

ISSN 2085-8507



**polman** astra

# TECHNOLOGIC

VOLUME 10 NOMOR 2 | DESEMBER 2019

**POLITEKNIK MANUFAKTUR ASTRA**

Jl. Gaya Motor Raya No. 8 Sunter II Jakarta Utara 14330

Telp. 021 651 9555, Fax. 021 651 9821

[www.polman.astra.ac.id](http://www.polman.astra.ac.id)

Email : [sekretariat@polman.astra.ac.id](mailto:sekretariat@polman.astra.ac.id)

## PERANCANGAN AKSES OPERATOR BERDASARKAN PRINSIP ERGONOMI PADA UNIT MODULAR *LIGHTING TOWER* DI PT. XYZ

Nursim<sup>1</sup>, Winarno<sup>2</sup>, dan Muhamad Nazmi Saputra<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra

Jl. Gaya Motor No.8 – Sunter II, Jakarta Utara – 14330

Email: nursim12@gmail.com<sup>1</sup>, wino.winarno@gmail.com<sup>2</sup>, muhamadnazmis7@gmail.com<sup>3</sup>

*Abstrak --Voice of customer* tentang perawatan komponen di dalam kabin terhambat dan pengoperasian panel kontrol kurang nyaman karena desain *Lighting Tower* yang kurang ergonomi. Akses untuk melakukan perawatan terhalang oleh dinding dan pintu kabin kemudian letak panel kontrol yang menghalangi *deep stick* bahkan letak panel kontrol membuat operator perlu membungkuk saat pengoperasian *Lighting Tower*. *Voice of customer* yang ada di analisis dengan metode *why why analysis* untuk mengetahui akar masalah yang terjadi. Kemudian dilakukan perbaikan berupa perancangan desain akses operator berdasarkan prinsip ergonomi pada unit Modular *Lighting Tower* terkait masalah akses perawatan yang ada di dalam kabin dan akses pengoperasian panel kontrol. Hasil dari perbaikan tersebut adalah perawatan dan pengoperasian yang ergonomis dengan kegiatan perawatan tidak terhambat oleh dinding atau pintu kabin dan pengoperasian panel kontrol operator tidak perlu membungkuk.

**Kata Kunci :** Kabin, *Lighting Tower*, Perawatan, Pengoperasian, Ergonomi.

*Abstract - The customer's voice regarding maintenance of the components inside the cabin is hampered and the control panel continues to be uncomfortable due to the lack of ergonomics in the Lighting Tower design. Access to maintenance is obstructed by the walls and cabin doors and then the control panel, which is even more than the operator control panel, needs to bend while doing the Lighting Tower. The customer's voice is processed by the method of why the analysis is to find out the root of the problem. Then improvements are made to the design of the operator's access design based on ergonomic principles on the Modular Lighting Tower unit that is related to the control panel. The results of the treatment are maintenance and ergonomic operation with maintenance not hampered by cabin walls or doors and the operator control panel door does not need to bend*

**Key Words :** Cabin, *Lighting Tower*, Maintenance, Operation, Ergonomics.

## I. PENDAHULUAN

Modular *Lighting Tower* yang diproduksi PT. XYZ menarik minat beberapa pelanggan. Sebelum produk tersebut dirilis di pasar, PT. XYZ melakukan survei terhadap pelanggan. Dari hasil survei tersebut, ada beberapa hal yang menjadi *voice of customer* (VOC), seperti terhambatnya jangkauan perawatan komponen yang berada di dalam kabin, posisi panel yang dirasa kurang sesuai dengan ergonomi operator, serta posisinya yang saat ini berada di sebelah mesin utama yang menghalangi pada saat pengecekan oli mesin melalui *deep stick*. Kemudian, kondisi rendahnya peletakan panel kontrol menyebabkan operator harus membungkuk ketika pengoperasian serta kotak panel kontrol menghalangi akses operator untuk melakukan pengecekan level oli mesin mengharuskan posisi baru panel yang lebih ergonomi. Disamping itu dibutuhkan akses yang lebih ergonomis saat operator melakukan pengoperasian dan perawatan komponen yang berada di dalam kabin.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1. Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu disiplin yang mengkaji keterbatasan, kelebihan, serta karakteristik manusia, dan memanfaatkan informasi tersebut dalam merancang produk, mesin, fasilitas, lingkungan, dan bahkan sistem kerja, dengan tujuan utama tercapainya kualitas kerja yang terbaik tanpa mengabaikan aspek kesehatan, keselamatan, serta kenyamanan manusia penggunaannya.

