

## ***MATERIAL OPTIMIZATION IN THE DESIGN OF CHUCK HARD JAW TYPE ZS SIZE 160 FOR COST SAVINGS IN PURCHASING PARTS FOR INDUSTRIAL TURNING MACHINES***

**Oktavianus Ardhian Nugroho<sup>1,\*</sup>, Robertus Didit Ritanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Diploma III Mesin Industri, Politeknik Industri ATMI, Kab.Bekasi, Jawa Barat,17520, Indonesia

<sup>2</sup>PT. ATMI Mikael Fortuna, Cikarang Utara, Kab. Bekasi, Jawa Barat,17520, Indonesia

\*E-mail: [ardhianatmi@gmail.com](mailto:ardhianatmi@gmail.com)

Diterima: 28-07-2022

Direvisi: 20-09-2023

Disetujui: 01-12-2023

### **ABSTRAK**

Pada mesin turning, bagian kritis bernama rahang cengkam atau *hard jaw* berfungsi sebagai pencengkam benda kerja selama proses machining. PT. Atmi Mikael Fortuna (PT.AMF) sering mengalami kendala dalam menggantinya karena harus mengimpor *hard jaw* tipe ZS-160 yang dihasilkan oleh RÖHM, sebuah produk Amerika. Proses penggantian ini memakan waktu lama dan memerlukan biaya tinggi. Tujuan penelitian ini adalah untuk secara mandiri merancang dan memproduksi *hard jaw* tipe ZS, dengan fokus pada pengurangan biaya dan waktu penggantian. Kolaborasi antara Politeknik Industri ATMI dan PT.AMF melibatkan perancangan, pembuatan, dan modifikasi *hard jaw*. Proses pemodelan menggunakan pemindai 3D dan *Coordinate Measuring Machine* (CMM) menghasilkan point cloud, yang selanjutnya dibersihkan dari noise dan diverifikasi menggunakan Software 3D SolidWorks. Mesin ARL 3460 digunakan untuk mengidentifikasi material yang paling sesuai, dengan hasil material Nr. 1.6582 (AISI 4340). Uji coba menunjukkan bahwa *hard jaw* yang dibuat dapat beroperasi secara optimal, dan pembuatan secara mandiri menghasilkan penghematan waktu dan biaya sebesar 28% untuk PT.AMF.

**Kata kunci:** *rahang cengkam; mesin turning; optimalisasi penggantian; pemindaian 3d; pengurangan biaya.*

### **ABSTRACT**

*In the realm of turning machines, a critical component known as the jaw chuck or hard jaw serves as the clamping mechanism for workpieces during machining processes. PT. Atmi Mikael Fortuna (PT.AMF) frequently encounters challenges in replacing these hard jaws, as they rely on importing ZS-160 type hard jaws manufactured by RÖHM, an American product. This replacement process is time-consuming and incurs high costs. The objective of this study is to independently design and manufacture ZS-type hard jaws, with a specific emphasis on reducing costs and replacement time. The collaboration between Politeknik Industri ATMI and PT.AMF involves the design, fabrication, and modification of hard jaws. The modeling process utilizes 3D scanning and Coordinate Measuring Machine (CMM), generating a point cloud that is subsequently cleaned of noise and verified using 3D SolidWorks Software. The ARL 3460 machine is employed to identify the most suitable material, resulting in material Nr. 1.6582 (AISI 4340). Trial experiments demonstrate the optimal performance of the manufactured hard jaws, and the independent production yields a significant 28% reduction in time and costs for PT.AMF.*

