

# Perancangan Alat Bantu Pengangkat Pasir dengan *Mini Electric Hoist* serta Penambahan *Sandpot Blasting*

Amelia Azzahra Putri <sup>1\*</sup>, Fipka Bisono <sup>2</sup>, Thina Ardliaana <sup>3</sup>

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*23</sup>

Email: a17melia@gmail.com<sup>1\*</sup>; fipka@ppns.ac.id<sup>2</sup>; thina.ardliana@ppns.ac.id<sup>3</sup>

**Abstract-** Sandblasting process at PT. Lintech Duta Pratama had always delays in progress because of the sandpot filling process still using the manual method and the sandpot being used has a small capacity. The author decided to designed a sand lifter using a mini electric hoist to make it easier to fill the sandpot. The sandpot existing was also redesigned by increasing the capacity, to fulfill blasting productivity per day. This study uses the Ulrich method by creating three design concepts, then will be selected one of the best design according to the selection criteria. Design and analysis of structural strength using Autodesk Fusion 360 software. This study also analyse the ergonomic of the tools by using the RULA method to analyze body posture and risk of injury from these two tools. The strength analysis of the sand lifter structure on the selected design concept obtained a minimum safety factor value is 1.889, a maximum value of von Mises stress is 131.4 MPa at the connection between the rail and the long frame, and a maximum displacement value is 19.2 mm at the foot of the rail. Then the strength analysis of the sandpot structure on the selected design concept obtained a minimum safety factor value is 1.768, a maximum value of von Mises stress is 140.4 MPa at the support sandpot, and a maximum displacement value is 0.84 mm in the shell. The total budget required for the manufacture of this two tools is Rp. 28,763,757,-.

**Keyword:** Mini Electric Hoist, RULA, Sandblasting, Sandpot, Safety Factor.

## Nomenclature

$I$	momen inersia
$M_{max}$	momen lentur
$W$	modulus rencana
$\Delta$	deformasi
$P_{cr}$	beban kritis
$d$	diameter baut
$q$	tekanan permukaan ulir baut

## 1. PENDAHULUAN

*Sandblasting* merupakan suatu proses pengerjaan logam dimana permukaan logam dibuat menjadi kasar dan rata dengan cara menembakkan *abrasive* berupa pasir ke permukaan logam dengan tekanan tinggi. Proses *sandblasting* bertujuan agar permukaan logam menjadi kasar, sehingga cat atau bahan pelapis lain dapat menempel pada permukaan logam dengan baik, tidak mudah terkelupas dan terhindar dari korosi. Kemudahan yang diberikan dari proses ini adalah kecepatan pengerjaan dan fleksibilitas dalam mengikuti bentuk benda kerja yang berlekuk dan rumit dari proses pembentukan benda kerja. Jenis pasir *blasting* yang sering digunakan PT. Lintech Duta Pratama adalah *steel grit*, *steel grit* dipilih karena tingkat debu yang rendah dan dapat digunakan lebih dari satu pemakaian [1].

Proses Produksi di PT. Lintech Duta Pratama terdapat permasalahan yaitu *progress sandblasting* selalu mengalami keterlambatan. Setelah melakukan observasi langsung di lapangan didapatkan faktor-faktor penyebab keterlambatan. Faktor pertama yaitu, cara menuangkan pasir *blasting* ke dalam *sandpot*. Dalam kasus ini proses pengisian *sandpot* di PT. Lintech Duta Pratama masih menggunakan cara sangat manual, dimana karung pasir *blasting* seberat 25 kg diangkat orang secara manual. Selain memperlambat proses

*sandblasting* hal ini juga dapat beresiko terjadinya cedera karena kurang *safety* untuk para pekerja. Sehingga dari permasalahan tersebut penulis berencana merancang alat bantu pengangkat pasir dengan *mini electric hoist* agar lebih mempermudah dalam pengisian *sandpot*, sehingga tidak perlu lagi orang mengangkat karung pasir *blasting*.