### 2.2. Antropometri

Untuk membuat produk yang aman dan nyaman bagi penggunaannya maka harus menerapkan prinsip-prinsip ergonomi supaya interaksi antara manusia dan mesin seimbang. Berikut prinsip ergonomi yang harus dipenuhi:

1. Bekerja pada postur netral
2. Bekerja di *power zone*
3. Diiizinkan untuk pergerakan dan peregangan
4. Mengurangi gerakan berlebihan

### 2.3. Populasi dan Sampel

#### A. Populasi

Populasi adalah jumlah keseluruhan dari satuan-satuan atau individu-individu yang karakteristiknya hendak diteliti. Satuan-satuan tersebut dinamakan unit analisis, dan dapat berupa orang-orang, institusi-institusi, benda-benda, dst.

#### B. Sampel

Sampel atau contoh adalah sebagian dari populasi yang karakteristiknya hendak diteliti (Djarwanto, 1994:43). Sampel yang baik, yang

kesimpulannya dapat dikenakan pada populasi, adalah sampel yang bersifat representatif atau yang dapat menggambarkan karakteristik populasi.

## I. PENGUMPULAN DATA

### 3.1. Observasi *Lighting Tower LS4-2000*

#### 1. Pengoperasian Panel Kontrol







Gambar 1. Postur Ketika Pengoperasian

Dari gambar 1, terlihat postur tubuh operator membungkuk ketika mengoperasikan panel kontrol. Kondisi tersebut tidak sesuai dengan prinsip ergonomi karena jauh dari postur netral.

#### 2. Perawatan Komponen di Dalam Kabin

Tabel 1. Komponen di dalam kabin

No	Komponen
1	<i>Fuel Tank</i> 
2	<i>Engine</i> 
3	<i>Battery</i> 
4	<i>Radiator</i> 

#### 3.2. *Voice of Customer*

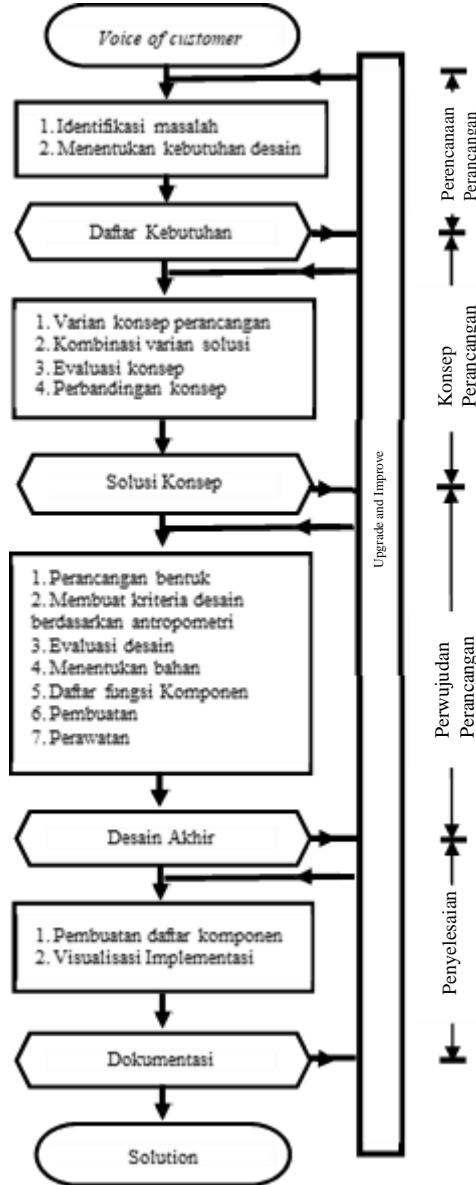
Tabel 2. *Voice of Customer*

No	Daftar <i>Voice of customer</i>
1	Sulitnya melakukan perawatan komponen yang ada didalam kabin
2	Kurang nyamannya pengoperasian panel kontrol

