

Design of a Wood Cutting Machine Using a Rotating Saw Blade with an Adjustable Angle

[Perancangan Mesin Pemotong Kayu Menggunakan Pisau Gergaji Putar Dengan Sudut Dapat Diatur]

Fikri Ade Baihaqi Alamsyah¹⁾, Mulyadi²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Email Penulis Korespondensi: mulyadi@umsida.ac.id.

Abstract. *The purpose of this research is to develop a design for a wood cutting machine table using a circular saw that can adjust angles from 45° to 90° using AutoCAD 2021 software. The research methodology includes Design For Assembly (DFA). The burner stove design concept is evaluated based on ease of manufacturing, operational efficiency, and assembly efficiency using Design For Assembly (DFA) analysis. The analysis shows that concept A is more efficient with an assembly time of 113.69 seconds and a design efficiency of 0.168%. The simulation results indicate a maximum von Mises stress of 60.279 MPa, a maximum displacement of 1.21 mm, and a safety factor of 3.41, indicating a higher safety margin. Concept A is chosen for its efficiency and ease of production.*

Keywords – Prototype, Option Concept, DFA, safety factor, efficiency

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain meja mesin pemotong kayu menggunakan circular saw yang dapat merubah sudut 45°-90° Dengan menggunakan perangkat lunak Autocad 2021. Metode penelitian yang digunakan meliputi Design For Assembly (DFA). Konsep desain kompor burner dievaluasi berdasarkan kemudahan manufaktur, operasional, dan efisiensi perakitan menggunakan analisis Design For Assembly (DFA), yang menunjukkan konsep A lebih efisien dengan waktu perakitan 113,69 detik dan desain efisiensinya 0,168%, sedangkan hasil simulasinya memiliki tegangan von mises stress maksimum sebesar 60,279 Mpa, displacement maksimum sebesar 1,21 mm, dan faktor keamanan (safety of factor) yang diperoleh sebesar 3,41 dimana safety factor menunjukkan lebih aman.. Konsep A dipilih karena lebih efisien dan mudah diproduksi.*

Kata Kunci – prototipe, pemilihan konsep, DFA, safety factor, efisiensi

I. PENDAHULUAN

Kayu adalah bahan material yang sangat umum dan penting dalam berbagai industri dan konstruksi. Berbagai aplikasi yang luas, mulai dari konstruksi dasar hingga pembuatan furnitur, menunjukkan kegunaan serbaguna kayu. Keunggulan kayu terletak pada sifat-sifatnya yang berbeda-beda seperti daya tahan, ketahanan terhadap cuaca, kemudahan dalam pemrosesan, dan fleksibilitas untuk digunakan dalam berbagai produk [1]. Sifat-sifat ini sangat bervariasi tergantung pada jenis kayu, metode penggergajian, dan arah pemotongan yang digunakan. Dengan demikian, kayu tetap menjadi salah satu bahan mentah yang sangat berharga dan diperlukan dalam berbagai sektor industri [2].

Sebagai contoh industri mebel yang tidak ingin tertinggal dalam pemanfaatan modernisasi teknologi yang sudah ada. Sejauh ini, hanya sedikit perhatian yang diberikan pada penelitian mengenai proses pemotongan dalam aplikasi utama pengolahan kayu (produksi kayu). Pengerjaan kayu yang optimal dalam hal efisiensi energi dan akurasi pemotongan yang tinggi memainkan peran penting dalam produksi kayu yang hemat biaya dan investasi dalam pengembangan teknis [3].

Tetapi seiring berjalannya waktu, penggunaan alat gergaji tangan mulai meredup dan beralih ke metode modern, yakni mesin gergaji. Dengan adanya mesin gergaji industri kayu dapat meningkatkan hasil produksi dengan cepat dan menciptakan hasil yang lebih memuaskan [4]. Gergaji merupakan salah satu alat yang biasa difungsikan untuk mengurangi permukaan, memperhalus, memotong, dan mengasah [5]. Gergaji mesin banyak dijumpai di tempat kerja sebagai memotong bahan yang sangat banyak.

Pada umumnya mesin gergaji difungsikan untuk menggerinda atau pemotongan logam dan non-logam, Namun sebelum kita memulai proses pemotongan benda kerja, penting untuk memilih jenis alat potong yang tepat, seperti menggunakan batu atau mata pisau, sesuai dengan karakteristik benda kerja yang akan diolah, Mesin grinder juga dapat memotong pada benda kerja selain logam yaitu seperti beton, kayu, genteng, keramik, bata, kaca, batu alam, dan lain-lain, namun pada penggunaan mesin gerinda untuk benda kerja yang memiliki risiko yang lebih tinggi, baik logam maupun non-logam, sangat penting untuk memastikan penggunaannya dengan hati-hati dan sesuai prosedur yang benar [6].

Kemajuan teknologi suatu hal yang tak dapat dielakkan dalam kehidupan ini, sebab perkembangan teknologi akan selalu sejalan dengan kemajuan dalam bidang ilmu pengetahuan [7]. Mereka melihat potensi besar dalam meningkatkan efisiensi produksi, dan menciptakan produk berkualitas tinggi dengan tingkat responsivitas yang lebih tinggi terhadap permintaan pasar [8]. Dengan adanya kemajuan teknologi tentu saja meningkatkan semangat manusia untuk bersaing membuat inovasi baru yang bertujuan untuk dapat memenuhi kebutuhan perkembangan teknologi mesin yang telah dipergunakan oleh berbagai sektor industri [9]. Sebagai contoh teknologi desain, khususnya desain 3D dengan realitas virtual visual, teknologi desain ini sudah mempengaruhi banyak cara berpikir para desainer di seluruh dunia. Pengaruh itulah yang dapat menyebabkan terjadinya suatu perubahan dalam proses produksi desain, Beralih dari menggambar manual ke desain menggunakan aplikasi komputer. Desain komputer ini berfungsi sebagai alat bantu untuk menyederhanakan tugas desain, namun nilai estetika suatu karya desain tetap bergantung pada ide dan pemikiran dari arsitek atau desainernya. Oleh karena itu, tanggung jawab atas kualitas karya desain tetap berada pada mereka.