**Keywords:** *hard jaw; turning machine; replacement optimization; 3d scanning; cost reduction.*

## 1. PENDAHULUAN

Proses manufaktur memiliki banyak peran dalam perkembangan industri di Indonesia. Ada banyak proses manufaktur yang diketahui salah satunya adalah proses pembubutan atau sering disebut proses turning. Proses ini berfokus pada pembuatan benda kerja (BK) berbentuk silinder [1]. Jenis permesinan menggunakan jenis mesin perkakas turning masih menjadi proses yang paling banyak digunakan pada dunia manufaktur, terutama bagi perusahaan yang bergerak di bidang Special Purpose Machine (SPM) seperti pada PT.AMF. Jadi jika ada kerusakan pada salah satu bagian pada mesin turning akan sangat menghambat proses selanjutnya apalagi jika bagian tersebut sulit untuk didapatkan. Ada beberapa bagian dalam mesin turning [2], salah satunya adalah chuck. Chuck ini berfungsi sebagai alat pemegang BK untuk proses permesinan. Pada chuck ini ada sebuah bagian yang sering disebut *hard jaw*. Bagian ini yang langsung bersinggungan dengan BK, dimana part ini berfungsi menahan BK ketika diputar pada waktu pemakanan. Dalam beberapa kasus part ini mengalami kerusakan akibat waktu proses produksi yang tinggi. Studi yang dilakukan oleh Fatri Asa Muktika [3] di PT Mitra Rekatama Mandiri, kerusakan pada komponen mesin bubut di Perusahaan ini membuat produksi menjadi tidak lancar. Pada penelitiannya dengan didapatkan nilai kerugian terbesar pada reduced speed losses yaitu dari 82.5% menjadi 67.3%. Dari studi tersebut didapat bahwa setiap part pada mesin turning sangat penting, dan *hard jaw* merupakan salah satunya. Studi tentang *hard jaw* pernah dilakukan oleh Nefli [4]. Dalam penelitiannya membahas tentang perancangan alat bantu untuk menaikkan gaya cengkam. Dengan menaikkan kekakuan BK ketika proses turning dapat mengoptimalkan besar ongkos produksi karena resiko BK terlepas menjadi NG ketika proses permesinan berkurang karena proses pencekaman diperkuat. Dari penelitian sebelumnya belum ada yang membahas optimalisasi desain dan material *hard jaw*, maka jika ada penelitian yang dilakukan dengan 2 hal tersebut bisa dianggap sebagai kontribusi baru dalam proses perancangan dan pembuatan sebuah *hard jaw*.

Pada penelitian ini Politeknik Industri ATMI dengan PT.AMF berkerjasama membuat *hard jaw* tipe ZS yang proses perancangan, pembuatan, material, serta modifikasinya dilakukan secara mandiri. Penggunaan metode *reverse engineering* (RE) dilakukan untuk mempermudah prosesnya. Metode perekayasaan atau sering disebut metode RE menurut Wibowo [5], Lippmann B [6] menjelaskan bahwa proses *reverse engineering* proses meliputi kegiatan laboratorium dan pengembangan yang terhubung dengan alat dan biaya. Teknik ini banyak digunakan karena waktu proses lebih cepat dan biaya lebih efisien. Pada penelitian mereka juga menyatakan bahwa dengan metode ini para engineer dapat meningkatkan tingkat produktivitas pekerjaan dalam pembuatan komponen sehingga tingkat efisiensi dalam mendesain menjadi lebih tinggi serta menghasilkan produk 3D yang konsisten.

Beberapa *hard jaw* di PT.AMF bertipe ZS-160, jenis ini diproduksi oleh RÖHM dan merupakan produk dari Amerika. Jika terjadi kerusakan proses penggantian yang biasa dilakukan di PT.AMF adalah mengimport *hard jaw* secara langsung dari Amerika. Proses ini ternyata butuh waktu lama dan biaya tinggi karena selama ini pemasok tidak menyediakan suku cadang dan pembayaran tambahan untuk pajak import membuat harga menjadi tinggi. Pada studi sebelumnya Taufiqur menjelaskan tentang waktu interval penggantian dan perbaikan komponen [7]. Penentuan interval waktu yang tepat pada waktu penggantian dan perbaikan komponen kritis perlu dipertimbangkan untuk menekan biaya yang hilang pada waktu menunggu proses penggantian perbaikan sebuah part pada mesin. Di PT.AMF sendiri memiliki puluhan *hard jaw* yang terpasang di mesin turning yang harus diganti akibat produksi dan waktu pemakaiannya yang tinggi. Jika tetap dipakai menyebabkan benda kerja terlepas ketika proses permesinan dan mengakibatkan benda kerja menjadi *Not Good* (NG). Jika NG maka harus dilakukan proses yang sama lagi dan hal ini sangat tidak optimal. Oleh karena itu tujuan dari penelitian ini adalah membuat part *hard jaw* tipe ZS secara mandiri dengan material local dan diharapkan dapat menekan biaya pembelian part yang mahal dan waktu menunggu part yang lama. Selain itu pembuatan *hard jaw* secara mandiri berpotensi

mengurangi ketergantungan pada impor komponen dan meningkatkan efisiensi serta ketahanan dalam industri manufaktur lokal.

