648000 \text{ N} \\ \phi R_n &= 648 \text{ KN}\end{aligned}$$

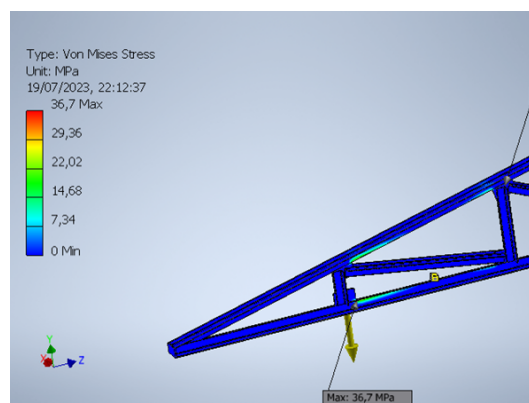
Dari hasil perhitungan las diatas didapatkan hasil yang paling rendah adalah perhitungan leleh geser pelat dengan hasil 540 KN. Dapat disimpulkan kemungkinan yang dapat terjadi adalah bahan baja mengalami kelelahan.

$$540 \text{ KN} = 55064,66 \text{ Kg}$$

Beban maksimal yang dapat diterima oleh sambungan las adalah 55064,66 Kg sementara beban yang akan diterima oleh sambungan las sebesar 250 Kg maka sambungan las dapat dikatakan aman.

Simulasi Analisa Tegangan

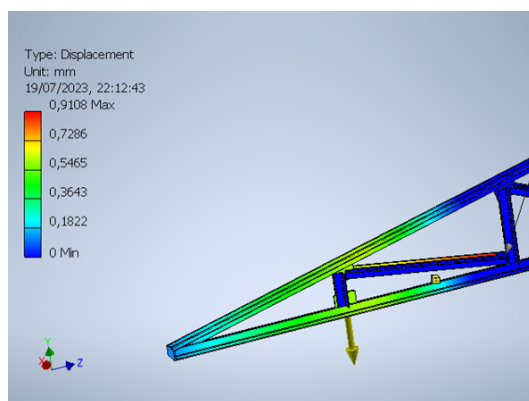
1. *Von Misses Stress Analysis*



Gambar 5. Hasil Analisa *Von Misses Stress* Konstruksi *Lifeline*

Dari hasil Analisa pada Gambar 5., *Von Misses Stress* menggunakan *software Autodesk Inventor*, diperoleh nilai tegangan minimal sebesar 0 Mpa dan nilai tegangan maksimal sebesar 36,7 Mpa. Pada gambar simulasi dapat terlihat area yang berwarna merah adalah area yang mengalami tegangan maksimal dan area yang berwarna biru tua adalah area yang mengalami tegangan minimal. Dari hasil analisa dapat terlihat bahwa konstruksi *Lifeline* cukup kuat untuk menahan beban maksimal 150Kg.

2. *Displacement Analysis*

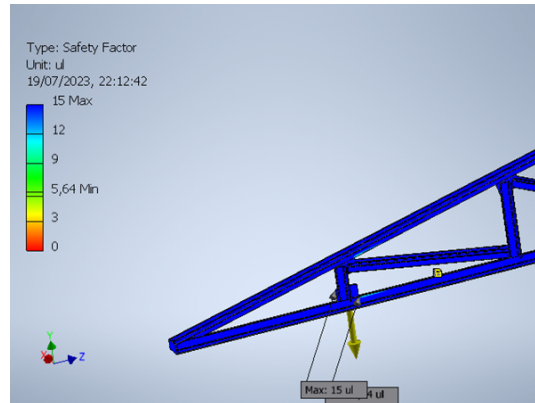


Gambar 6. Hasil Analisa *Displacement* Konstruksi *Lifeline*

Berdasarkan hasil analisa pada Gambar 6., *Displacement* menggunakan *software Autodesk Inventor* pada konstruksi *lifeline*, diperoleh hasil *displacement* minimal sebesar 0 mm dan *displacement* maksimal

sebesar 0,9108 mm. *Displacement* maksimal pada hasil analisa terlihat dari area yang berwarna merah dan *displacement* minimal berwarna biru tua. Area yang mengalami pergeseran terbesar adalah area yang berada dekat dengan area pembebanan *lifeline*.

3. Safety Factor Analysis



Gambar 7. Hasil Analisa *Displacement* Konstruksi *Lifeline*

Dari hasil analisa pada Gambar 7., *Safety Factor* menggunakan software Autodesk Inventor, diperoleh nilai *safety factor* tertinggi yaitu 15 dan nilai *safety factor* terendah 5,64. *Safety factor* tertinggi digambarkan di area yang berwarna biru tua. Mayoritas konstruksi *lifeline* memiliki *safety factor* tertinggi, sehingga dapat dikatakan konstruksi *lifeline* aman untuk digunakan.