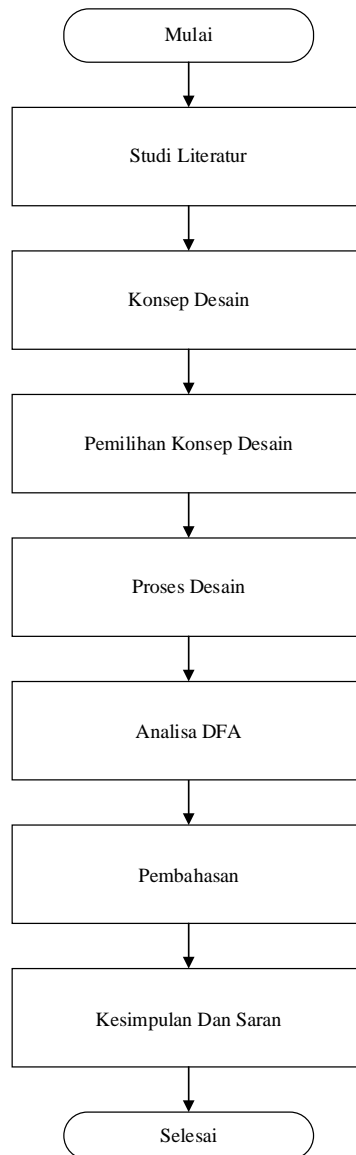
Metode Design for Manufacturing and Assembly (DFMA) dapat didefinisikan sebagai design part atau product yang ditujukan sebagai menyederhanakan proses pembuatan product/ manufaktur dan memfasilitasi proses assembly dengan menggabungkan komponen lain untuk membentuk suatu produk yang dapat menyatu [10]. Di sisi lain, jika dipertimbangkan secara terpisah, *Design for Assembly* (DFA) merujuk pada desain produk atau komponen yang memudahkan dan menyederhanakan proses perakitan bersama dengan komponen lainnya.

Banyak teknologi baru yang bermanfaat bagi pengguna dan berbagai aspek kehidupan. Dari berbagai macam aplikasi yang begitu banyak dengan salah satu contohnya aplikasi *Computer Aided Design* (CAD), dapat di pakai untuk membuat prototype desain 3D meja gergaji pemotong kayu. CAD dapat membantu proses desain gambar meja secara rinci dan spesifik [11]. Berdasarkan studi literatur tersebut maka dalam penelitian ini mengambil tema perancangan desain prototype meja pemotong kayu. Pada perancangan Prototype pemotong kayu ini, peneliti menggunakan menggunakan aplikasi CAD (INVENTOR 2021). Fungsi CAD ini membantu memvisualkan perancangan agar mudah pada saat pembuatan prototype.

II. METODE

A. Diagram Alur Penelitian

Pada diagram alir Gambar 1, dibuat supaya penelitian ini dapat terlaksana sesuai dengan tahapan dan menghindari kerancuan pada saat melakukan penelitian. Diagram alir dimulai dari studi literatur, konsep desain, pemilihan konsep desain, proses desain, analisa dfa, dan pembahasan.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

B. Konsep Desain

Berdasarkan hasil dari studi literatur dan latar belakang, maka akan disusun konsep desain menjadi dasar pengembangan dan perancangan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh para operator gerinda. Berdasarkan hasil dari studi literatur dan latar belakang, maka akan disusun konsep desain menjadi dasar pengembangan dan perancangan sesuai dengan yang dibutuhkan oleh para operator gerinda. Konsep desain pada penelitian ini diambil dari penelitian terdahulu [12].

C. Pemilihan Konsep Desain

Di dalam sebuah konsep desain pasti memiliki kelebihan dan kekurangan. Maka dari itu, pemilihan dari konsep desain merupakan proses penilaian dengan memperhatikan beberapa faktor untuk dilakukan penyelidikan, pengujian dan pengembangan lebih lanjut. Ada beberapa kriteria yang menjadi dasar pemilihan dari sebuah konsep desain antara lain :

1. Kemudahan dalam proses manufaktur.
2. Kemudahan dalam penanganan dan perawatan.
3. Fleksibilitas fungsional.

D. Proses Desain

Perancangan komponen Gergaji Mesin didasarkan atas desain terpilih yang memenuhi kriteria pemilihan konsep. Untuk mengetahui apakah desain sudah sesuai dengan harapan, maka pada tahap ini akan dilakukan perancangan dan pengembangan produk. Langkah-langkah yang dilakukan pada tahap perancangan dan pengembangan produk adalah.

1. Analisa DFA (*Design For Assembly*)

Analisa DFA dilakukan untuk mengetahui pemilihan komponen mesin apakah dapat terpasang dengan konsep desain yang telah ditentukan, dan untuk menentukan parameter operasional yang menyelesaikan atau menjawab pada persoalan biaya dan waktu perakitan.