Penelitian ini berfokus pada pentingnya optimisasi material pada perancangan chuck *hard jaw* tipe ZS ukuran 160 dilanjutkan dengan pembuatan *hard jaw* dengan material yang sudah dipilih dari hasil simulasi. Pembuatan dan pemilihan material yang tepat dapat mempengaruhi performa dan umur pakai chuck *hard jaw*, sehingga meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya perawatan. Selain itu pada perancangan chuck *hard jaw*, dapat mengurangi biaya pembelian part baru yang telah dilakukan secara rutin. Dalam tulisan ini telah berhasil merancang *hard jaw* dengan metode *reverse engineering*. Peralatan yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan pemindai 3D dan CMM [8]. Gambar 1 menunjukkan perangkat pemindai yang dipakai dengan merk *3D laser scanner by Matter and Form*. Perangkat ini memiliki akurasi dalam plus minus 0,1 mm dan karena menggunakan pemindaian optik maka kondisi lingkungan [9] seperti kondisi terang, kondisi BK yang harus gelap sangat diperhatikan. Karena faktor tersebut penggunaan mesin CMM juga dilakukan untuk melengkapi data dari scan 3D dan dipakai dalam proses lanjutannya. Penggunaan pemindai 3D dan CMM dalam penelitian ini memberikan pendekatan yang lebih modern dan canggih dalam mengumpulkan data-data dalam pembuatan bentuk 3D yang nantinya akan disimulasikan menggunakan software Solid Work. Jenis material dari part *hard jaw* asli tidak diketahui jenisnya maka Mesin ARL 3460 digunakan untuk mengetahui properties pada part asli. Hasilnya diketahui ada 4 material yang mendekati properties aslinya. 4 material yang dipilih selain dari properties kimia juga dipilih berdasarkan kemudahannya untuk didapatkan karena sudah banyak dipasarkan di Indonesia. Model 3D beserta 4 jenis material yang dipilih disimulasikan menggunakan software 3D Solid Work. Dari hasil simulasi didapat material Nr. 1.6582 (AISI 4340) yang paling sesuai. Selanjutnya dilakukan proses permesinan dan modifikasi pada bentuk *hard jaw*. Hasilnya uji coba *hard jaw* yang dibuat mampu beroperasi dengan optimal dan dapat mencengkam benda kerja secara maksimal, selain itu penghematan waktu dan biaya sebesar 25% didapatkan ketika

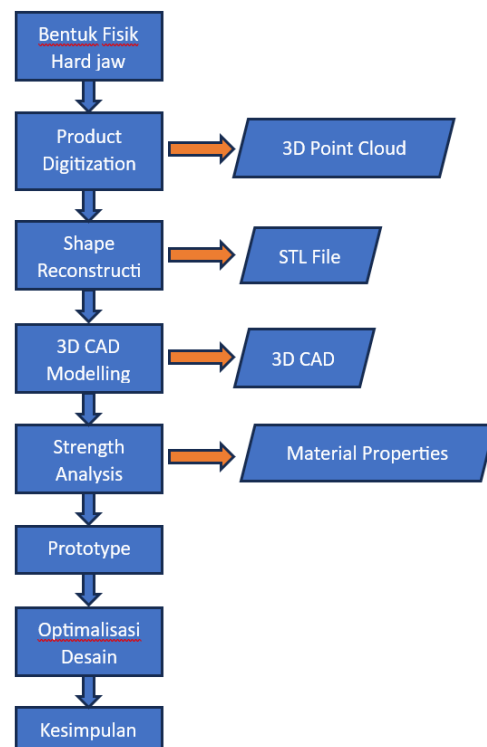
*hard jaw* ini dibuat secara mandiri. Penelitian ini penting dalam bidang teknik mesin dan rekayasa karena proses yang sudah dilakukan dapat menjadi salah satu contoh bagi para *engineer* untuk mengenal proses *reverse engineering* produk. Dengan menerapkan hasil dari penelitian di lingkungan industri manufaktur terutama di PT.AMF memberikan dampak langsung pada efisiensi operasional dan biaya.



**Gambar 1.** Alat 3D laser scanner - Matter & Form.

## 2. METODE PENELITIAN

Urutan langkah dalam penelitian ini di jelaskan pada gambar 2.

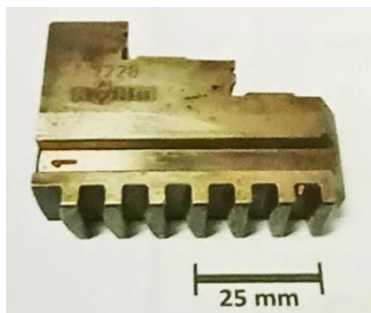


**Gambar 2.** Flowchart Penelitian

Pada gambar 2 menunjukkan langkah untuk mendefinisikan metode yang dipakai dari proses RE meliputi penentuan bentuk fisik, produk digitalisasi, shape 3D sampai dengan strength analisis telah dilakukan. Setelah metode RE dilanjutkan dengan pembuatan prototipe sampai dengan optimalisasi bentuk dari *hard jaw* yang dibuat.