Faktor kedua yaitu, dalam penelitian ini peneliti juga menambahkan perancangan ulang *sandpot blasting* dengan memperbesar kapasitas *sandpot* yang digunakan sebelumnya. Dikarenakan *sandpot* di PT. Lintech Duta Pratama hanya mampu *blasting* luas area sebesar 26 m<sup>2</sup>, sedangkan produktivitas luas area *blasting* per hari di PT. Lintech Duta Pratama sebesar 105 m<sup>2</sup>. Sehingga memerlukan kurang lebih 4x *sandpot* harus terisi penuh untuk memenuhi produktivitas *blasting* per harinya. Hal ini menjadi faktor kedua melambatnya *progress sandblasting* karena penumpukan puluhan produk yang harus di *blasting*. Dari permasalahan tersebut, maka penulis berencana akan melakukan perancangan ulang dengan memperbesar kapasitas *sandpot*, sehingga hanya butuh 1x *sandpot* terisi penuh sudah bisa memenuhi produktivitas *blasting* per harinya.

Faktor ketiga yaitu, *Sandpot blasting* di PT. Lintech Duta Pratama sebelumnya memiliki roda dan dapat dipindahkan, namun justru hal tersebut membuat padat mobilitas karena keterbatasan *workshop blasting*, sehingga rancangan *sandpot* kali ini akan dibuat *fixed* untuk mengurangi mobilitas karena keterbatasan ruang di PT. Lintech Duta Pratama. Diharapkan kedua alat ini dapat mempermudah pengisian *sandpot*, membantu meringankan pekerja serta mampu memaksimalkan produktivitas *blasting* per harinya dalam proses produksi.

## 2. METODOLOGI .

### 2.1 Perancangan dan Pengembangan Produk

Seorang ahli perancangan dan pengembangan produk menyatakan, perancangan produk harus dilakukan secara matang, karena proses ini akan mempengaruhi proses selanjutnya. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan oleh seorang desainer dalam perancangan dan pengembangan produk seperti yang ditunjukkan Gambar 1 berikut [2].



Gambar 1. Diagram Pengembangan Konsep  
 Sumber : Ulrich & Eppinger, 2001

### 2.2 Perhitungan Momen Inersia

- Momen Inersia Penampang *IWF*  

$$I = Ix' = \frac{1}{12} b \cdot h^3 - \frac{1}{12} b' \cdot h'^3 \quad (1)$$

- Momen Inersia Penampang *UNP*  

$$I = Ix' = \frac{1}{12} b \cdot h^3 - \frac{1}{12} b' \cdot h'^3 \quad (2)$$

- Momen Inersia Penampang *Hollow Segiempat*  

$$I = Ix' = \frac{1}{12} b \cdot h^3 - \frac{1}{12} b' \cdot h'^3 \quad (3)$$

### 2.3 Perhitungan Momen Lentur

- Tumpuan Sendi dengan Beban Terpusat  

$$M_{max} = \frac{1}{4} P \cdot L \quad (4)$$

### 2.4 Perhitungan Modulus Rencana

$$W = \frac{M_{max}}{\sigma_{ijin}} \quad (5)$$

### 2.5 Perhitungan Tegangan

- Tegangan Geser  

$$\square_s = \frac{F}{A} \quad (6)$$

$$\square_{ijin} = \frac{\tau_y}{sf} \quad (7)$$

- Tegangan *Bending*  

$$\square_b = \frac{M \cdot y}{I} \quad (8)$$

$$\square_{ijin} = \frac{\sigma_y}{sf} \quad (9)$$

### 2.6 Perhitungan Deformasi

Deformasi dengan perletakan beban terpusat ditengah yang ditumpu dengan tumpuan sendi :

$$\Delta = \frac{P \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot Ix} \quad (10)$$

$$Deformasi \text{ ijin} = \frac{l}{200} \quad (11)$$

Apabila menggunakan tumpuan jepit atau *cantilever* dapat menggunakan rumus :

$$\Delta = \frac{P \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot Ix} \quad (12)$$

$$Deformasi \text{ ijin} = \frac{l}{300} \quad (13)$$

### 2.7 Safety Factor

Nilai *safety factor* berdasarkan jenis beban [3] dapat diketahui pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1: Nilai *Safety Factor* Berdasarkan Jenis Beban

Jenis Beban	Safety Factor
Beban statis	1,25 – 2,0
Beban dinamis	2,0 – 3,0
Beban kejut	3,0 – 5,0

### 2.8 Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

*Rapid Upper Limb Assessment (RULA)* adalah suatu metode penilaian terhadap bagian tubuh dan otot seorang saat beraktivitas, yang diukur dengan tingkat risiko cedera (*degree of injury risk*) [4]. Resiko yang dimaksud adalah resiko kecelakaan atau cedera tubuh atau otot akibat dari bagian tubuh bergerak, karena tidak sesuai dengan pola gerak yang benar disebut sebagai gerak bagian tubuh yang tidak ergonomis.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Penyusunan Daftar Kebutuhan