2. Analisis Fungsi (*Function Analysis*)

- Identifikasi fungsi utama produk.
- Prioritaskan fitur yang esensial untuk mencapai tujuan produk.

3. Analisis Komponen (*Component Analysis*)

- Evaluasi kompleksitas dan kebutuhan setiap komponen.

4. Analisa Manual *Assembly*

Proses *assembly* secara manual dapat dibagi menjadi dua :

- a) *Handling (acquiring and grasp, moving, and orienting the part)*
- b) *Insertion dan Fastening*

Pada kedua proses tersebut akan ditemui banyak sekali hambatan dan kesulitan yang harus dikurangi atau dihilangkan pada saat proses manufaktur komponen.

5. Manual *Handling*

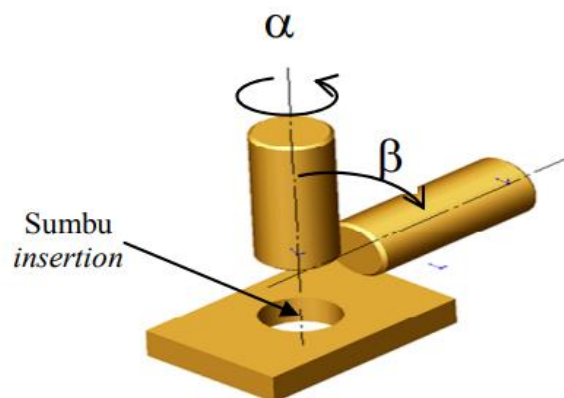
Dalam rangka efektifitas waktu untuk *handling* maka hal-hal yang harus diperhatikan pada saat perancangan komponen agar mempermudah *assembly* adalah :

- a) Apakah komponen bias diambil dan dimanipulasi dengan :

- Satu tangan
- Satu tangan dengan bantuan alat
- Dua tangan
- Dua tangan dengan bantuan alat

- b) Orientasi (*Part Symmetry*)

Yaitu berapa derajat benda dapat diputar tegak lurus garis sumbu (α), atau segaris sumbu (β) untuk reorientasinya seperti Gambar 3.



Gambar 2. Prinsip Rotasi Simetri *Alfa* dan *Beta*

6. Ketebalan produk

- Ketebalan untuk silinder didefinisikan sebagai radiusnya.
- Ketebalan untuk non silinder adalah tinggi maksimal dari permukaan plat.

7. Ukuran komponen

Ukuran part didefinisikan sebagai ukuran dimensi nondiagonal paling besar dari *outline part* ketika diproyeksikan pada permukaan plat.

8. Analisa *Manual Insertion and fastening*

Penggabungan komponen dengan komponen lainnya atau dengan *sub-assembly* yang terdiri dari :

a) *Insertion*

Pada saat *insertion* harus dihindari hal-hal sebagai berikut

- *Holding* adalah tindakan atau proses memegang dan menahan objek atau komponen secara tetap selama tahap-tahap produksi atau perakitan.
- *Alignment* adalah proses mengatur atau menyelaraskan komponen atau bagian dalam suatu sistem untuk memastikan bahwa semuanya berada pada posisi yang benar dan sesuai.

b) *Fastening*

Fastening merujuk pada proses menggabungkan suatu komponen dengan komponen lain secara tetap atau terkunci. Waktu yang diperlukan untuk *fastening* bergantung pada sejauh mana akses dan pandangan terhalang untuk mencapai lokasi komponen.

Tabel *Matriks Boothroyd-Dewhurst* digunakan untuk menggambarkan nilai-nilai yang diperoleh dari kombinasi kondisi-kondisi tersebut. Hasilnya kemudian diorganisir dalam bentuk tabel matriks untuk penanganan manual dan proses insertion.

9. Analisa Efisiensi Perakitan

Mengetahui sejauh mana tingkat efisiensi perakitan dari suatu produk *assembly* dengan menggunakan rumus :

$$E = NM \cdot ta / TM$$

Dimana :

E = Desain Efisiensi (DFA)

NM = Jumlah part minimum secara teoritis

ta = Waktu perakitan dasar tiap part

TM = Jumlah waktu perakitan seluruh part

Untuk menghitung efisiensi tersebut, angka atau nilai waktu *assembly* dari gambar tabel matrik dimasukan kedalam *DFA worksheet*.

Key:

	ONE HAND
--	----------

		Part are easy to grasp and manipulate				Part present handling difficulties(1)						
		Thickness >2mm		Thickness < 2mm		Thickness >2mm		Thickness < 2mm				
		Size < 15 mm	6mm ≤ size ≤ 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	Size < 15 mm	6mm ≤ size ≤ 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Part can be grasped and manipulation 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
	$360^\circ < (\alpha+\beta) < 540^\circ$	1	1.5	1.8	2.25	2.06	2.55	2.25	2.57	3.06	3	3.38
	$540^\circ < (\alpha+\beta) < 720^\circ$	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 need tweezers for grasping and manipulation								Parts need standard tools other than tweezers	Parts need special tools for grasping and manipulation								
		Parts cab be manipulated without optical magnification				Parts require optical magnification for manipulation													
		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)		Parts are easy to grasp and manipulate		Parts present handling difficulties (1)											
		Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	Thickness > 0,25mm	Thickness ≤ 0,25mm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Part can be grasped and manipulation by one hand but only with the use of grasping tools	$\alpha \leq 180^\circ$	$0^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$	4	3.6	6.85	4.35	7.6	5.6	8.35	6.35	8.6	7	7						
	$\alpha \leq 180^\circ$	$\beta = 360^\circ$	5	4	7.25	4.75	8	6	8.75	6.75	9	8	8						
	$\alpha = 360^\circ$	$\alpha \leq \beta \leq 180^\circ$	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						