#### 3.3. Data Pengukuran Tubuh

Pengukuran bagian tubuh operator dilakukan dengan cara mengukur dimensi antropometri, di dalam pengukuran antropometri, peneliti menentukan populasi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian adalah pekerja PT. XYZ. Dikarenakan pekerja tersebut memenuhi kriteria operator pada bidang perancangan, yaitu mempunyai tinggi lebih dari 160 cm.

## II. ANALISIS DAN PENGOLAHAN DATA



Gambar 2. Tahap Perancangan

### 4.1. Perencanaan Perancangan

#### a. Identifikasi Masalah

Dalam mengidentifikasi masalah berdasarkan *voice of customer* 1 dan 2, didapatkan

pemecahan masalah sesuai akar masalah yang ada. Berikut akar permasalahan dan pemecahan akar masalah yang ada:

Tabel 3. Akar Masalah dan Pemecahan Masalah

No	Akar Masalah	Pemecahan masalah
1	Desain pintu kabin yang kurang sesuai dengan prinsip ergonomi	Mendesain pintu kabin yang sesuai dengan prinsip ergonomi
2	Desain dinding kabin yang kurang sesuai dengan prinsip ergonomi	Mendesain dinding kabin yang sesuai dengan prinsip ergonomi
3	Desain peletakan panel yang kurang sesuai dengan prinsip ergonomi	Mendesain peletakan panel yang sesuai dengan prinsip ergonomi
4	Desainpintu radiator yang kurang sesuai dengan prinsip ergonomi	Mendesain pintu radiator yang sesuai dengan prinsip ergonomi
5	Desain peletakan panel kontrol kurang sesuai dengan prinsip ergonomi	Mendesain peletakan panel kontrol sesuai dengan prinsip ergonomi

#### b. Kebutuhan Perancangan

Dalam pembuatan perencanaan perancangan didapatkan daftar kebutuhan sesuai dengan akar masalah yang ada, seperti berikut:

Tabel 4. Daftar Kebutuhan Desain VOC 1

No	Daftar Kebutuhan Desain (VOC 1)	
	Bagian	Kualifikasi
1	Pintu Kabin	Pintu kabin memberikan area perawatan komponen di dalam kabin
2	Dinding Kabin	Dinding kabin tidak menghambat untuk menjangkau komponen yang berada di dalam kabin
3	Panel Kontrol	Panel kontrol tidak menghalangi pengecekan oli mesin
4	Pintu Radiator	pintu radiator tidak menimbulkan gerakan yang berlebih dan dapat meemberikan area perawatan radiator yang cukup

Tabel 5. Daftar Kebutuhan Desain VOC 2

No	Daftar Kebutuhan Desain (VOC 2)	
	Bagian	Kualifikasi
1	Peletakan Panel kontrol	Panel kontrol sejajar dengan tinggi mata atau mendekati tinggi mata yang masih mencakup pandangan penglihatan ke panel kontrol dengan operator berdiri tegak

## 4.2 Konsep Perancangan

### 4.2.1 Varian Konsep Perancangan

Peneliti memilih konsep Modular *Lighting Tower* berdasarkan dimensi yang telah diperhitungkan dan voice of customer yang ada. Berikut daftar konsep pintu kabin, pintu radiator, dan peletakan panel kontrol:

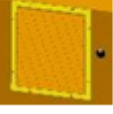

#### 1. Pintu Kabin

Tabel 6. Konsep Pintu Kabin

Pintu Kabin			
1	2	3	4
			

#### 2. Pintu Radiator

Tabel 7. Konsep Pintu Radiator

Pintu Radiator	
1	2
	

















#### 3. Peletakan Panel Kontrol

Tabel 8. Konsep Peletakan Panel Kontrol





Peletakan Panel Kontrol		
1	2	3
		

### 4.2.2 Kombinasi Varian Konsep

Tabel 9. Kombinasi Konsep

	Baseframe	Pintu kabin	Pintu radiator	Letak panel kontrol
1				
2				
3				
4				

Variasi Konsep Modular *Lighting Tower*:

- Variasi Solusi 1  : 1-3-2-1
- Variasi Solusi 2  : 1-4-2-1
- Variasi Solusi 3  : 1-3-2-2
- Variasi Solusi 4  : 1-4-2-2

### 4.2.3 Evaluasi Konsep

Tabel 10. Evaluasi Konsep

Varian Solusi	Bekerja pada Postur Normal					Keputusan	
	Bekerja pada <i>Power Zone</i>						
	Diizinkan untuk Pergerakan dan Peregangan						
	Mengurangi Gerakan Berlebih						
	Tidak Terhambat untuk Perawatan						
Keterangan							
1	?	+	+	+	-	Peletakan panel kontrol menghalangi <i>deep stick</i>	-
2	?	+	+	-	-	Operator perlu bergerak mundur ketika membuka pintu kabin	-
3	?	+	+	+	+	Perlu melakukan evaluasi untuk memastikan postur pengoperasian yang dihasilkan aman	+
4	?	+	+	-	+	Operator perlu bergerak mundur saat membuka pintu kabin	-

### 4.2.4 Perbandingan Konsep

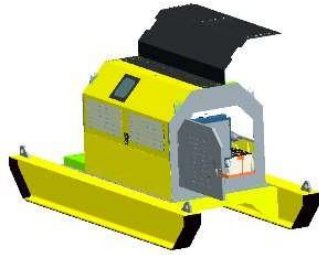
Tabel 11. Perbandingan Konsep Sebelumnya

Perbandingan Kabin					
LS4-6000		LS4-2000		Modular <i>Lighting Tower</i>	
Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan	Kelebihan	Kekurangan
-	Area perawatan terbatas dinding bawah	-	Area perawatan kurang	Area perawatan luas	-
-	Pintu radiator sulit dibuka/ditutup	-	Pintu radiator sulit dibuka/ditutup	Pintu radiator mudah dibuka/ditutup	-
Pengoperasian tidak membungkuk	-	-	Pengoperasian membungkuk	Pengoperasian tidak membungkuk	-

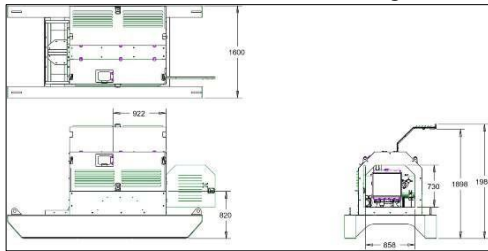
Dari tabel 11, dapat kita lihat Modular *Lighting Tower* memiliki kelebihan yang paling banyak dibandingkan dua konsep sebelumnya.

### 4.3 Perwujudan Perancangan

#### 4.3.1 Perancangan Bentuk



Gambar 3. Bentuk 3D Rancangan



Gambar 4. Bentuk 2D Rancangan

Bentuk 3D rancangan dibuat berdasarkan konsep yang terpilih dari evaluasi yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Kemudian konsep tersebut disesuaikan dengan kebutuhan sehingga dapat memenuhi *voice of customer*.