## 2.1 Penentuan Spesifikasi Fisik *Hard Jaw*

Langkah mendefinisikan spesifikasi teknis dan dimensi dari chuck *hard jaw* tipe ZS dengan ukuran 160 difungsikan untuk mendapatkan verifikasi objek fisik dari *hard jaw*. Ukuran 160 ini memiliki spesifikasi Ukuran 2,4" atau size 160, penjepit 3 Jaw, dengan kode tipe jaw K11-160. *Hard jaw* dimodifikasi pada ukuran dimensi, toleransi, dan karakteristik mekanis lainnya. Dimensi awal *hard jaw* tipe ini dapat dilihat pada gambar 3, untuk dimensi ada pada tabel 1. Produk yang digunakan adalah *hard jaw* dengan jenis pencekaman cekam sepusat.



Gambar 3. Dimensi *hard jaw* type ZS160

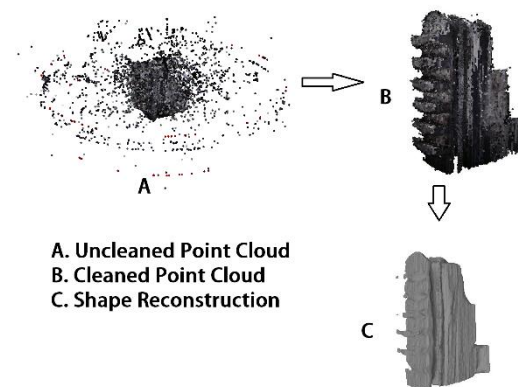
Tabel 1. Ukuran *hard jaw* type 160 dalam mm

	A	B	C	D	E
Siz					
e	60	17	50	6	7

## 2.2 Produk Digitalisasi dengan 3D Laser Scanner dan Coordinate Measuring Machine (CMM)

Sebelum mendapatkan mensimulasikan *hard jaw* yang akan dirancang terlebih dahulu adalah mendapatkan bentuk 3D dari *hard jaw*

asli. Penggunaan pemindai 3D dan CMM dalam penelitian ini memberikan pendekatan yang lebih modern dan canggih dalam mengumpulkan data-data dalam pembuatan bentuk 3D yang nantinya akan disimulasikan menggunakan software SolidWorks. Kontribusi dari proses ini adalah mendapatkan data berupa point cloud seperti pada gambar 4 A. Point cloud sendiri adalah sekumpulan data point yang terkumpul pada suatu ruang. Sebelum bentuk rekonstruksi *hard jaw* muncul, point cloud harus dibersihkan terlebih dahulu [16] dengan menggunakan perangkat lunak MFstudio [10] seperti pada gambar 4 B. Selanjutnya automatic shape reconstruction terbentuk dengan bantuan MFstudio dari sebelumnya berupa point cloud menjadi surface objek seperti pada gambar 4 C.



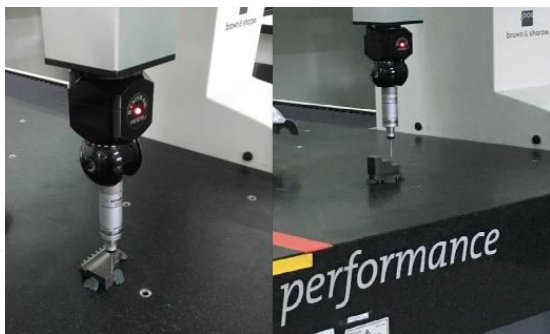
Gambar 4. Hasil 3D scanner dan MFstudio

Selanjutnya dari gambar 4 C terlihat bahwa hasil tersebut masih belum sempurna karena permukaan hasil 3D dari program MFstudio tidak berkualitas baik seperti beberapa permukaan pada *hard jaw* hilang, hal ini disebabkan terlalu banyaknya noise dan ternyata sulit untuk membersihkan noise karena sulitnya menemukan right point dan wrong point. Noise sendiri muncul karena faktor *surface quality of object* latar cahaya atau backlight dari objek yang terexpose ketika proses pemindaian. Pada proses ini sulit untuk menemukan parameter yang benar dan ditambah keterbatasan akurasi pemindai. Karena hal tersebut maka digunakanlah perangkat digitalisasi kedua menggunakan Coordinate Measuring Machine (CMM) oleh Brown & Sharpe, Global Performance 7107.



**Gambar 5.** Mesin CMM yang dipakai

Perangkat ini dipakai untuk menyempurnakan hasil scan dari 3D Matter & Form. Biasanya mesin CMM ini memiliki akurasi pemindaian sebesar  $3,4 \mu\text{m}$  [11]. Gambar 5 menunjukkan mesin CMM yang ada di POLIN ATMI. Pada proses pemindaian *hard jaw* diperlukan tiga kali perubahan posisi *hard jaw* / rahang luar, karena keterbatasan probe dan mesin. Gambar 6 menunjukkan Proses pemindaian menggunakan mesin CMM.