	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	6mm ≤ size < 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	Size < 15 mm	6mm ≤ size < 15mm	Size < 6 mm	Size > 6 mm	Size ≤ 6 mm	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Parts severely nest or tangle or flexible but can be grasped and lifted by one hand (with the use of grasping tools if necessary) (2)	8	4.1	4.5	5.1	5.6	6.75	5	5.25	5.85	6.35	7

Gambar 3. Tabel Perhitungan Waktu Handling

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)	
	0	1	2	3	6	7	8	9	
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
Due to obstructed access or restricted vision (2)	1	4	5	5	6	8	9	9	10
Due to obstructed access and restricted vision (2)	2	5.5	6.5	6.5	7.5	9.5	10.5	10.5	11.5

	No screwing operation or plastic deformation immediately after insertion (snap/press fit, crimp, spire, nuts, etc.)		Plastic deformation immediately after insertion				Screw tightening immediately after insertion		
	Easy to align and position with no resistance to insertion (4)	Not easy to align or position during assembly and/or resistance to insert (5)	Plastic bending or torsion		Riveting or similar operation		Easy to align and position with no torsional resistance (6)	Not easy to align or position and/or torsional resistance (6)	
			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)	0	9	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Part and associated tool (including hands) can easily reach the desired location and the tool can be operated easily	3	2	5	4	5	6	7	8	8
Due to obstructed access or restricted vision (2)	4	4.5	7.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.5	10.5
Due to obstructed access and restricted vision (2)	5	6	9	8	9	10	11	12	12

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			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 insertions, etc.)	
	Bending or similar processes	Riveting or similar processes	Screw tightening or other processes	Bulk plastic deformation (large proportion of part is plastically deformed during fastening)	No additional material required (e.g. resistance, friction welding etc.)	Additional material required					
						Soldering processes	Weld/braze processes				
Assembly processes where all solid parts are in place	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	9	4	7	5	12	7	8	12	12	9	12

Gambar 4. Tabel Perhitungan Waktu *Insertion*

10. Analisa DFMA (*Design For Manufacture and Assembly*)

Analisa DFMA dilakukan untuk mengetahui apakah perakitan komponen mesin dapat memudahkan proses manufaktur, dan proses perakitan dengan komponen lain untuk menjadi satu kesatuan produk.

Dalam mendesain sebuah produk, metode DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*) merupakan metode pendekatan yang digunakan untuk mengurangi kompleksitas produksi dan perakitan produk. Tujuan utama dari analisis DFMA adalah untuk membuat desain produk yang mudah dibuat dan dirakit, sehingga dapat mengurangi biaya produksi dan meningkatkan efisiensi [13]. Analisis DFMA dibagi menjadi beberapa tahapan untuk memudahkan pemahaman dan implementasi. Berikut adalah pembagian analisa DFMA dalam beberapa langkah.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Konsep Desain

Pengembangan konsep Gergaji Mesin ini berdasarkan atas konsep referensi seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Kemudian diwujudkan kedalam *list of requirement* pada Tabel 1. Nantinya alat ini memiliki desain yang simpel, minimalis, dan estetika tanpa mengurangi keamanan dan kenyamanan bagi para penggunanya, selain itu bahan-bahan yang digunakan pada alat ini sangat ergonomis atau tidak memakan banyak biaya.



Gambar 5. Konsep Referensi Desain Meja Gergaji Mesin

Dalam pengembangan konsep desain ini ada beberapa kriteria yang perlu dilakukan supaya pemilihan konsep desain sesuai dengan harapan yang diinginkan diantaranya adalah.

1. Kemudahan Dalam Operasional

Sebagai salah satu alat bantu di dapur, kompor merupakan bagian penting dalam kegiatan memasak. Maka dari itu syarat dari desain Gergaji Mesin adalah dapat dioperasikan dengan mudah tanpa mengurangi kenyamanan dan keamanan bagi penggunaannya.

2. Produk yang Sempel

Gergaji Mesin ini didesain dengan sesederhana mungkin dengan pemilihan bahan yang ringan dan kuat sehingga nantinya mempunyai bentuk yang minimalis dan estetika.

B. Penyusunan List of Requirement

Dari hasil penelitian Gergaji Mesin daftar kebutuhan (*list of requirement*) disusun dan digunakan sebagai dasar pengembangan produk. Daftar kebutuhan pengembangan Gergaji Mesin seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Kebutuhan (*List of Requirement*) Gergaji Mesin

No	Uraian Kebutuhan	Keterangan
1	Spesifikasi dan Geometri	- Dimensi Gergaji Mesin sesuai standart - Bentuk Gergaji Mesin sesuai standart
2	Aman dan Nyaman	- kuat menahan beban sebesar 100 kg - Nyaman dalam pengoperasian pemotongan
3	Material dan Komponen	- Besi siku dengan ukuran 4x4 - Komponen alat banyak tersedia di pasaran
4	Fungsi	- Berfungsi sebagai pemotongan kayu sudut
5	Pemeliharaan	- Semua komponen mudah untuk di <i>assembly</i> - Setiap <i>part</i> mudah untuk dibersihkan
6	Manufaktur	- Semua <i>part</i> bisa di manufaktur dengan proses permesinan konvensional dan non konvensional

C. Pemilihan Konsep

Adapun beberapa kriteria agar pemilihan konsep desain mesin gergaji potong sesuai dengan harapan yang diinginkan, di antaranya adalah:

1. Kemudahan Dalam Operasional

Sebagai salah satu alat bantu di bengkel, mesin gergaji potong merupakan bagian penting dalam kegiatan pemotongan material. Oleh karena itu, desain mesin gergaji potong harus mudah dioperasikan tanpa mengurangi kenyamanan bagi penggunanya.

