

# PERENCANAAN DESAIN MESIN POLES METALOGRAFI DENGAN PIRINGAN GANDA

Disusun Oleh:

MOHAMMAD RIJAL HAKIM NIM. 181020200047

Dosen Pembimbing:

MULYADI, ST., MT

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO  
2023



# TOPIK PEMBAHASAN

---

## PENDAHULUAN

---

## METODE

---

## HASIL DAN PEMBAHASAN

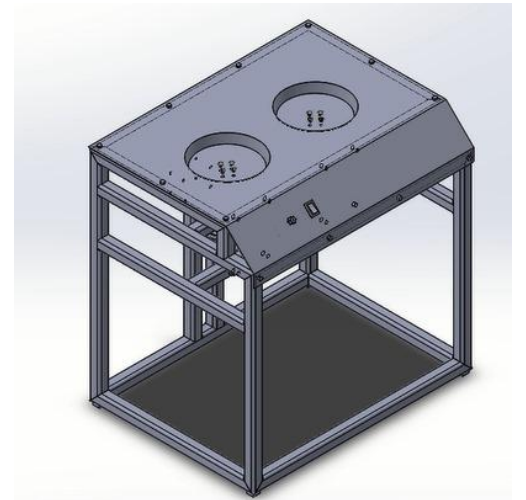
---

## KESIMPULAN

---

# Pendahuluan

- Karakteristik dan sifat material dapat diketahui dari sifat mekanik, sifat fisik, struktur, dan unsur yang ada didalamnya, Proses uji yang dapat digunakan salahsatunya yaitu pengujian metalografi.
- Dalam proses uji metalografi untuk mendapatkan hasil struktur mikro ada beberapa tahap dan salah satunya adalah *grinding* dan *polishing*, yang membutuhkan alat bantu mesin poles dalam prosesnya
- Harga dari mesin poles metalografi juga cukup mahal, maka dari itu dibuatlah perencanaan desain mesin poles metalografi dengan harga yang relatif murah, pembuatan yang efisien dan aman digunakan.
- Fokus penelitian adalah pada perencanaan desain dengan efisiensi perakitan yang baik secara teoritis dan kekuatan rangka yang dikategorikan aman dalam *safety factor*.



# Penelitian Terdahulu

## Penelitian

“Rancang bangun mesin poles piringan tunggal (*Single Disc*) untuk proses metalografi” dengan perancangan menggunakan motor AC, besi siku, kontaktor, plat stainlies, tombol on/off, tombol emergency, potensiometer, v belt, pulley, bearing, selang, poros dan piringan baja karbon.

# Rumusan Masalah

1

**Bagaimana desain mesin poles metalografi dengan piringan ganda?**

2

**Bagaimana kekuatan rangka mesin poles metalografi dengan piringan ganda dari segi keamanan?**

3

**Bagaimana efisiensi perakitan dari perencanaan desain mesin poles metalografi dengan piringan ganda?**

# Tujuan Penelitian

1

Membuat desain 3D dan 2D mesin poles metalografi dengan piringan ganda untuk membantu proses pada tahap manufaktur

2

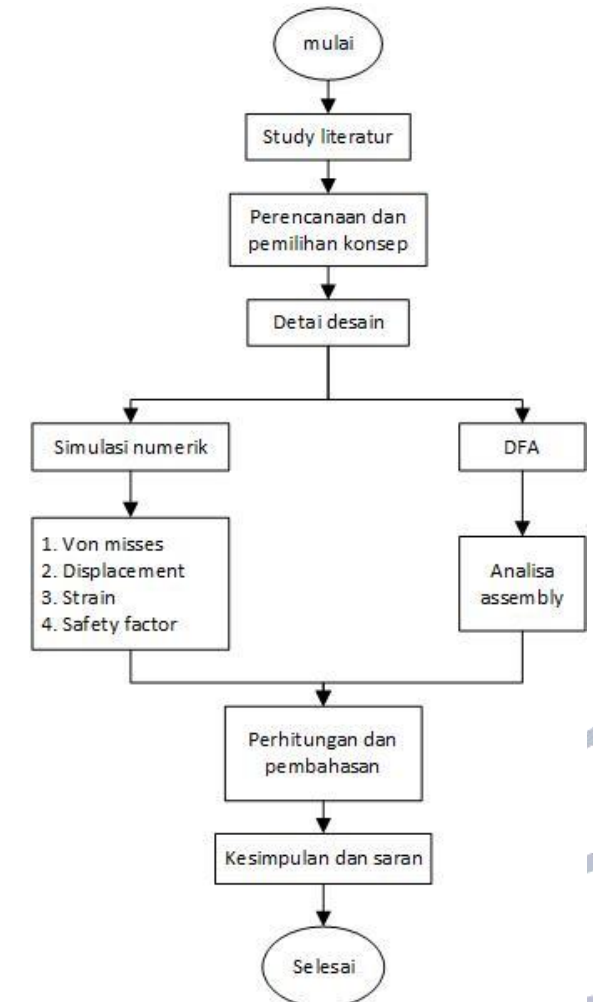
Menganalisa kekuatan rangka mesin poles metalografi dengan hasil *von misses*, *displacement*, *strain*, dan *safety factor*

3

Menganalisa efisiensi perakitan mesin poles metalografi dengan piringan ganda secara teoritis.

# Metode

Penelitian ini akan dilakukan dengan melakukan pemilihan konsep menggunakan metode table morfologi, kemudian lanjut pada tahap desain menggunakan *software solidwork 2018*, kemudian dilakukan Analisa kekuatan rangka menggunakan *software AutoDesk Inventor 2024*, kemudian lanjut pada tahap Analisa efisiensi desain menggunakan metode Boothroyd dewhurst.