Dilakukan wawancara dengan pihak yang bertanggung jawab dan terlibat langsung dalam proses *sandblasting* di PT. Lintech Duta Pratama guna untuk mengetahui keinginan dan harapan terhadap rancangan produk yang akan dibuat. Berdasarkan hasil wawancara tersebut diperoleh daftar kebutuhan dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 2: Daftar Kebutuhan Produk

S/H	Uraian Kebutuhan	Penanggungjawab
<b>1. Fungsional</b>		
S	a. Mempermudah pengisian <i>sandpot</i>	Tim Desain
S	b. Memaksimalkan produktivitas <i>blasting</i> perharinya.	
S	c. Mempermudah <i>maintenace Mini Electric Hoist</i>	
<b>2. Kekuatan</b>		
S	a. Analisis kekuatan ( <i>sf</i> ) lebih dari 1,5	Tim Desain
S	a. Rangka mampu menahan beban akibat luar (tegangan)	
<b>3. Ergonomi</b>		
S	a. Nyaman dan aman baik saat pengoperasiannya maupun saat <i>maintenance</i>	Tim Desain
<b>4. Biaya</b>		
H	a. Biaya produksi relatif murah	Tim Desain dan Manufaktur

Keterangan :  
 S (Syarat) ; H (Harapan)

### 3.2 Pembuatan Konsep Desain

Pada tahap ini akan ada 3 konsep desain alat pengangkat pasir serta *sandpot blasting* yang mana masing-masing konsep mempunyai persamaan dan perbedaan. Persamaannya ada pada mekanisme angkat, bentuk tangga, bentuk rail, beberapa penampang, dan juga desain *sandpotnya* dibuat tetap tidak ada perubahan karena hanya memperbesar kapasitas dan sebagai

pelengkap alat pengangkat pasirnya. Perbedaannya ada pada *cover mini electric hoist*, dan penambahan beberapa penampang sehingga berbeda dari segi bentuk. Berdasarkan data-data dan batasan desain yang sudah ditentukan sebelumnya, maka diperoleh 3 buah konsep seperti pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 berikut ini.



Gambar 2. Konsep Desain 1 tampak isometri dan tampak depan



Gambar 3. Konsep Desain 2 tampak isometri dan tampak depan



Gambar 4. Konsep Desain 3 tampak isometri dan tampak depan

### 3.3 Analisis Static Stress Ketiga Konsep

Setelah ketiga konsep desain dibuat, maka tahap selanjutnya adalah analisa kekuatan keseluruhan struktur menggunakan analisa *static stress*. Yang kemudian kita pastikan *safety factor* ketiga konsep lebih dari 1,5 dan *von mises stress* ketiga konsep kurang dari tegangan ijin ASTM A36 yaitu 166,667 MPa.

#### • Analisis Static Stress Konsep Desain 1



Gambar 5. Hasil Safety Factor Konsep Desain 1



Gambar 6. Hasil Von Mises Stress Konsep Desain 1

Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui nilai minimum *safety factor* 1,559 pada sambungan antara rel dengan rangka panjang dan nilai maksimum *safety factor*

15 pada ujung *Support* profil UNP. Nilai minimum tegangan (*von mises stress*)  $13,78 \times 10^{-4}$  MPa pada profil *hoist*. Sedangkan untuk hasil analisis tegangan (*von mises stress*) maksimum sebesar 159,2 MPa pada sambungan antara tangga dengan rangka panjang, nilainya dapat dilihat pada Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3: Tegangan Von Mises Stress Konsep Desain 1

	Tegangan Von Mises Stress (Software)	Tegangan Ijin	Keterangan
Konsep Desain 1	159,2 MPa	166,667 MPa	OK

#### • Analisis Static Stress Konsep Desain 2



Gambar 7. Hasil Safety Factor Konsep Desain 2



Gambar 8. Hasil Von Mises Stress Konsep Desain 2

Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui nilai minimum *safety factor* 1,762 pada sambungan antara rel dengan rangka panjang dan nilai maksimum *safety factor* 15 pada ujung *Support* profil UNP. Nilai minimum tegangan (*von mises stress*)  $1,618 \times 10^{-4}$  MPa pada profil yang menumpu *checker plate*. Sedangkan untuk hasil analisis tegangan (*von mises stress*) maksimum sebesar 140,8 MPa pada sambungan antara rel dengan rangka panjang, nilainya dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4: Tegangan Von Mises Stress Konsep Desain 2