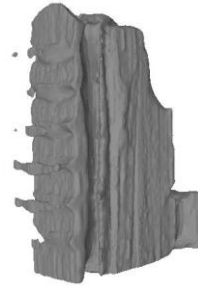
**Gambar 6.** Proses Scan menggunakan CMM

Setelah semuanya selesai poin bentuk dari hasil rekonstruksi sebelumnya dibangun menjadi bentuk file STL. Dari bentuk file STL tersebut nantinya dihubungkan dengan software 3D modeling menggunakan program 3D modeling solidwork, kemudian akan didapatkan bentuk gambar modeling. Proses mendapatkan dimensi dengan kedua metode scan diatas berkontribusi dalam pembuatan bentuk part 3D *hard jaw* yang ditampilkan menggunakan software 3D.

### 2.3 Shape Reconstruction Pembuatan Model 3D

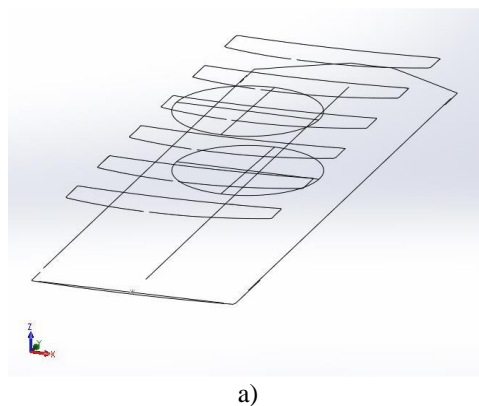
Proses Pemindai laser 3D Matter & Form dan software MFStudio Quickscan sebenarnya sudah cukup untuk mendapatkan bentuk 3D dari *hard jaw*. Mesh yang muncul dari proses scan sudah bisa berbentuk file STL dan OBJ, tetapi

hasil file yang dibaca masih terdapat banyak kekurangan seperti pada gambar 7, beberapa bagian bagian *hardjaw* hasil scan hilang. Oleh karena itu dilakukanlah proses kedua dengan menggunakan mesin CMM.