# Metode

1

Pemodelan mesin poles metalografi dengan piringan ganda sesuai dengan ukuran utama pada tabel 1 dan material rangka yang digunakan pada tabel 2. data ini sebagai bentuk dasar/acuan pada penelitian kali ini.

**Tabel 1** Dimensi utama mesin poles metalografi

Item	Unit (mm)
Panjang	800
Lebar	600
Tinggi	800
profil	35x35x1

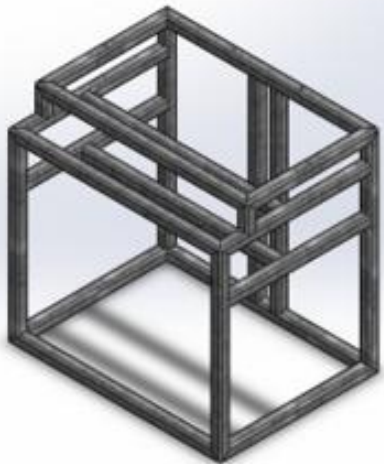
**Tabel 2** Spesifikasi material *galvanized steel*

No	Steel, Galvanized	
1	Mass Density	7,85 g/cm <sup>3</sup>
2	Yield Strength	207 MPa
3	Ultimate Tensile Strenght	345 MPa
4	Youngs Modulus	200 GPa
5	Poissons Ratio	0,3 ul
6	Shear Modulus	76,9231 GPa



# Metode

Simulasi numerik akan dijalankan dengan menggunakan *software AutoDesk Inventor 2024*. Data yang dihasilkan akan mencakup *von mises stress, Displacement, Strain, Safety Factor*.



Gambar 3 desain rangka mesin poles metalografi

Tabel 3 Beban part pada rangka

Keterangan		Beban	
Poros 1	Poros	1,45kg	Total 4,7 Kg
	Pulley 1	1,20Kg	
	2 Bearing	1,40Kg	
	Mur dan baut	0,40Kg	
	Piringan	0,25Kg	
Poros 2	Poros	1,45kg	Total 4,4 Kg
	Pulley 2	0,90Kg	
	2 Bearing	1,40Kg	
	Mur dan baut	0,40Kg	
	Piringan	0,25Kg	
Total			9,1 Kg

# Metode

## *Von misses stress*

Tegangan adalah besaran pengukuran yang intensitas gaya atau reaksi dalam yang timbul per satuan luas. Tegangan yang dihasilkan pada benda kerja ditentukan oleh besarnya gaya yang bekerja. Satuan gaya tegangan adalah gaya dibagi dengan satuan luas.

## *Displacement*

Perpindahan adalah pergerakan yang ditimbulkan oleh beban pada suatu material/komponen tertentu. besarnya pergerakan yang terjadi ditentukan oleh besarnya beban yang diberikan pada material/komponen tersebut

# Metode

## *Strain*

Regangan adalah perubahan panjang yang terjadi pada material akibat gaya tarik atau tekan. Perubahan regangan yang terjadi dapat berupa material yang memanjang, memendek, mengecil atau membesar.

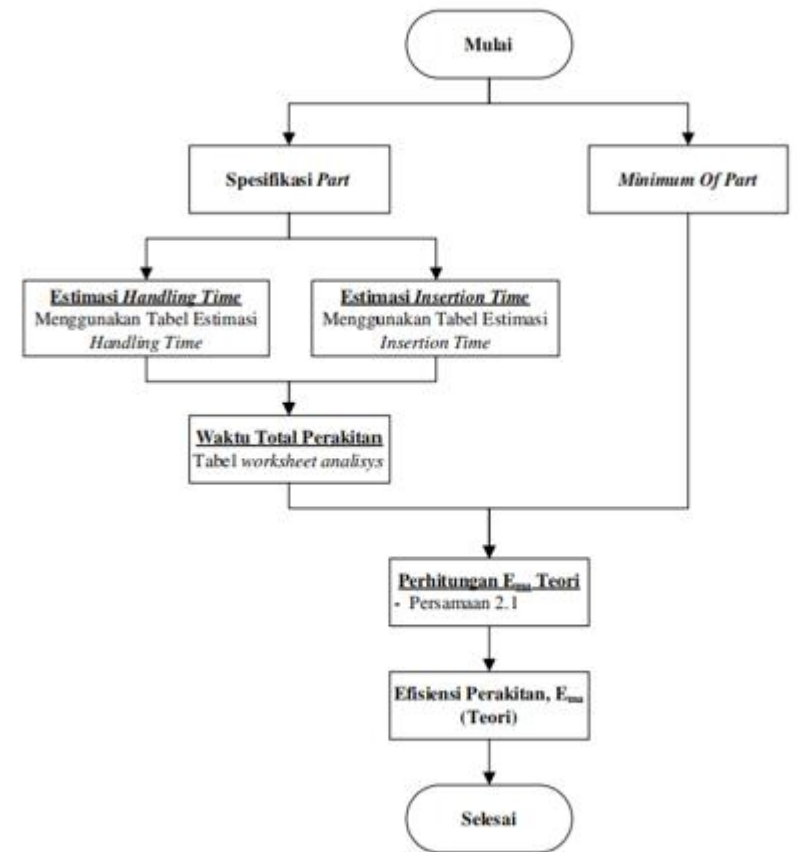
## *Safety Factor*

Faktor keamanan adalah nilai yang digunakan untuk memprediksi tingkat keamanan dari produk, untuk menghindari terjadinya kegagalan struktur (*Structure-failure*), dengan melakukan evaluasi keamanan material harus melebihi kekuatas yang dibutuhkan