	Tegangan Von Mises Stress (Software)	Tegangan Ijin	Keterangan
Konsep Desain 2	140,8 MPa	166,667 MPa	OK

#### • Analisis Static Stress Konsep Desain 3



Gambar 9. Hasil Safety Factor Konsep Desain 3



Gambar 10. Hasil Von Mises Stress Konsep Desain 3

Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui nilai minimum *safety factor* **1,889** pada sambungan antara rel dengan rangka Panjang dan nilai maksimum *safety factor* **15** plat penyambung kedua rel. Nilai minimum tegangan (*von mises stress*)  **$9,827 \times 10^{-4}$  MPa** pada *handrail*. Sedangkan untuk hasil analisis tegangan (*von mises stress*) maksimum sebesar **131,4 MPa** pada sambungan antara rel dengan rangka panjang, nilainya dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut

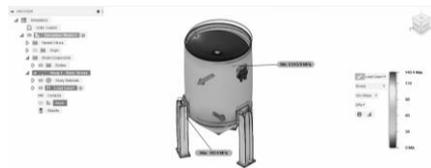
Tabel 5: Tegangan Von Mises Stress Konsep Desain 2

	Tegangan Von Mises Stress (Software)	Tegangan Ijin	Keterangan
Konsep Desain 3	131,4 MPa	166,667 MPa	OK

• Analisis Static Stress Sandpot Konsep 1,2,3



Gambar 11. Hasil Safety Factor Konsep Desain 2



Gambar 12. Hasil Von Mises Stress Konsep Desain 2

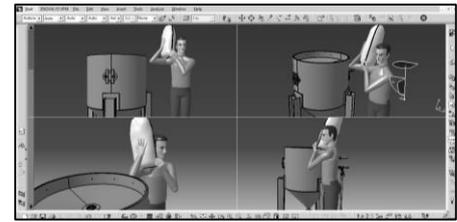
Dari hasil analisis tersebut, dapat diketahui nilai minimum *safety factor* **1,768** pada bagian tengah kaki atau *support sandpot* dan nilai maksimum *safety factor* **15** pada bagian kaki yang dekat dengan *shell sandpot*. Nilai minimum tegangan (*von mises stress*)  **$107,6 \times 10^{-4}$  MPa** pada bagian *shell*. Sedangkan untuk hasil analisis tegangan (*von mises stress*) maksimum sebesar **140,4 MPa** pada *support sandpot*, nilainya dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut :

Tabel 6: Tegangan Von Mises Stress Sandpot Blasting Konsep 1,2,3

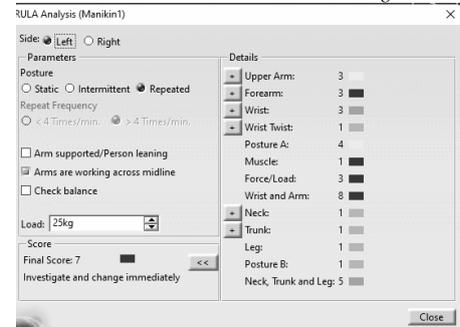
	Tegangan Von Mises Stress (Software)	Tegangan Ijin	Keterangan
Sandpot Blasting	140,4 MPa	166,667 MPa	OK

3.4 Analisis RULA Ketiga Konsep

• Analisis RULA Produk Existing



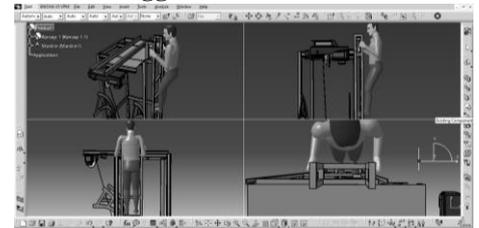
Gambar 13. RULA Produk Existing



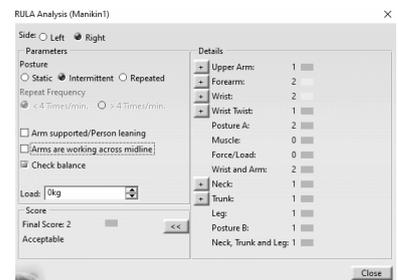
Gambar 14. Hasil Analisis Tubuh Produk Existing