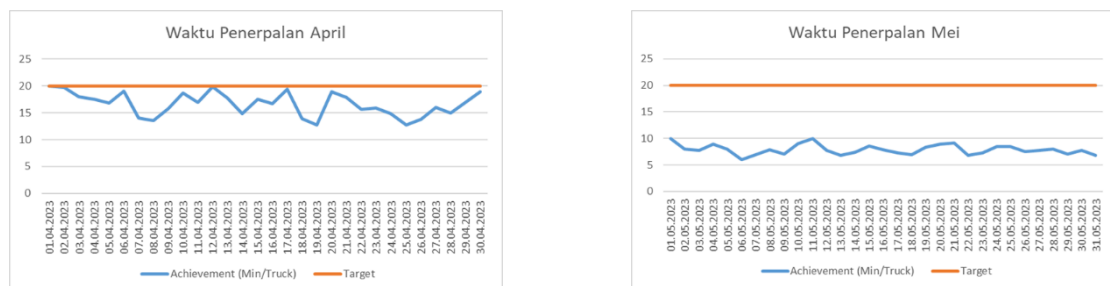
Cycle Time Penerpalan Truk

Tabel 6. Cycle Time Penerpalan Truk Bulan April dan Mei

	Waktu Penerpalan		Waktu Penerpalan	
April	Achievement (Min/Truck)	Mei	Achievement (Min/Truck)	Target
	TDY		TDY	
01.04.2023	20	01.05.2023	10	20
02.04.2023	19.8	02.05.2023	8	20
03.04.2023	18	03.05.2023	7.8	20
04.04.2023	17.5	04.05.2023	8.9	20
05.04.2023	16.8	05.05.2023	8	20
06.04.2023	19	06.05.2023	6	20
07.04.2023	14	07.05.2023	6.9	20
08.04.2023	13.6	08.05.2023	7.9	20
09.04.2023	15.8	09.05.2023	7	20
10.04.2023	18.7	10.05.2023	9	20

11.04.2023	16.9	11.05.2023	10	20
12.04.2023	19.9	12.05.2023	7.8	20
13.04.2023	17.8	13.05.2023	6.8	20
14.04.2023	14.9	14.05.2023	7.4	20
15.04.2023	17.5	15.05.2023	8.6	20
16.04.2023	16.7	16.05.2023	7.9	20
17.04.2023	19.4	17.05.2023	7.3	20
18.04.2023	13.9	18.05.2023	6.9	20
19.04.2023	12.8	19.05.2023	8.3	20
20.04.2023	18.9	20.05.2023	8.9	20
21.04.2023	17.9	21.05.2023	9.2	20
22.04.2023	15.7	22.05.2023	6.8	20
23.04.2023	15.9	23.05.2023	7.3	20
24.04.2023	14.8	24.05.2023	8.5	20
25.04.2023	12.8	25.05.2023	8.4	20
26.04.2023	13.8	26.05.2023	7.5	20
27.04.2023	16	27.05.2023	7.8	20
28.04.2023	15	28.05.2023	8	20
29.04.2023	17	29.05.2023	7	20
30.04.2023	18.9	30.05.2023	7.8	20
		31.05.2023	6.8	20

Dari data yang diperoleh pada Tabel 6., *cycle time* yang diperoleh pada bulan Mei memiliki peningkatan sekitar 10 menit dari bulan April karena pemasangan jalur *Lifeline* baru.



Gambar 8. *Cycle Time* Penerpalaan Bulan April dan Mei

Dari data Gambar 8., tersebut dapat diketahui dari grafik bahwa cycle time penerpalan truk sudah jauh dibawah target yang menandakan cycle time penerpalan mengalami peningkatan sekitar 10 menit.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan dan dibangunnya fasilitas penerpalan tambahan maka didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. *Cycle Time* truk pemuat semen dapat ditingkatkan dengan menambah fasilitas penerpalan.
2. Pembangunan jalur baru *Lifeline* untuk penerpalan truk dapat mempercepat *cycle time* dan mempercepat waktu penerpalan karena memiliki desain yang lebih efisien.

REFERENSI

1. Darwin Edi, "Tabel Kekuatan Sling," wordpress.com, 12 Oktober 2017. <https://tabeldiameterkabel.wordpress.com/2017/10/12/tabel-kekuatan-sling/> (diakses 5 Juni 2023).
2. Fakhri JA Bayni, "Perhitungan Gaya-Gaya Dalam (Momen, Geser dan Normal) Tumpuan Jepit Dengan Pembebanan Beban Merata," Fakhri JA Bayni, 15 Mei 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=6RzsJD6bV9o&t=312s> (diakses 25 Juni 2023).
3. Disabela Dayera, "Analisa Balok Kantilever dengan Beban," Media Neliti, 16 Mei 2020. <https://media.neliti.com/media/publications/558089-analisa-balok-kantilever-dengan-beban-ti-ab03ebc2.pdf> (diakses 8 Juni 2023).
4. Achmadi, "Harga Kawat Las Listrik Semua Tipe Merk dan Material Terbaru," Pengelasan.net, 31 Desember 2021. <https://www.pengelasan.net/harga-kawat-las-elektroda-las-listrik-smaw-untuk-semua-tipe-merk-dan-jenis-material-terbaru-2016/> (diakses 5 Juni 2023).
5. SteelIndoPersada, "Penerapan Elektroda Las Lincoln AWS E6013, E7016 dan E7018 dalam Proses Welding Baja," SteelIndoPersada, 13 Juli 2017. <https://www.steelindopersada.com/2017/07/elektroda-las-lincoln-aws-e6013-e7016-e7018-dalam-proses-welding-baja.html> (diakses 5 Juni 2023).
6. PT. HANJUNG INDONESIA, "Penjelasan Sederhana Perbedaan antara Yield Strength dan Tensile Strength," PT. HANJUNG INDONESIA, 15 Mei 2019. <https://pthengineering.wordpress.com/2017/04/20/penjelasan-sederhana-perbedaan-antara-yield-strength-dan-tensile-strength/> (diakses 5 Juni 2023).
7. Belajar Struktur di UBL, "Kekuatan Sambungan Las Sudut (Fillet Welds) | Struktur Baja | Lightboard," Belajar Struktur di UBL, 12 Juli 2021. https://www.youtube.com/watch?v=QnR_C3VpXS4 (diakses 5 Juni 2023).
8. Inge Lesmana, "AUTODESK INVENTOR Pengertian Dan Kegunaan Autodesk Inventor," DOC PLAYER, 23 Maret 2016. <https://docplayer.info/69689400-Autodesk-inventor-pengertian-dan-kegunaan-autodesk-inventor.html> (diakses 19 Juni 2023).