# Metode

2

DFA (Desain For Assembly) adalah salah satu metode perencanaan assembling yang akan menganalisa komponen desain produk secara keseluruhan, yang dimulai dari awal proses perakitan hingga menjadi mesin utuh, Setelah proses desain selesai akan dilanjutkan proses perhitungan efisiensi desain perakitan manual dengan cara metode Boothroyd Dewhurst, data yang di dapat akan digunakan sebagai pembandingan efisiensi assembly secara aktual pada mesin poles metalografi



Gambar 4 Alur estimasi perakitan secara teori

# Metode

MANUAL HANDLING—ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:  ONE HAND

	Parts are easy to grasp and manipulate				Parts present handling difficulties (1)							
	Thickness >2 mm		Thickness ≤2 mm		Thickness >2 mm		Thickness ≤2 mm					
	Size >15 mm	6 mm ≤ size >15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size ≤6 mm	Size >15 mm	6 mm ≤ size ≤15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size ≤6 mm		
Parts can be grasped and manipulated by one hand without the aid of grasping tools	$(\alpha + \beta) < 360^\circ$	0	1.13	1.43	1.88	1.69	2.18	1.84	2.17	2.65	2.45	2.98
	$360^\circ \leq (\alpha + \beta) < 540^\circ$	1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38
	$540^\circ \leq (\alpha + \beta) < 720^\circ$	2	1.8	2.1	2.55	2.36	2.85	2.57	2.9	3.38	3.18	3.7
	$(\alpha + \beta) = 720^\circ$	3	1.95	2.25	2.7	2.51	3	2.73	3.06	3.55	3.34	4

Key:  ONE HAND with GRASPING AIDS

	Parts are easy to grasp and manipulate				Parts present handling difficulties (1)				Parts need standard tools other than tweezers	Parts need special tools for grasping and manipulation		
	Thickness >0.25 mm		Thickness ≤0.25 mm		Thickness >0.25 mm		Thickness ≤0.25 mm					
	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm	Thickness >0.25 mm	Thickness ≤0.25 mm				
Parts can be grasped and manipulated by one hand but only with the use of grasping tools	$\alpha \leq 180^\circ$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	$0 \leq \beta \leq 180^\circ$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7
	$\beta = 360^\circ$	5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8
	$\alpha \leq \beta \leq 180^\circ$	6	4.8	8.05	5.55	8.8	6.8	9.55	7.55	9.8	8	9
$\alpha = 360^\circ$	$\beta = 360^\circ$	7	5.1	8.35	5.85	9.1	7.1	9.55	7.85	10.1	9	10

Key:  TWO HANDS for MANIPULATION

	Parts present no additional handling difficulties				Parts present additional handling difficulties (e.g. sticky, delicate, slippery, etc.) (1)							
	$\alpha \leq 180^\circ$		$\alpha = 360^\circ$		$\alpha \leq 180^\circ$		$\alpha = 360^\circ$					
	Size >15 mm	6 mm ≤ size ≤ 15 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size <6 mm	Size >6 mm	Size <6 mm	Size >6 mm				
Parts severely nest or tangle or are flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)	$\alpha \leq 180^\circ$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	$\alpha = 360^\circ$	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7

Key:  TWO HANDS or assistance required for LARGE SIZE

	Parts can be handled by one person without mechanical assistance				Parts severely nest or tangle or are flexible (2)	Two persons or mechanical assistance required for parts manipulation
	Parts do not severely nest or tangle and are not flexible					
	Part weight <10 lb		Parts are heavy (>10 lb)			
Two hands, two persons or mechanical assistance required for grasping and transporting parts	Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	Parts are easy to grasp and manipulate	Parts present other handling difficulties (1)	0	9
	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	0	9
	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	2	3
	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq 180^\circ$	$\alpha = 360^\circ$	2	3

MANUAL INSERTION—ESTIMATED TIMES (seconds)

Key:  PART ADDED but NOT SECURED

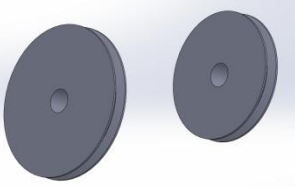
	After assembly no holding down required to maintain orientation and location (3)				Holding down required during subsequent processes to maintain orientation at location (3)				
	Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		
	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	
Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location	0	1.5	2.5	2.5	3.5	5.5	6.5	6.5	7.5
	1	4	5	5	6	8	9	9	10
	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5

Key:  PART SECURED IMMEDIATELY

	No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (including snap/press fits, circlips, spire nuts, etc.)				Plastic deformation immediately after insertion				Screw tightening immediately after insertion		
	Easy to align and position during assembly (4)		Not easy to align or position during assembly		Plastic bending or torsion		Rivetting or similar operation				
	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)	No resistance to insertion	Resistance to insertion (5)			
Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	3	2	5	4	5	6	7	8	9	6	8
	4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	11.5	8.5	10.5

Key:  SEPARATE OPERATION

	Mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)			Non-mechanical fastening processes (part(s) already in place but not secured immediately after insertion)			Non-fastening processes			
	None or localized plastic deformation			Metallurgical processes			Other processes			
	Bending or similar process	Rivetting or similar processes	Screw tightening or other processes	Soldering processes	Weld/braze processes	Chemical processes (e.g. adhesive bonding, etc.)	Manipulation of parts or sub-assembly (e.g. orienting, fitting or adjustment of parts, etc.)	Other processes (e.g. liquid insertion, etc.)		
Assembly processes where all solid parts are in place	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	4	7	5	12	7	8	12	12	9	12





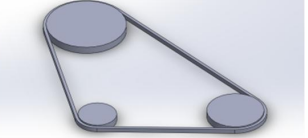
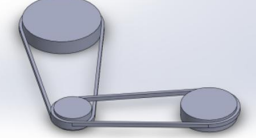