• Analisis RULA Konsep Desain 1

➤ Menaiki Tangga



Gambar 15. RULA Konsep 1 Naik Tangga

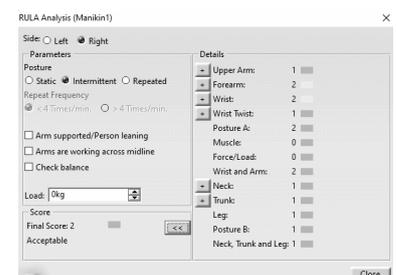


Gambar 16. Hasil Analisis Konsep 1

➤ Mengangkat dan Mendorong Gerobak

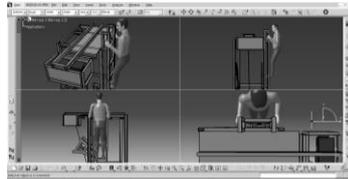


Gambar 17. RULA Konsep 1 Mendorong Gerobak

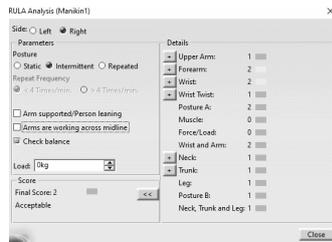


Gambar 18. Hasil Analisis Konsep 1

- Analisis RULA Konsep Desain 2
  - Menaiki Tangga



Gambar 19. RULA Konsep 2 Naik Tangga

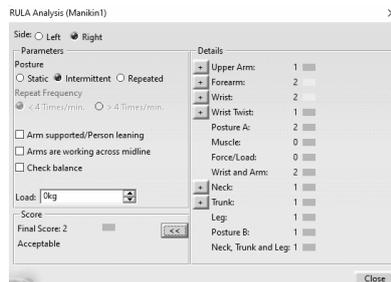


Gambar 20. Hasil Analisis Konsep 2

- Mengangkat dan Mendorong Gerobak



Gambar 21. RULA Konsep 2 Mendorong Gerobak

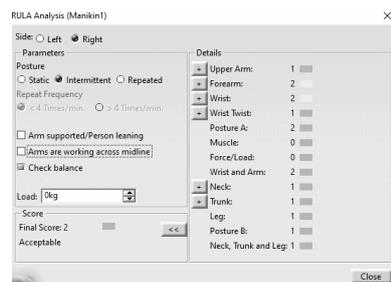


Gambar 22. Hasil Analisis Konsep 2

- Analisis RULA Konsep Desain 3
  - Menaiki Tangga

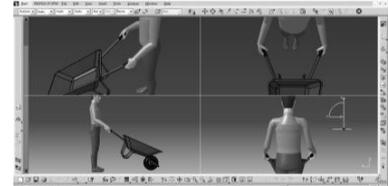


Gambar 23. RULA Konsep 3 Naik Tangga

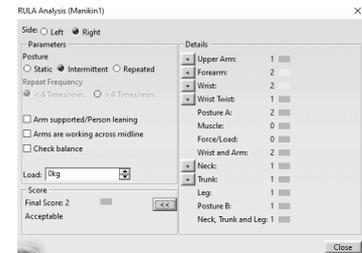


Gambar 24. Hasil Analisis Konsep 3

- Mengangkat dan Mendorong Gerobak



Gambar 25. RULA Konsep 3 Mendorong Gerobak



Gambar 26. Hasil Analisis Konsep 3

Analisis ergonomi dilakukan dengan menggunakan software Catia V5. Hasil dari analisis ergonomi masing-masing konsep desain serta produk existing dapat dilihat pada tabel 7 dan 8 :

Tabel 7: Hasil Analisis Ergonomis RULA Konsep 1,2,3

RULA (Rapid Upper Limb Assessment)			Keterangan
	Final Score Hasil Analisis Software		
<b>Menaiki Anak Tangga</b>	Konsep 1	2	Diterima (Nyaman dan aman, tidak memiliki resiko cedera)
	Konsep 2	2	
	Konsep 3	2	
<b>Mendorong Gerobak</b>	Konsep 1	2	
	Konsep 2	2	
	Konsep 3	2	

Tabel 8: Hasil Analisis Ergonomis RULA Produk Existing

RULA (Rapid Upper Limb Assessment)			Keterangan
	Final Score Hasil Analisis Software		
<b>Mengangkat Karung Pasir</b>	<i>Sandpot Existing</i>	7	Investigasi & perubahan harus segera dilakukan