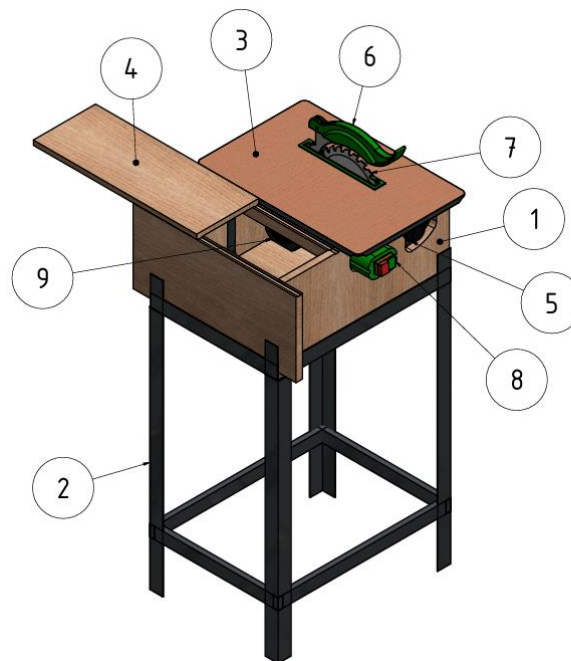
2. Produk yang Sempel

Mesin gergaji potong ini didesain sesederhana mungkin dengan pemilihan bahan yang ringan dan kuat, sehingga memiliki bentuk yang minimalis, estetis, dan mampu menompang beban maksimal tanpa mengurangi keamanan bagi penggunanya.

Maka berdasarkan kriteria tersebut, konsep desain yang sudah ada akan dibandingkan, nantinya konsep yang memiliki keunggulan akan dipilih untuk dikembangkan ke tahap perancangan produk. Berikut merupakan konsep dari mesin gergaji potong.

1. Konsep Meja Gergaji A

Konsep yang pertama (Konsep A) rangka meja gergaji menggunakan material jenis baja JIS G 3101 SS 400 profil siku 4 x 4. Dimensi ukuran rangka meja gergaji mesin dengan panjang 526 mm, tinggi 840 mm, dan lebar 394 mm. Memiliki alas meja dengan panjang 526mm dan lebar 500mm. Menggunakan motor 600 W dan ukuran pisau 8”.



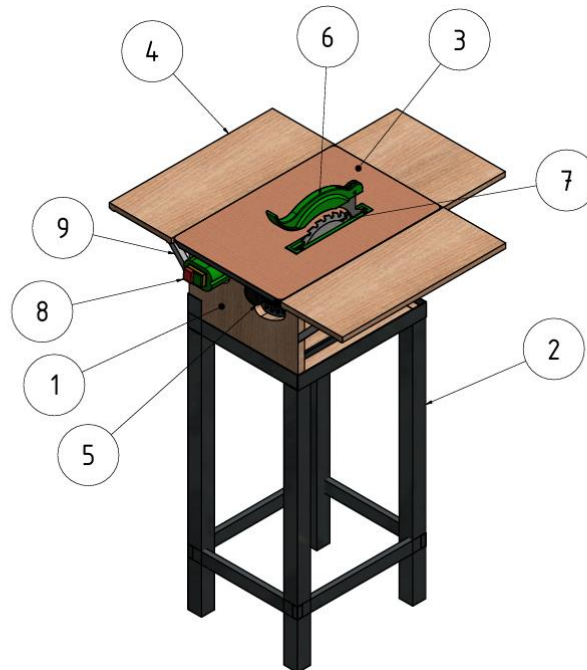
Gambar 6. Konsep Desain A

Pada Gambar 6 menunjukkan bagian-bagian dari Gergaji Mesin yang terdiri dari :

- | | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| 3. Body meja gergaji | 9. Pembuangan sisa material |
| 4. Rangka kaki gergaji siku L 4x4 | 10. Cover mata gergaji |
| 5. Alsa meja gergaji 526mm x 500mm | 11. Kunci Pengaturan Sudut |
| 6. Papan geser | 12. Mata Gergaji |
| 7. Motor 600 W | 13. Cover Pisau Gergaji |
| 8. Tombol ON OFF | |

2. Konsep Meja Gergaji B

Konsep yang kedua (Konsep B) pada bagian rangka meja gergaji mesin menggunakan material jenis Baja Persegi (*Square Hollow Section/SHS*) Profil 4 x 4. Dimensi ukuran rangka meja gergaji mesin dengan panjang 394 mm, tinggi 840 mm, dan lebar 335 mm. Memiliki alas meja dengan panjang 526mm dan lebar 500mm. Menggunakan motor 1200 W dan ukuran pisau 6".