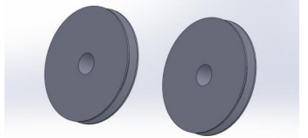
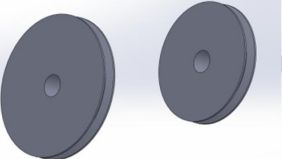


# Hasil

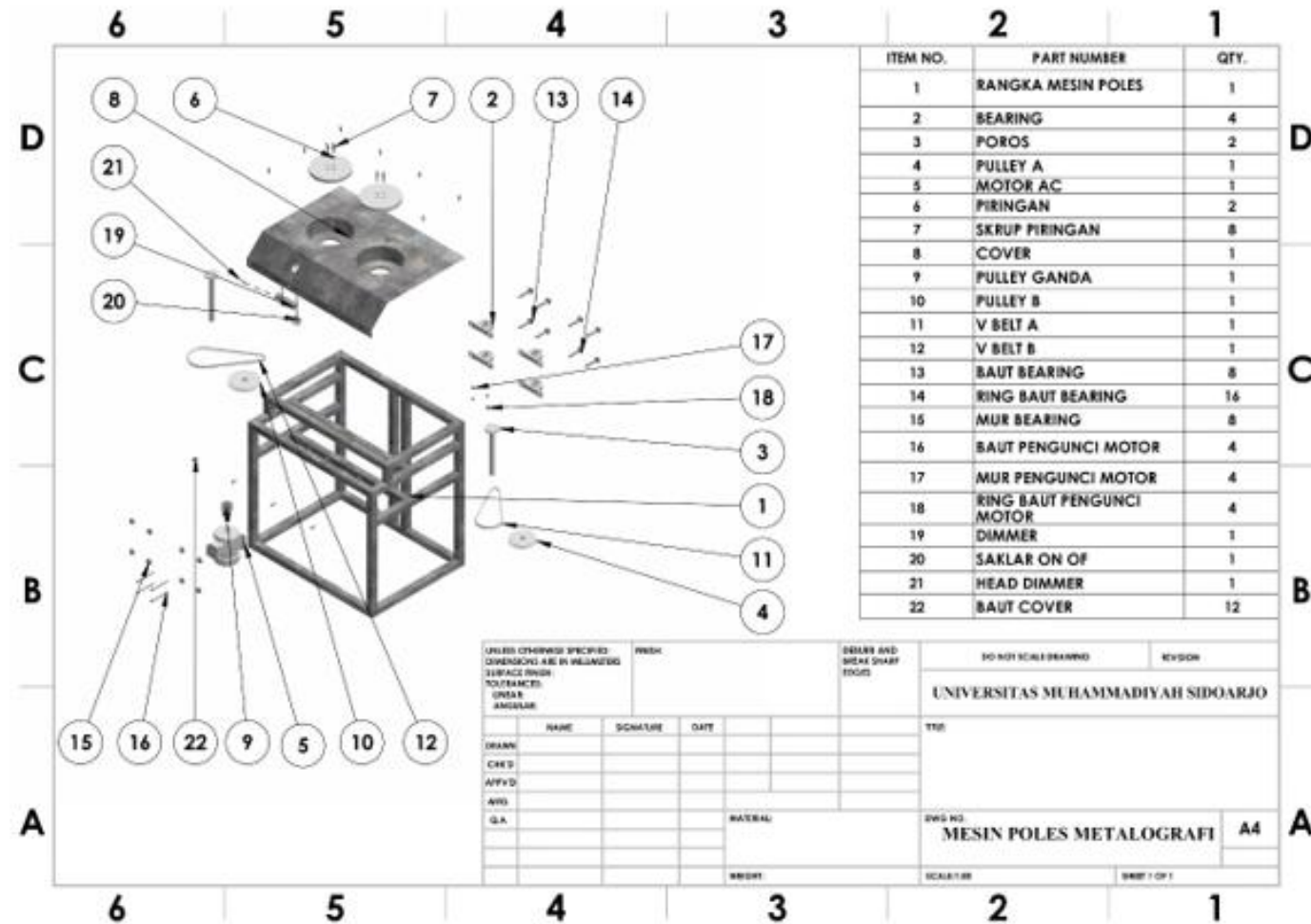
Dari tabel morfologi didapatkan hasil penentuan konsep desain mesin poles metalografi, konsep desain tersebut adalah :

A2+B2+C2+D1+E2+F2

Setelah terpilih konsep desain menggunakan metode morfologi dan proses desain menggunakan software solidwork 2018, maka didapat detail desain mesin poles metalografi dapat dilihat pada gambar 1 dan 2