#### 4.3.2 Kriteria Perancangan Berdasarkan Antropometri

Tabel 12. Kriteria Desain VOC 1

No	Daftar Kebutuhan Desain (VOC1)		
	Bagian	Kualifikasi	Kuantifikasi
1	Dinding Kabin	Dinding samping kabin tidak menghambat perawatan	Tinggi dinding kabin ... $\leq$ 98.8cm dari permukaan tanah.
2	Pintu Kabin	Pintu kabin tidak menghambat perawatan	Tinggi bukaan pintu 178.5-198.3cm
3	Pintu Radiator	Pintu radiator mudah dibuka/tutup	Panjang pintu radiator ... $\geq$ 74.4cm Lebar pintu radiator ... $\geq$ 71.2cm
4	Panel kontrol	Letak kontrol panel tidak menghambat perawatan mesin	Letak panel kontrol berjarak ... $\geq$ 810mm dari baseframe A

#### 4.3.3 Evaluasi Antropometri

Tabel 13. Hasil Evaluasi Kriteria Desain VOC 1

No	Daftar Kebutuhan Desain(VOC 1)		Wujud Perancangan	
	Bagian	Kuantifikasi	Aktual	Status
1	Dinding Kabin	Tinggi dinding kabin ... $\leq$ 88mm dari permukaan tanah.	820	OK

	Bagian	Kuantifikasi	Aktual	Status
2	Pintu Kabin	Tinggi bukaan pintu 1785-1983mm	1898-1985	OK
3	Pintu Radiator	Panjang pintu radiator ... $\geq$ 744mm	858	OK
		Lebar pintu radiator ... $\geq$ 712mm	730	OK
4	Panel kontrol	Letak panel kontrol berjarak ... $\geq$ 810mm dari baseframe A	922	OK

#### 4.3.4 Evaluasi *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA)

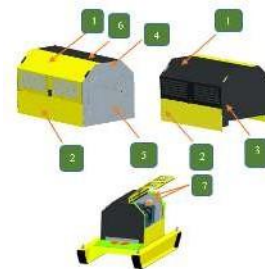
Peneliti melakukan evaluasi postur operasi berdasarkan metode RULA. Hasil evaluasi postur yang dilakukan dengan menggunakan metode RULA, sebagai berikut:

Tabel 14. Hasil Evaluasi RULA

Skor	Risiko
1-2	Risiko diabaikan, tidak perlu penanganan
3-4	Risiko rendah, perubahan dibutuhkan beberapa waktu kedepan
5-6	Risiko sedang, penanganan lebih lanjut, dan butuh perubahan segera
6+	Sangat berisiko, lakukan perubahan sekarang

Dari hasil evaluasi RULA diketahui bahwa postur pengoperasian mempunyai risiko yang rendah dan perubahan dibutuhkan beberapa waktu kedepan.

#### 4.3.5 Fungsi dan Komponen Kabin



Gambar 5. Daftar Kebutuhan Desain VOC

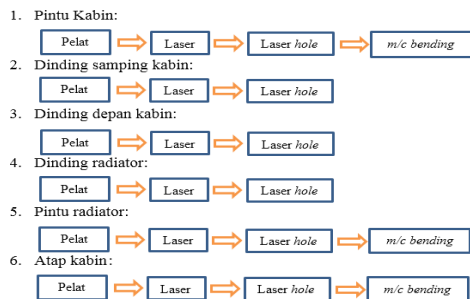
1. Pintu kabin: berfungsi untuk tempat akses panel kontrol dan akses perawatan komponen yang ada di dalam kabin,
2. Dinding samping kabin: berfungsi untuk melindungi komponen yang berada di dalam kabin dari hujan, debu, dan lainnya,
3. Dinding depan kabin: berfungsi untuk melindungi komponen yang berada di

- dalam kabin dari hujan, debu, dan lainnya,
4. Dinding radiator: berfungsi untuk melindungi komponen yang berada di dalam kabin dari hujan, debu, dan lainnya,
  5. Pintu radiator: berfungsi untuk akses perawatan komponen radiator *Lighting Tower*,
  6. Atap kabin: berfungsi untuk melindungi komponen yang ada di dalam kabin dari gangguan luar dan sebagai tempat engsel pintu kabin,
  7. *Stay dumper*: berfungsi untuk mengurangi beban ketika membuka dan menutup pintu kabin.