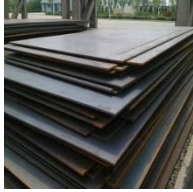




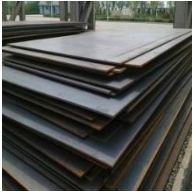





Gambar 7. Konsep Desain B

Pada Gambar 7 menunjukkan bagian-bagian dari Gergaji Mesin yang terdiri dari :

1. Meja gergaji 717 mm x 691mm
2. Meja lipat
3. Mata gergaji
4. Badan meja gergaji
5. Tombol *On* dan *Off*
6. Kunci Pengaturan Sudut
7. Alas meja
8. Rangka Kaki Gergaji holo 4x4
9. Engsel

Dalam proses pemilihan konsep, terdapat beberapa opsi *part* yang akan digunakan yang ditunjukkan pada tabel *morfologi* di bawah ini. Dimana *part-part* tersebut harus memenuhi syarat utama yaitu ergonomis dan banyak tersedia di pasaran.

Tabel 2. Pemilihan Material

No	Option	Konsep A	Konsep B
1	Badan Meja	 Kayu	 Plat
2	Rangka Meja	 Besi Siku L	 Besi Holo
3	Mata Potong	 Circular saw 8"	 Circular saw 6"
4	Alas Meja	 Plat besi	 Triplek
5	Penggerak	 Dynamo 600 watt	 Dynamo 1200 watt
6	Saklar	 Saklar tombol	 Rotary Switch

Kemudian pada tabel 3 berikut ini, merupakan perbandingan dari konsep desain A dan konsep desain B yang masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan tersendiri.

Tabel 3. Kelebihan Dan Kekurangan Desain A Dan B

	Kelebihan	Kekurangan
Konsep A	- Kemudahan dalam pengoperasian pemotongan - Lebih efisien dalam perakitan - Komponen lebih sedikit	- Alas kurang lebar
Konsep B	- Kemudahan dalam pengoperasian - Alas pemotongan lebih Lebar	- Komponen lebih banyak - Kurangnya efisien dalam perakitan

Tabel 4. Spesifikasi Material Baja JIS G 3101 SS 400

Nama Material	Young's Modulus	Yield Strength	Tensile Strength	Mass Density
JIS G 3101 SS 400	190 GPa	205 Mpa	360 MPa	7860 kg/m ³

Hasil Perhitungan *Desain For Assembly* (DFA) Pada Gergaji Mesin Pada Konsep A

Sebagai akhir dari proses penerapan *Desain For Assembly* (DFA) adalah membuat desain baru yang efektif dengan indek efisiensi yang lebih besar. Hasil analisa dan perhitungan pada tiap komponen Gergaji Mesin dimasukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 5. Perhitungan *Desain For Assembly* Gergaji Mesin

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Part ID No</i>	<i>Name Of Assembly</i>	<i>Number Of Time The Operation Is Carried Out Consecutivity</i>	<i>Manual Handling Code</i>	<i>Manual Handling Time Per Part</i>	<i>Manual Insertion Code</i>	<i>Manual Insertion Time Per Part</i>	<i>Operation Time, Second = [(5) + (7)]</i>	<i>Operation Cost (Rp) x (8)</i>	<i>Figures For Estimation Of Theoretical Minimum Part</i>
1	Meja Gergaji	1	8.3	5.6	9.6	12	17.6		0
2	Rangka Kaki Gergaji	1	8.3	5.6	9.6	12	17.6		0
3	Jalur Pembuangan Serbuk	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		0
4	Dinamo	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1
5	Dudukan Dinamo dan Mata Gergaji	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1
6	Tombol ON OFF	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1
7	Meja Geser	1	0.3	1.69	0.0	1.5	3.19		1
8	Baut	10	0.3	1.69	0.0	1.5	31.9		1

9	Kunci Pengaturan Sudut	2	0.3	1.69	0.0	1.5	3.19	1
10	Mata Gergaji	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69	1
11	Cover Pisau Gergaji	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69	1
Total		20					113.69	8
							TM	CM
								NM

Hasil dari waktu perakitan dari desain Gergaji Mesin adalah 113,69 detik.

$$E = NM \cdot \frac{ta}{TM}$$

$$E = \frac{3 \times 8}{113.69}$$

$$E = 0,211$$

E. Hasil Perhitungan *Desain For Assembly* (DFA) Pada Gergaji Mesin Pada Konsep B

Sebagai akhir dari proses penerapan *Desain For Assembly* (DFA) adalah membuat desain baru yang efektif dengan indek efisiensi yang lebih besar. Hasil analisa dan perhitungan pada tiap komponen Gergaji Mesin dimasukkan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 6. Perhitungan *Desain For Assembly* Gergaji Mesin

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Part ID No</i>	<i>Name Of Assembly</i>	<i>Number Of Time The Operation Is Carried Out Consecutivity</i>	<i>Manual Handling Code</i>	<i>Manual Handling Time Per Part</i>	<i>Manual Insertion Code</i>	<i>Manual Insertion Time Per Part</i>	<i>Operation Time, Second = [(5) + (7)]</i>	<i>Operation Cost (Rp) x (8)</i>	<i>Figures For Estimation Of Theoretical Minimum Part</i>
1	Meja Gergaji	1	8.3	5.6	9.6	12	17.6		0
2	Rangka Kaki Gergaji	1	8.3	5.6	9.6	12	17.6		0
3	Jalur Pembuangan Serbuk	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		0
4	Dinamo	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1
5	Dudukan Dinamo dan Mata Gergaji	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1
6	Tombol ON OFF	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1
7	Meja Lipat	3	0.3	1.69	0.0	1.5	9.57		1
8	Baut	10	0.3	1.69	0.0	1.5	31.9		1
9	Kunci Pengaturan Sudut	2	0.3	1.69	0.0	1.5	3.19		1
10	Mata Gergaji	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69		1