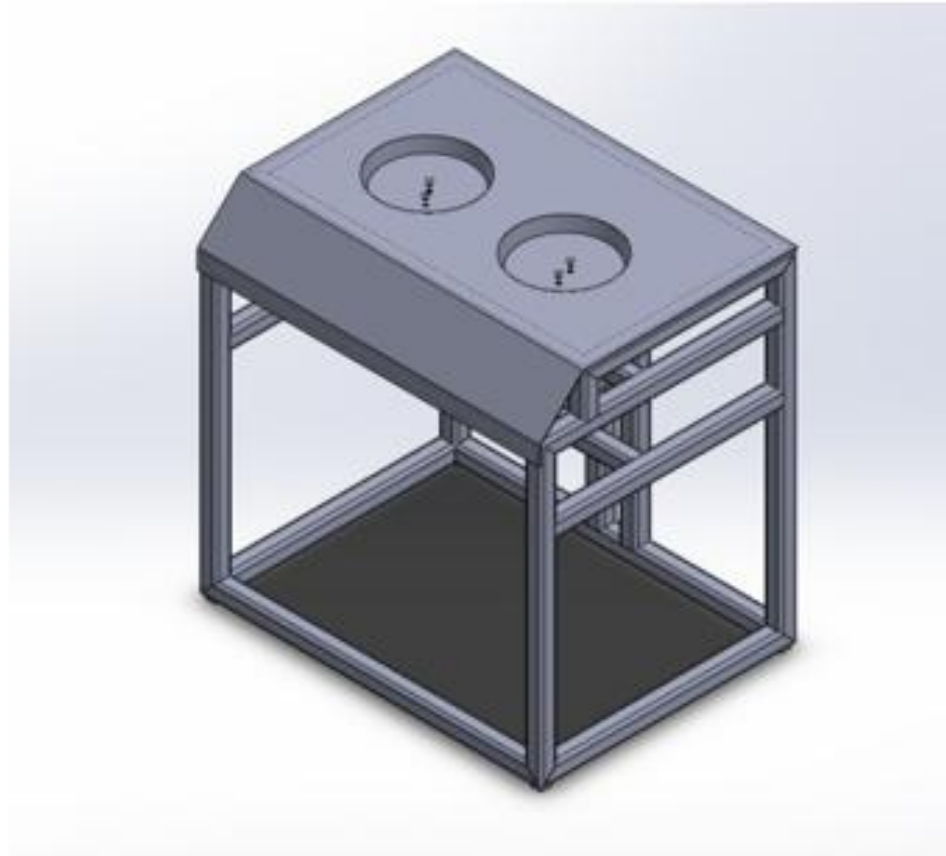
Option Topic	1	2
Pemilihan material	 Besi Siku Lubang	 Besi Hollo Galvanis 35mm x 35mm
Model rangka	 Konsep desain mesin poles model duduk	 Konsep desain mesin poles model berdiri
Mekanisme transmisi	 Single belt	 Double belt
Motor	 Motor Ac 1 phase	 Motor DC
Pulley	 2 ukuran yang sama	 2 ukuran berbeda

# Hasil



Gambar 1 Desain *breakdown* Mesin poles metalografi

# Hasil



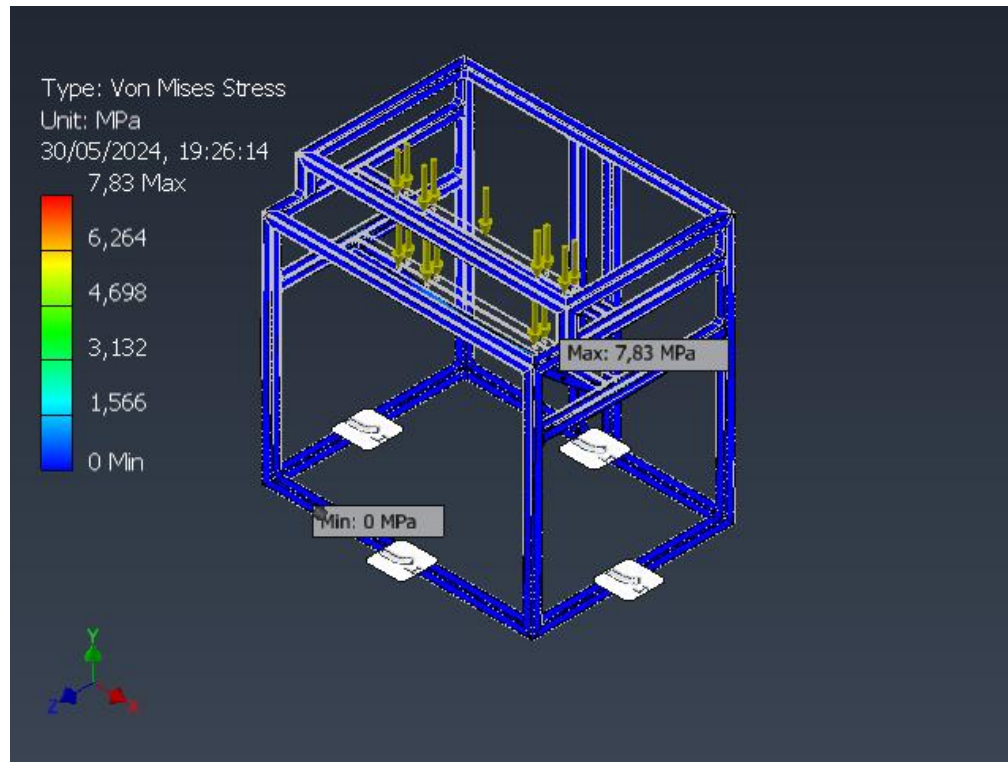
**Gambar 2** Desain akhir mesin poles metalografi