### 3.5 Kriteria Seleksi

Di bawah ini terdapat matrik pemilihan konsep alat bantu pengangkat pasir serta *sandpot blasting* dengan beberapa aspek yang diminta dan telah diberi bobot dengan detail pemilihan sebagai berikut :

Tabel 9: Matrik Pemilihan Konsep Alat Bantu Pengangkat Pasir serta *Sandpot*

Matrik Penilaian Konsep									
Kriteria Seleksi	Bobot	Konsep Desain							
		Referensi		Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
		Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor	Rate	Skor
Fungsional	30%	3	0,75	4	1,2	4	1,2	5	1,5
Kekuatan	35%	3	1,05	3	1,05	4	1,4	5	1,75
Ergonomi	25%	3	0,75	4	1	4	1	4	1
Biaya	10%	3	0,45	4	0,4	2	0,2	3	0,3
Nilai Absolute		3		3,65		3,8		4,55	
Nilai Relative (%)		20,00		24,33		25,33		30,33	

#### 4. KESIMPULAN

Dari pembahasan Tugas Akhir dengan judul Perancangan Alat Bantu Pengangkat Pasir dengan *Mini Electric Hoist* serta Penambahan *Sandpot Blasting* ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Perancangan alat pengangkat pasir serta *sandpot blasting* dilakukan dengan pemodelan 3D menggunakan *software Autodesk Fusion 360*. Perancangan dilakukan menggunakan metode *Ulrich* dengan menawarkan 3 konsep desain. Ketiga konsep desain tentunya sudah disesuaikan dengan postur tubuh orang asia khususnya Indonesia sehingga nyaman dan aman saat digunakan. Konsep desain yang dipilih berdasarkan metode *Ulrich* adalah konsep desain 3 dengan ukuran 1,758 x 1,097 meter dengan ketinggian 4,529 meter. Desain rancangan alat pengangkat pasir pada konsep 3 terbukti memiliki nilai ergonomi lebih baik yaitu dengan *final score 2* yang berarti rancangan tersebut aman digunakan, dibandingkan produk *existing* yang memiliki *final score 7* yang berarti membutuhkan pergantian gerakan karena beresiko cedera.
2. Analisis kekuatan struktur keseluruhan pada konsep desain 3 didapatkan nilai minimum *safety factor* sebesar 1,889 pada sambungan rel dengan rangka panjang dan nilai maksimum *safety factor* sebesar 15 pada plat penyambung kedua rel. Nilai maksimum *von mises stress* sebesar 131,4 MPa pada sambungan antara rel dengan rangka panjang, nilai minimum *von mises stress* sebesar  $9,827 \times 10^{-4}$  MPa pada *handrail*, dan nilai *displacement* maksimum 19,2 mm yang terletak pada kaki rel. Kemudian analisis kekuatan struktur *sandpot* pada konsep desain terpilih didapatkan nilai minimum *safety factor* sebesar 1,768, nilai maksimum *von mises stress* sebesar 140,4 MPa pada *support sandpot*, dan nilai maksimum *displacement* sebesar 0,84 mm pada *shell*.
3. Konsep desain terpilih (konsep 3) baik dari alat pengangkat pasir serta *sandpot blasting*-nya sudah dilengkapi dengan *Detail Engineering Drawing* (DED) yang tertera pada lampiran C sebagai penegasan spesifikasi rancangan konsep 3.
4. Pembuatan Alat Bantu Pengangkat Pasir serta *Sandpot Blasting* membutuhkan biaya total sebesar Rp 28.763.757,-

#### 5. PUSTAKA

- [1] Pamungkas, S. A., and B. Suwasono. (2018). Perancangan Ulang Alat Bantu Pengisian Pasir *Abrasive Steel Grit* Guna Meminimalkan Waktu Pengisian (Studi Kasus PT. Safinah *Blasting*). *Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI 2018*
- [2] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2001). *Perancangan & Pengembangan Produk*. Salemba Teknika.
- [3] Dobrovolsky, V., Zablonsky, K., Mak, S., Radchik, A., & Erlikh, L. (1989). *Machine Element*. Peace Publishers.
- [4] McAtamney, L., and E. Nigel Corlett. (1993). RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics Vol. 24 No. 2 April 1993*