11	Cover Pisau Gergaji	1	0.3	1.69	9.2	5	6.69	1	
12	Engsel Meja	6	0.3	1.69	9.2	5	40.14	1	
Total		20					160,14	9	
							TM	CM	NM

Hasil dari waktu perakitan dari desain Gergaji Mesin adalah 160,14 detik.

$$E = NM \cdot \frac{ta}{TM}$$

$$E = \frac{3 \times 9}{160,14}$$

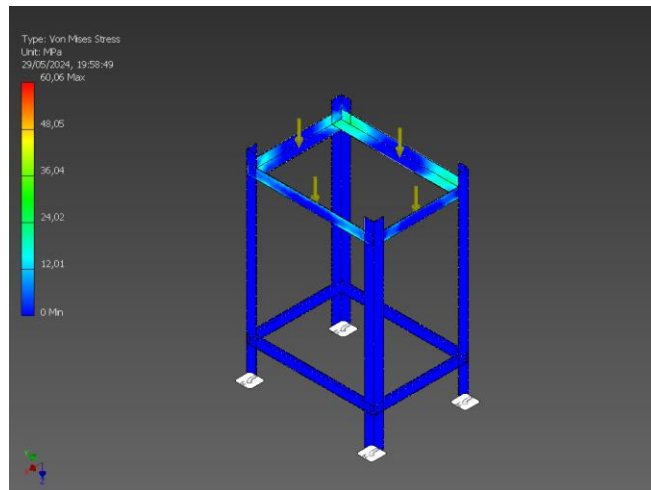
$$E = 0,168$$

Dari hasil Analisa perbandingan efisiensi konsep a dan konsep b maka dapat diketahui bahwa konsep a lebih cepat dalam waktu perakitan. Berdasarkan dari penggunaan bahan konsep a lebih terjangkau dari pada konsep b. Oleh sebab itu dipilih konsep A untuk dilakukan proses simulasi dan selanjutnya dilakukan proses manufaktur.

F. Analisa Kekuatan Rangka Gergaji Mesin Menggunakan Inventor 2021

Pada rangka meja salah satu menjadi penopang sekaligus tempat komponen lainnya yang terpasang menggunakan baja JIS G 3101 SS 400. Direncanakan rangka meja dapat mampu menopang beban sekitar 100 kg. dengan dimensi tinggi: 100 cm, lebar: 51 cm, dan panjang: 53 cm, dengan menggunakan *Inventor 2021* akan memperlihatkan simulasi tegangan dan regangan pada rangka mesin yang terjadi ketika diberikan beban sekitar 100 kg. Berikut beberapa hasil dari simlasi yang dilakukan.

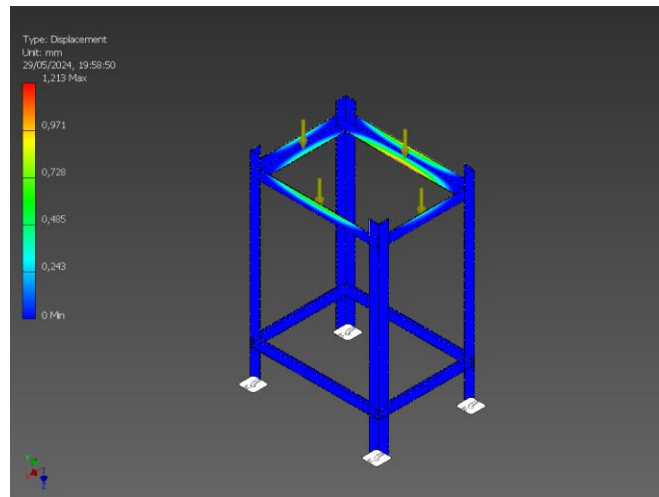
1. Von Meises



Gambar 8. Von Meises

Gambar 7 menunjukkan hasil dari simulasi tegangan (*von misses stress*) maksimum didapat sebesar 60,279 Mpa ditandai dengan diagram berwarna merah yang berarti mendekati batas maksimum kekuatan material. Sedangkan tegangan *von misses* minimum didapat sebesar 0 Mpa ditandai dengan diagram berwarna biru yang berarti tidak terjadi pembebanan.

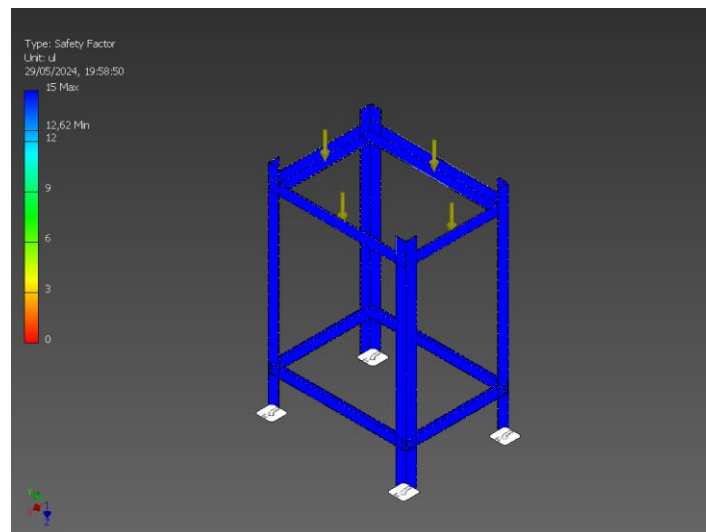
2. Displacement



Gambar 9. Displacement

Hasil *displacement* maksimum pada rangka kompor dengan material JIS G 3101 SS 400 menghasilkan nilai *displacement* maksimum sebesar 1,21 mm yang ditandai dengan diagram berwarna merah dimana pada titik tersebut terjadi pembebanan yang cukup besar. Hasil simulasi lendutan (*displacement*) dapat dilihat pada Gambar 8.