# Hasil

1

## Simulasi tegangan (*Von Mises Stress*)

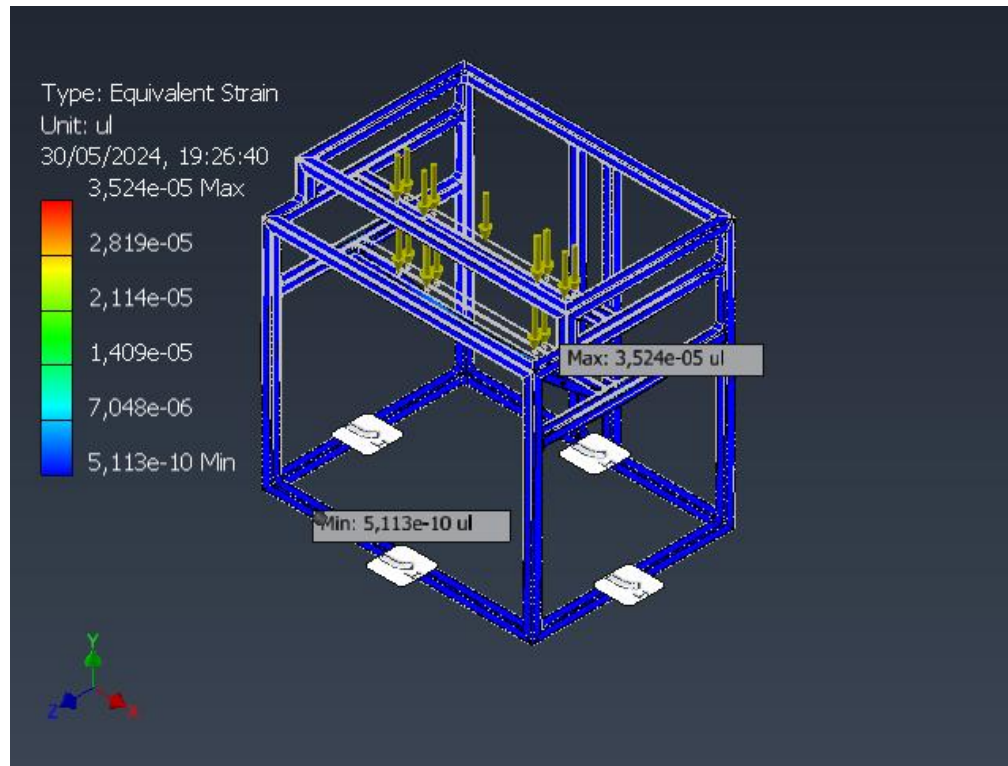


Hasil dari simulasi von mises pada desain rangka mesin poles metalografi menunjukkan bahwa desain rangka mengalami tegangan maksimal sebesar 7,83 Mpa dan tegangan minimal sebesar 0 MPa. Titik tegangan maksimal dan minimal dapat dilihat pada gambar.

# Hasil

2

## Simulasi Regangan (*Strain*)



Dari hasil simulasi software didapat nilai regangan maksimal sebesar 0,0000352366 dan nilai regangan minimal sebesar 0,000000000511336, dari hasil nilai regangan yang di izinkan adalah 0,039. Sehingga nilai maksimal dari hasil simulai lebih kecil dari nilai regangan yang di izinkan berarti bahwa nilai regangan dari komponen aman.

# Hasil

Perhitungan nilai regangan maksimal yang diizinkan :

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$$
$$\varepsilon = \frac{7,83}{200}$$
$$\varepsilon = 0,039$$

Keterangan :

$\varepsilon$  : Regangan

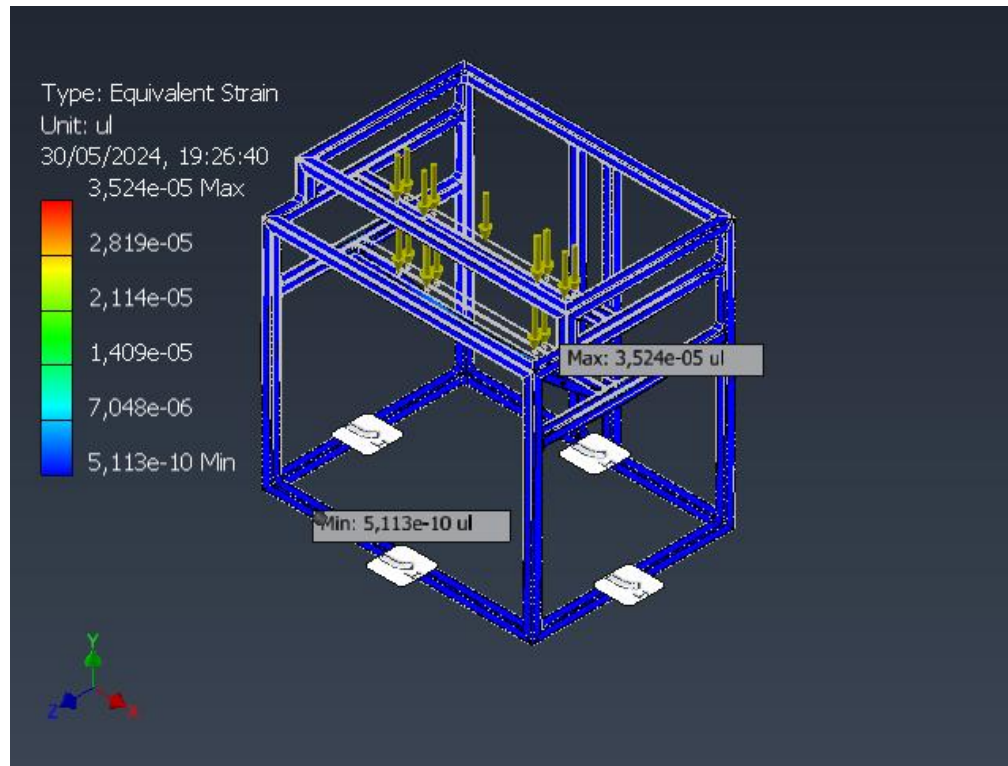
$\sigma$  : Tegangan normal (N/m<sup>2</sup>)

$E$  : Modulus elastisitas (N/m<sup>2</sup>)