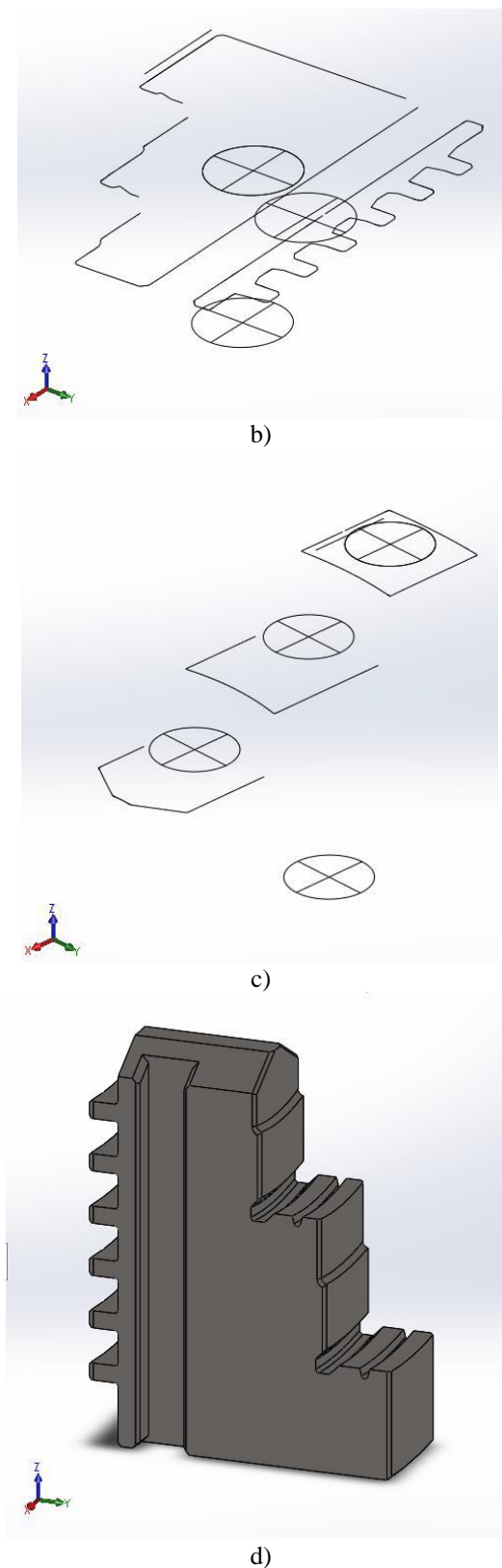


**Gambar 7.** Rekonstruksi Hasil 3D Scan.

Hasil pemindaian menggunakan mesin CMM dilakukan untuk menyempurnakan hasil sebelumnya CMM dianggap memiliki parameter pengukuran kordinat point cloud yang lebih tinggi. Proses pemindaian 3D dengan mesin CMM dilakukan dengan cara scan poin pada beberapa posisi seperti ditunjukkan pada gambar 6, pengukuran yang didapat menunjukkan satu lapisan point cloud seperti pada gambar 8. Gambar 8 a hasil scan bagian belakang, 8 b bagian samping, dan 8 c bagian atas. File dari pengukur koordinat CMM berbentuk file IGS. File tersebut dapat dibuka di semua perangkat lunak desain CAD 3D termasuk Solidworks. Dalam prosesnya point cloud yang didapat pada waktu pengukuran dipastikan adalah dimensi yang sesuai dengan model *hard jaw* yang di scan dengan cara mencocokkan ukuran menggunakan alat ukur manual. Selanjutnya adalah pemrosesan dari point cloud ke gambar solid 3D, point cloud dari mesin CMM tidak dapat menunjukkan bentuk permukaan *hard jaw*, tetapi dari poin cloud tersebut dapat diketahui ukurannya sehingga pemrosesan bentuk dapat langsung dibuat ke model solid 3D pada gambar 8 d. Dari kedua metode Scan 3D dan CMM hasil yang dipakai adalah hasil pemodelan dari mesin CMM.



a)



**Gambar 8.** Langkah poin cloud CMM sampai 3D model.

## 2.4 Material Properties *Hard Jaw*

Memilih material yang tepat untuk chuck *hard jaw* dilakukan dalam penelitian ini. Metode ini bertujuan untuk menentukan material yang paling sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penelitian. Beberapa material yang dipakai dalam modeling juga disesuaikan dengan harga, dan ketersediaannya di PT.AMF dan pasar, dan data material yang ada pada software simulasi solid work. Menjadi catatan bahwa material awal dari *hard jaw* yang akan dimodifikasi sebelumnya tidak diketahui. Oleh karena itu dilakukan pengujian Spektrometer Emisi Optik menggunakan mesin ARL 3460 Optical Emission Spectrometer [12] perlu dilakukan. Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 9, dari data pada gambar 9 didapatkan data unsur elemen paduan dan utama. Dari hasil pengujian juga tidak diketahui jenis material pada *hard jaw* asli, oleh sebab itu dipilih beberapa material yang paling mendekati unsur element paduannya seperti ASTM A570, St 60, AISI 1045, dan AISI 4340.

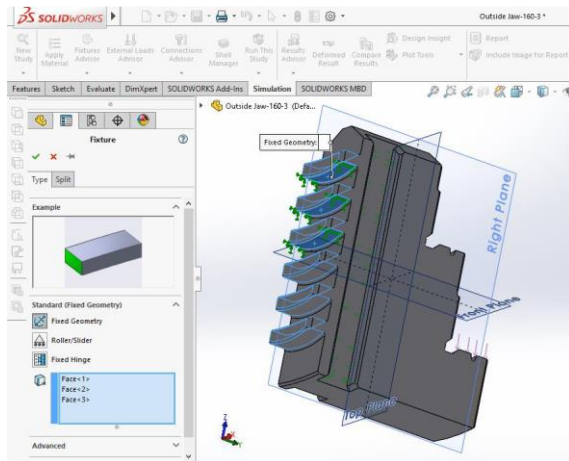
SPEKTROMETER EMISI OPTIK		
No	Unsur / Element	Nilai (%)
1	Carbon (C)	0,519
2	Silicon (Si)	0,192
3	Sulfur (S)	0,024
4	Phosphorus (P)	0,018
5	Manganese (Mn)	1,340
6	Nickel (Ni)	0,04
7	Chromium (Cr)	1,01
8	Molybdenum (Mo)	0,009