#### 4.3.6 Material

Material yang digunakan untuk pembuatan kabin Modular *Lighting Tower* meliputi dinding samping kabin, pintu kabin, dan pintu radiator sama dengan material kabin *Lighting Tower* sebelumnya. Material yang digunakan adalah SPCC/SPHC

#### 4.3.5 Pembuatan



#### 4.3.6 Perawatan

Perawatan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

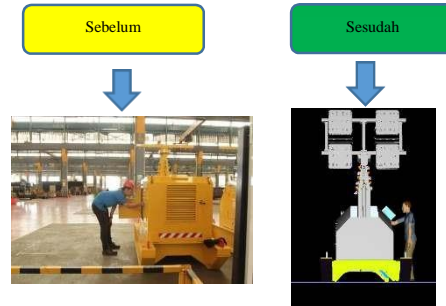
1. Jika kabin kotor oleh debu atau kotoran, dapat dibersihkan dengan lap jika kotorannya susah hilang maka dapat dibersihkan dengan menggunakan air,
2. Apabila komponen kabin ada yang rusak maka proses pengantiannya mudah untuk dilepas kemudian diperbaiki atau diganti dengan yang baru karena komponen kabin dirakit menggunakan baut dan bersifat modular,
3. Jika baut hilang atau lepas maka dapat dengan mudah diganti dengan yang baru.

#### 4.4 Penyelesaian

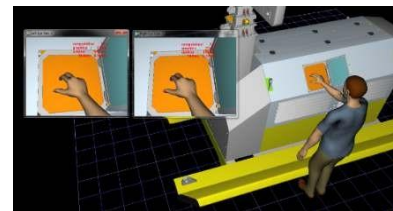
##### 4.4.1 Susunan Pembuatan Komponen

Untuk susunan komponen kabin Modular *Lighting Tower* dapat dilakukan dengan susunan acak karena semua komponennya mempunyai sifat modular.

##### 4.4.2 Visualisasi Implementasi



Gambar 6. Kondisi Pengoperasian Sebelum dan Sesudah Perbaikan



Gambar 7. Kondisi Perawatan Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Berdasarkan visualisasi implementasi yang dilakukan oleh peneliti, hasil perancangan kabin dapat membuat operator tidak perlu membungkuk ketika mengoperasikan panel kontrol dan memberikan pandangan operator saat mengoperasikan panel kontrol yang dapat melihat semua bagian kotak panel kontrol.

#### 4.5 Net Quality Income (NQI)

Pada penelitian ini mempunyai NQI yang telah diperhitungkan oleh peneliti dan pihak industri. Berikut penjelasan perhitungan untuk mendapatkan total NQI:

Tabel 15. Keuntungan Perbaikan

No	Deskripsi	Nilai
1.0.0	Keuntungan Perbaikan	
1.1.0	Peningkatan Pendapatan	Rp 1,205,788,000
1.1.1	Peningkatan Pendapatan Karena Kenaikan Harga	Rp 865,000,000
1.1.2	Penurunan Tingkat Risiko	Rp 210,000,000
1.1.3	Penurunan Biaya Perawatan	Rp 130,788,000
# TOTAL KEUNTUNGAN/BULAN		Rp 100,482,333
# TOTAL BENEFIT/TAHUN		Rp 205,788,000

Tabel 16. Biaya Perbaikan

No	Deskripsi	Nilai	
2.0.0	Biaya Perbaikan		
2.1.0	<i>Project Development</i>	Rp	20,070,000
2.1.1	<i>Manhour Tim</i>	Rp	7,200,000
2.1.2	<i>Pembuatan Prototype</i>	Rp	12,870,000
# TOTAL BIAYA IMPLEMENTASI		Rp	20,070,000
# NET QUALITY INCOME (KEUNTUNGAN/BIA YA PENGELUARAN)		%	6008%
BIAYA PENGELUARAN/KEU NTUNGAN (SEMAKIN RENDAH SEMAKAIN BAGUS)		%	1.664%

$$\begin{aligned} \text{NQI} &= \text{Keuntungan perbaikan} - \text{Biaya perbaikan} \\ &= \text{Rp. } 1.205.788.000, - - \\ &\quad \text{Rp. } 20.070.000, - \\ &= \text{Rp. } 1.185.718.000, - \end{aligned}$$