# Hasil

3

## Simulasi Perpindahan (*Displacement*)

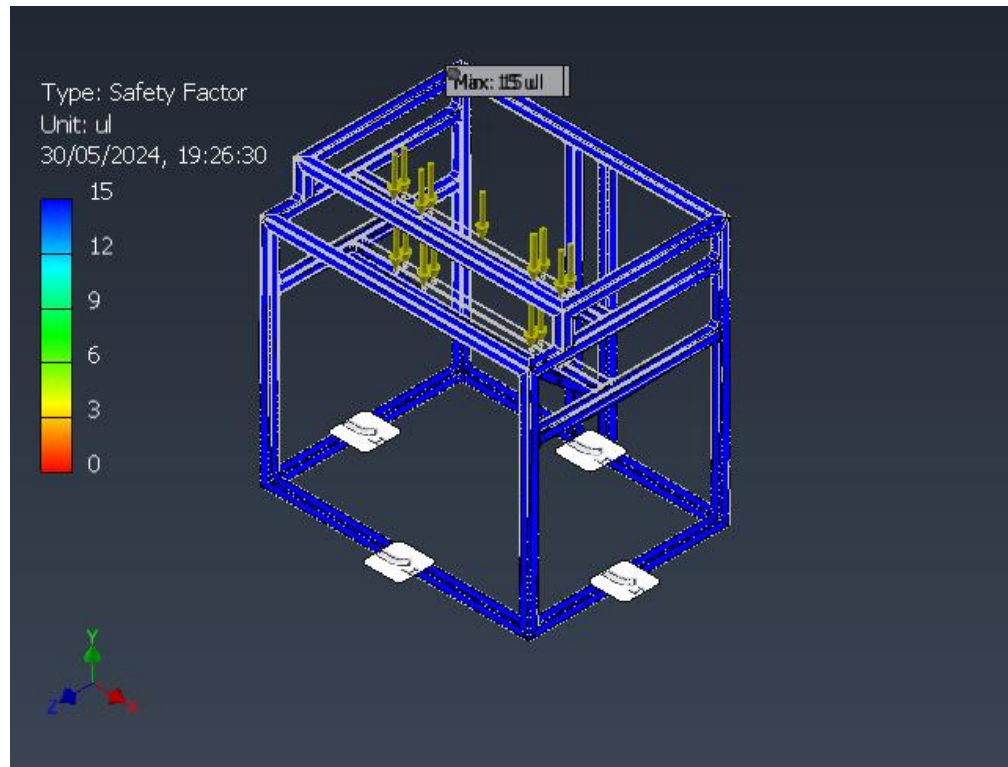


Hasil dari analisa simulasi displacement didapatkan nilai defleksi maksimum dengan total beban 9,1Kg mengalami perpindahan maksimal sebesar 0,05875 mm pada daerah yang berwarna merah dan perpindahan minimum sebesar 0 mm pada daerah yang berwarna biru tua.

# Hasil

4

## Simulasi Faktor keamanan (*Safety Factor*)



Faktor keamanan maksimum yang terjadi sebesar 15 ul terdapat pada bagian yang berwarna biru tua yang ditunjukkan pada tulisan max pada gambar. Sedangkan faktor keamanan minimum terdapat pada bagian yang sama yang ditunjukkan dengan tulisan min sebesar 15 ul. Faktor keamanan desain dikatakan aman apabila nilai yang diterima lebih dari 1, nilai safety factor dari rangka mesin poles metalografi adalah 26,43 jadi desain rangka mesin poles termasuk kategori aman.

# Hasil

Perhitungan nilai safety factor

$$sf = \frac{\sigma_y}{\sigma_{actual}}$$

$sf$  : Safety Factor

$\sigma_y$  : Nilai tegangan luluh material

$\sigma_{actual}$  : nilai tegangan maksimal pada spesimen uji

$$sf = \frac{207}{7,82986} = 26,43 > 1$$

# Hasil

Tabel 8 Hasil data simulasi pada rangka mesin poles

Name	Nilai Maksimum			Nilai Minimum			Safety Factor
	Von Mises Stress (MPa)	Displacement (mm)	Strain	Von Mises Stress (MPa)	Displacement (mm)	Strain	
Rangka mesin poles metalografi	7,82986	0,0587477	0,0000352366	0,000117923	0	0,000000000511336	26,43

# Hasil

1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>name of assambly</i>
<i>part I.D. No.</i>	<i>Number of item</i>	<i>Handling Code</i>	<i>Handling Time</i>	<i>Insertion Code</i>	<i>Insertion time</i>	<i>Total time (s) (2)x[(4)+(6)]</i>	<i>operation cost (Rp.) 1,04 x (7)</i>	<i>figure for estimation of theoretical minimum part</i>	<b>PHOLISING MACHINE</b>

## Sub Assembly 1

S3A1 : Rakitan motor									
1	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.588	1	Motor
2	4	09	2.98	06	5.5	33.92	35.2768	0	ring baut pengunci motor
3	4	10	1.5	38	6	30	31.2	1	baut pengunci motor
						0	0	-	membalikkan posisi motor
4	8	10	1.5	38	6	60	62.4	1	mur pengunci motor A
						0	0	-	memutar 90° posisi motor
5	1	11	1.8	06	5.5	7.3	7.592	1	pulley ganda
6	1	10	1.5	38	6	7.5	7.8	1	baut penahan pulley



# Hasil

1	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>name of assambly</i>
<i>part I.D. No.</i>	<i>Number of item</i>	<i>Handling Code</i>	<i>Handling Time</i>	<i>Insertion Code</i>	<i>Insertion time</i>	<i>Total time (s) (2)x[(4)+(6)]</i>	<i>operation cost (Rp.) 1,04 x (7)</i>	<i>figure for estimation of theoretical minimum part</i>	<b>PHOLISING MACHINE</b>

## Sub Assembly 2

S3A2 : Gabungan cover dengan dimmer									
7	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.588	1	cover atas
						0	0	-	membalikkan posisi cover
8	1	30	1.95	06	5.5	7.45	7.748	1	dimmer
9	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.588	1	saklar on/off
						0	0	-	putar cover ke posisi awal
10	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.588	0	handle dimmer