**Gambar 9.** Hasil pengujian Spektrometer Emisi Optik.

## 2.5 Analisis Kekuatan Model 3D

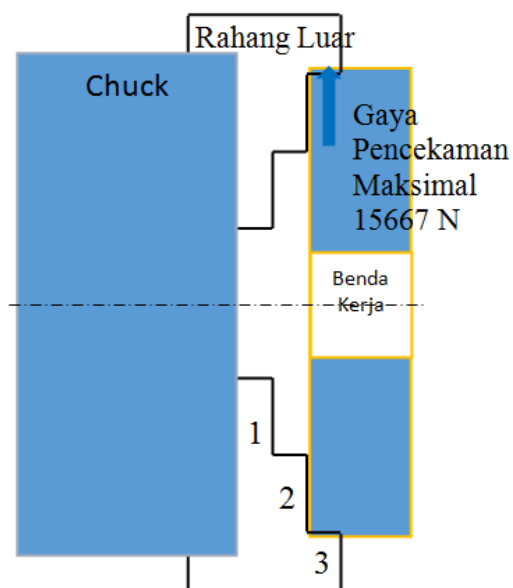
Langkah menganalisis model 3D dilakukan untuk memastikan dimensi, geometri, dan kekuatan [13, 14] dari chuck *hard jaw*. Penggunaan solid work untuk proses analisa seperti ini sudah pernah dilakukan sebelumnya [15] [16] [17] [18] dengan proses mendapatkan gaya pengekaman juga dilakukan dengan software. Pemodelan dimensi yang sudah dilakukan sebelumnya dilakukan seperti pada gambar 8 d, dipakai untuk disimulasikan menggunakan software dengan jenis material sesuai dengan yang sudah direncanakan. Gambar 10 menunjukkan salah satu langkah dalam menganalisis kekuatan dan karakteristik

mekanis dari material yang dipakai dengan software. Proses ini mensimulasi struktural dan mengevaluasi respon dari material terhadap beban dan gaya yang dikenakan.



**Gambar 10.** Salah satu langkah pengecekan kekuatan material menggunakan program SolidWorks.

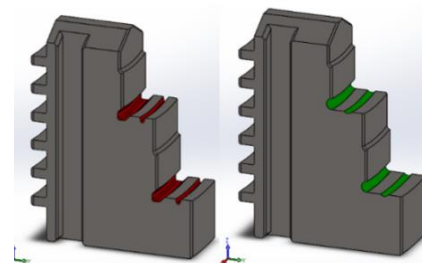
Gambar 11 menunjukkan nilai gaya penekaman maksimal jaw jenis ZS 160 yaitu 15667 Newton. Nilai ini didapatkan dari tabel spesifikasi *hard jaw* RÖHM GmbH [19]. Nilai ini nantinya dipakai dalam sebagai dasar beban yang diterima oleh *hard jaw* untuk menentukan jenis material yang akan dipakai dalam pembuatan *hard jaw* terbaru. Proses simulasi yang dilakukan bersifat beban statis. Dengan catatan posisi penekaman pada posisi 3 seperti yang ditunjukkan oleh gambar 11.



**Gambar 11.** Nilai besarnya gaya penekaman.

## 2.6 Pembuatan Prototipe

Berdasarkan model 3D, perancangan dan modifikasi pada *hard jaw* perlu dilakukan pengaturan ulang di dimensi, bentuk. Karena diketahui ternyata proses pembuatannya harus disesuaikan dengan kemampuan permesinan di POLIN ATMI dan PT AMF. Yang pertama berdasarkan dari hasil analisis model bentuk sebelumnya. proses pembuatan desain juga dilakukan seperti pada gambar 12, pembuatan kontur yang ditandai dengan gambar merah terbatas di masalah tool cutter yang ada di mesin CNC yang digunakan. Sehingga bentuk kontur pada *hard jaw* dibuat mengikuti bentuk cutter yang tersedia di mesin CNC. Sehingga untuk model terbaru disesuaikan sesuai dengan gambar 12 yang ditandai dengan warna hijau. Hal kedua yang menjadi pertimbangan dalam proses optimalisasi desain adalah bentuk *hard jaw*. Menurut Amru [20] nilai pada hasil analisa setiap bentuk yang didesain pasti akan mendapatkan nilai tegangan maksimum pada setiap sisinya. Dengan bentuk yang baru nilai yang muncul tidak lebih dari nilai *yield point* dari semua material yang disimulasikan.



**Gambar 12.** Perbedaan desain bentuk sebelumnya dengan desain yang terbaru.

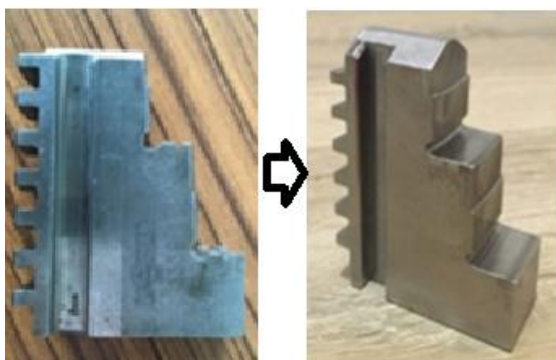
## 2.7 Pengujian Prototipe

Pembuatan prototipe chuck *hard jaw* yang telah direncanakan dan dimodifikasi dilakukan dengan bantuan mesin CNC. Setelah prototipe jadi proses pengujian prototipe dilakukan untuk memverifikasi [21] kualitas, ketahanan, dan kinerja chuck *hard jaw* yang telah dimodifikasi. Pada tahapan ini dilakukan proses pembuatan *hard jaw*. Pembuatan menggunakan mesin CNC 6 aksis dan mesin gerinda yang terdapat di POLIN ATMI. Proses permesinan seperti pada gambar 13 menunjukkan salah satu proses pembuatan dan pengerjaan komponen *hard jaw* menggunakan mesin CNC YCM [22].