Jadi, NQI yang diperoleh selama 1 tahun adalah Rp. 1.185.718.000, -

### III. KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari perancangan *Lighting Tower* dengan menggunakan metode VDI 2222 yang telah peneliti lakukan telah memenuhi *voice of customer* dengan kriteria sebagai berikut:

1. Desain letak panel kontrol yang dirancang membuat operator tidak perlu membungkuk saat pengoperasian panel kontrol sehingga pengoperasian panel kontrol menjadi lebih ergonomis;
2. Desain kabin yang dirancang dengan mengubah pintu kabin, dinding kabin, dan memindahkan panel kontrol memudahkan operator dalam menjangkau komponen yang berada di dalam kabin sehingga memudahkan operator untuk melakukan perawatan mesin.

#### 5.2 Saran

Saran yang diberikan pada penelitian berikutnya untuk mencapai hasil yang lebih baik lagi, sebagai berikut:

1. Berdasarkan evaluasi RULA, skor yang dihasilkan adalah 3. Skor tersebut mengategorikan bahwa postur pengoperasian masih terdapat risiko walaupun kecil dan masih perlunya untuk perbaikan pada postur pengoperasian;
2. Perlu dilakukan pengoperasian dari jarak jauh, contohnya menggunakan remote control untuk pengoperasian agar lebih efisien;
3. Perlu melakukan pertimbangan untuk pemilihan

display panel kontrol, terkait LCD effect pada display panel kontrol yang menggunakan layar digital di sisi miring kabin.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Syahfitri, "Pengertian Flowchart Beserta Fungsi dan Simbol-simbol Flowchart yang Paling Umum Digunakan," 03 06 2018. [Online]. Available: <https://www.nesabamedia.com/pengertian-flowchart/>.
- [2] Universitas Islam Jakarta, Tutorial 1 Postur kerja, Jakarta, 2016.
- [3] G. B. W. F. J. d. Pahl, "Engineering Design "A Systematic Approach 3rd Edition"," Springer, 2007.
- [4] S. M. Rahmi Lubis, "http://rahmilubis.blog.uma.ac.id/wp-content/uploads/sites/77/2016/12/overview-iu-psi-kerja.ppt," 23 12 2016. [Online]. Available: <http://rahmilubis.blog.uma.ac.id/wp-content/uploads/sites/77/2016/12/overview-iu-psi-kerja.ppt>.
- [5] M. P. d. Y. P. Ir. Hardianto Iridiastadi, Ergonomi Suatu Pengantar, Bandung: PT Remaja Rosda Karya, 2014.
- [6] M. Middleworth, "Fundamental Ergonomic Principles for Better Work Performance," 15 03 2016. [Online]. Available: <https://ergo-plus.com/fundamental-ergonomic-principles/>.
- [7] M. Dr. Wowo Sunaryo, Ergonomi dan K3, Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2014.
- [8] M. Prof. DR. H. Gempur Santoso, Ergonomi Terapan, Surabaya: PT. Prestasi Pustakaraya, 2013.
- [9] A. Hidayat, "Penjelasan Teknik Sampling Dalam Penelitian," 2 Juni 2017. [Online]. Available: <https://www.statistikian.com/2017/06/teknik-sampling-dalam-penelitian.html>.
- [10] L. M. a. N. Corlett, "RULA," a survey method for investigation related of work-related upper limb disorders, pp. 91-99, 1993.
- [11] F. K. Agresti, Statistic: The Art and Science of Learning from Data, England: Pearson Education, 2018.
- [12] R. Hill, "Interpersonal Computing and Technology: An Electronic Journal for the 21th Century," What sample size is "enough" in internet survey research, pp. 1-10, 1998.
- [13] A. Raval, "5 Whys Analysis - Root cause analysis Tool," 04 10 2017. [Online]. Available: <http://www.qualitybook.org/5why.html>