3. Safety Factor



Gambar 10. Safety Factor

Hasil simulasi menggunakan *software Inventor* pada rangka meja gerinda dengan material baja JIS G 3101 SS 400 berikut perhitungan nilai *safety factor* yang di ijinan :

$$n = \frac{S_y}{\sigma_e}$$

$$n = \frac{205}{60,059}$$

$$n = 3,41 > 1$$

Dimana :

n = Faktor keamanan

S_y = *Yield Strength*

σ_e = Tegangan *Von Misses* Maksimum Analisa

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sesuai dengan topik didalam penulisan artikel ini, dimana pada bagian rangka kaki meja gerinda menggunakan material baja JIS G 3101 SS 400 profil siku 4 x 4 dengan memiliki dimensi keseluruhan yaitu panjang 394 mm, tinggi 840 mm, dan lebar 335 mm. Kemudian dalam proses mendesain menggunakan *software* CAD (INVENTOR 2021), menghasilkan dua konsep desain yaitu konsep A dan konsep B. Dari kedua konsep tersebut, selanjutnya dianalisis menggunakan metode DFA (*Design For Assembly*) dimana metode ini bertujuan untuk mengurangi kompleksitas produksi dan meningkatkan efisiensi. Hasil yang didapat menunjukkan konsep A lebih efisien dengan waktu perakitan 113,69 detik dan desain efisiensinya 0,168%, sedangkan hasil simulasinya memiliki tegangan *von mises stress* maksimum sebesar 60,279 Mpa, *displacement* maksimum sebesar 1,21 mm, dan faktor keamanan (*safety of factor*) yang diperoleh sebesar 3,41 dimana *safety factor* menunjukkan lebih aman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sidoarjo yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang bermanfaat serta rekan teman kelas, maupun teman teman seperjuangan yang telah membantu untuk menyelesaikan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. Kusnindar, "Karakteristik Mekanik Kayu Kamper Sebagai Bahan Konstruksi," *J. Mektek*, vol. 7, no. 1, pp. 41–47, 2005, [Online]. Available: file:///C:/Users/user/Downloads/351-1193-1-PB.pdf
- [2] S. Somayaji, "Civil Engineering Materials. Prentice–Hall," *Inc., 351p., New Jersey*, 1995.
- [3] V. Nasir and J. Cool, "Optimal power consumption and surface quality in the circular sawing process of Douglas-fir wood," *Eur. J. Wood Wood Prod.*, vol. 77, pp. 609–617, 2019.
- [4] W. K. & A. Saidah, "Rancang Bangun Mesin Pemotong Penggosok Logam Dan Non Logam Metal and Non Metal Cutting Machine Design," *J. UTA 45 Jakarta*, vol. 7, pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.52447/jktm.v7i1.5944>
- [5] W. T. Bhirawa, D. A. N. Hari, P. Studi, T. Industri, U. D. Marsekal, and A. D. Gerinda, "Perancangan Dudukan Mesin Gerinda Tangan Yang Ergonomis Dengan Menggunakan Metode Anthropometri," *J. Tek.*, vol. 11, no. 1, pp. 42–49, 2013, doi: 10.35968/jtin/v11i1/961.
- [6] E. H. I. Pradana and H. Mahmudi, "Rancang Bangun Alat Pemotong Sentrifugal dan Aplikasi Sistem Pneumatik," in *Prosiding SEMNAS INOTEK (Seminar Nasional Inovasi Teknologi)*, 2020, pp. 305–310.
- [7] M. Ngafifi and M. Ngafifi, "ADVANCES IN TECHNOLOGY AND PATTERNS OF HUMAN LIFE IN SOCIO-CULTURAL PERSPECTIVE," no. 3, pp. 33–47.
- [8] B. Siallagan, "Inovasi Teknologi dalam Meningkatkan Daya Saing Industri Manufaktur," pp. 2–11.
- [9] Arasy Fahrudin and Mulyadi Mulyadi, "RANCANG BANGUN ALAT UJI HEAD LOSSES DENGAN VARIASI DEBIT DAN JARAK ELBOW 900 UNTUK SISTEM PERPIPAAN YANG EFISIEN," *Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 7, no. 1, pp. 32–35, 2018.
- [10] C. Langston and W. Zhang, "DfMA: Towards an integrated strategy for a more productive and sustainable construction industry in Australia," *Sustain.*, vol. 13, no. 16, 2021, doi: 10.3390/su13169219.
- [11] B. Kerja and S. Otomatis, "No Title," vol. 10, no. 2, pp. 25–31, 2018.
- [12] D. Kepada, F. Teknik, U. Negeri, M. Gelar, A. Madya, and C. Widayanto, "Perancangan mesin gergaji kayu untuk pengrajin rak buku proyek akhir," 2008.
- [13] K. Kartini, G. A. Sipayung, R. Ismail, J. Jamari, and A. P. Bayuseno, "Data transfer analysis of the homogeneous rough surface of a solid model into a CAE system with varying file data formats," *Cogent Eng.*, vol. 9, no. 1, 2022, doi: 10.1080/23311916.2022.2034265.
- [14] H. A. Putra and R. B. Jakaria, "Analysis of Design For Assembly (Dfa) in Exhaust Product Design Analisa Design For Assembly (Dfa) Pada Perancangan Produk Knalpot," vol. 1, no. 2, 2021.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.