1	2	3	4	5	6	7	8	9	name of assembly
<i>part I.D. No.</i>	<i>Number of item</i>	<i>Handling Code</i>	<i>Handling Time</i>	<i>Insertion Code</i>	<i>Insertion time</i>	<i>Total time (s) (2)x(4)+(6)</i>	<i>operation cost (Rp.) 1,04 x (7)</i>	<i>figure for estimation of theoretical minimum part</i>	<b>PHOLISING MACHINE</b>

Assembly Akhir

Rakitan Akhir : Gabungan Rangka dengan sub Assembly 1 dan 2									
11	1	30	1.95	00	1.5	3.45	3.588	1	rangka
12	2	33	2.51	00	1.5	8.02	8.3408	1	bearing
13	4	09	2.98	06	5.5	33.92	35.2768	0	ring baut pengunci bearing
14	4	10	1.5	38	6	30	31.2	1	baut pengunci bearing
15	4	09	2.98	06	5.5	33.92	35.2768	0	ring mur pengunci bearing
16	4	10	1.5	38	6	30	31.2	1	mur pengunci bearing
17	2	11	1.8	06	5.5	14.6	15.184	1	poros A
18	1	10	1.5	06	5.5	7	7.28	1	pulley A
19	1	80	4.1	32	4	8.1	8.424	1	V belt A
20	2	11	1.8	06	5.5	14.6	15.184	1	poros B
21	1	10	1.5	06	5.5	7	7.28	1	pulley B
22	1	80	4.1	32	4	8.1	8.424	1	V belt B
S3A2	1	80	4.1	38	6	10.1	10.504	-	menggabungkan sub assembly 2 ke rakitan akhir
23	12	10	1.5	38	6	90	93.6	1	baut pengunci cover
24	2	00	1.13	06	5.5	13.26	13.7904	0	piringan
25	8	11	1.8	38	6	62.4	64.896	1	skrup pengunci piringan
S3A1	1	85	5	38	6	11	11.44	-	menggabungkan sub assembly 1 ke rakitan akhir
19	1	80	4.1	32	4	8.1	8.424	-	V belt A
22	1	80	4.1	32	4	8.1	8.424	-	V belt B
26	2	10	1.5	38	6	15	15.6	1	mur pengunci motor
	1	-		98	9	9	9.36	-	Ajusting Belt Pulley A
	1	-		98	9	9	9.36	-	Ajusting Belt Pulley B
Total						594.64	618.4256	21	Design Efficiency = $\frac{3 \times NM}{TM} = 0.1059$

# Hasil

Kriteria	Nilai
Jumlah part per produk	26
Total waktu perakitan (TM) per produk	594.64 s
Selisih jumlah part aktual dengan jumlah part minimum teoritis (NM)	21
Total biaya perakitan (CM) per produk	618.4256
Design Efficiency	0.1059 (10,59%)
Jumlah part produk yang dapat dirakit	76
Banyaknya langkah perakitan berdasarkan assembly chart	26

# KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian perencanaan desain mesin poles metalografi dengan uji simulasi body/rangka model dan perhitungan analisa assembly menggunakan metode boothroyd dewhurst, maka dapat disimpulkan bahwa :

- Berdaasrkan hasil simulasi rangka mesin poles metalografi dengan beban total 9,1 Kg termasuk dalam kategori aman digunakan, karena memiliki nilai safety factor lebih dari 1
- Dari analisa yang dilakukan didapatkan hasil simulasi berupa von mises stress sebesar 7,82986 MPa, displacement sebesar 0,0587477 mm, strain sebesar 0,0000352366 ul dan safety factor sebesar 26,43.
- Berdasarkan hasil dari nilai analisis DFA mesin poles metalografi mendapatkan nilai efisiensi perakitan secara teori sebesar 10,59% dengan jumlah waktu teoritis sebesar 594,64 s

# Referensi

- [1] Mulyanto, T. (2016). Rancang Bangun Mesin Amplas dan Poles Untuk Proses Metalografi.
- [2] Rusdi, N., Appollo, & Arysad suyuti, M. (2018). Rancang Bangun Mesin Polishing Sebagai Alat Bantu Praktikum. Prosiding Seminar Hasil Penelitian, 2018, 24–29.
- [3] Susetyo, F. B., Muslih, M., Febrianto, M. A., & Basori, B. (2021). Rancang Bangun Mesin Poles Piringan Tunggal (Single Disc) Untuk Proses Metalografi. *Jurnal Ilmiah Giga*, 24(1), 17. Ariwibowo, D., Sutrisno, S., Mrihardjono, J., Wijayanto, B., & Prasetyo, B. (2022). Konsep Desain Mesin Panen Garam Kendali Manusia Berkapasitas 25 kg per Batch. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 17(3). <https://doi.org/10.32497/jrm.v17i3.3489>
- [4] Ismail, R., Munadi, M., Ahmad, Z. K., & Bayuseno, A. P. (2019). Analisis Displacement dan Tegangan von Mises Terhadap Chassis Mobil Listrik Gentayu. *ROTASI*, 20(4). <https://doi.org/10.14710/rotasi.20.4.231-236>
- [5] Ilyandi, R., Arief, D. S., Indra, T., & Abidin, P. (2015). Analisis Design For Assembly (DFA) Pada Prototipe Mesin Pemisah Sampah Material Ferromagnetik Dan Non Ferromagnetik. *JomFTEKNIK*, 2(1), 1–10.
- [6] Yovita, R., & Yogasara, T. (2016). PENERAPAN METODE BOOTHROYD-DEWHURST DALAM PERANCANGAN ULANG PRODUK “RICHTPRESSE” ( Studi Kasus di PT. Budi Agung Periang ).
- [7] Boothroyd, G. (1994). Product design for manufacture and assembly. *Computer-Aided Design*, 26(7), 505–520.