**Gambar 13.** Proses pembuatan hardjaw di mesin CNC.

Pengujian prototipe dilakukan di POLIN ATMI, *hard jaw* dipasang pada chuck mesin turning YCM. Selama percobaan menggunakan gaya cengkaman maksimal, pemakaian hard jaw untuk produksi tidak mengalami kendala dan dapat berjalan secara optimal. Proses pembuatan hard jaw baru dihitung juga waktu efektifnya untuk mendapatkan waktu total pembuatannya. Hasil perhitungan yang didapat dipakai untuk menghitung biaya total pembuatannya. Selanjutnya pada gambar 14 menunjukkan bentuk awal dan prototipe pembuatan *hard jaw* terbaru. Model pada gambar 14 menggunakan material AISI 4340.

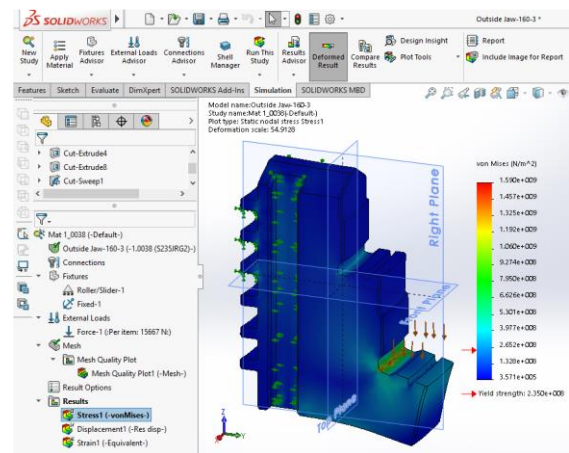


**Gambar 14.** Perbandingan produk sebelum dan sesudah pembuatan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis hasil pada desain hard jaw

Dari hasil pengujian prototipe dengan software seperti pada gambar 15 yang dilakukan didapatkan nilai keberhasilan perancangan dan modifikasi.



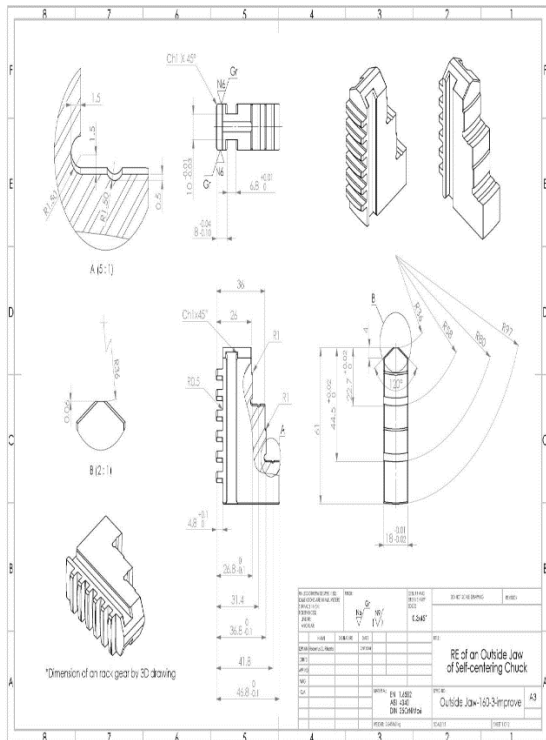
**Gambar 15.** Salah Satu Simulasi Kekuatan *Hard Jaw*.

Nilai yang didapatkan berupa perbandingan spesifikasi awal dengan prototipe terbaru. Proses mengidentifikasi yang dilakukan dari hasil pengujian dan simulasi didapat beberapa hasil. Yang pertama hasil perbandingan ke empat jenis material, dari keempat material yang disimulasikan ditemukan bahwa dari hasil simulasi jenis material AISI 4340 memiliki karakteristik mekanis yang paling mendekati, dan memiliki ketahanan akan gaya pengekaman yang paling tinggi. Yang kedua dari segi propertis kimia AISI 4340 juga hampir sama dengan material yang terdapat pada *hard jaw* sebelumnya. Sehingga sifat kimia seperti ketahanan panas dan ketahanan karat juga didapatkan pada jenis material ini.

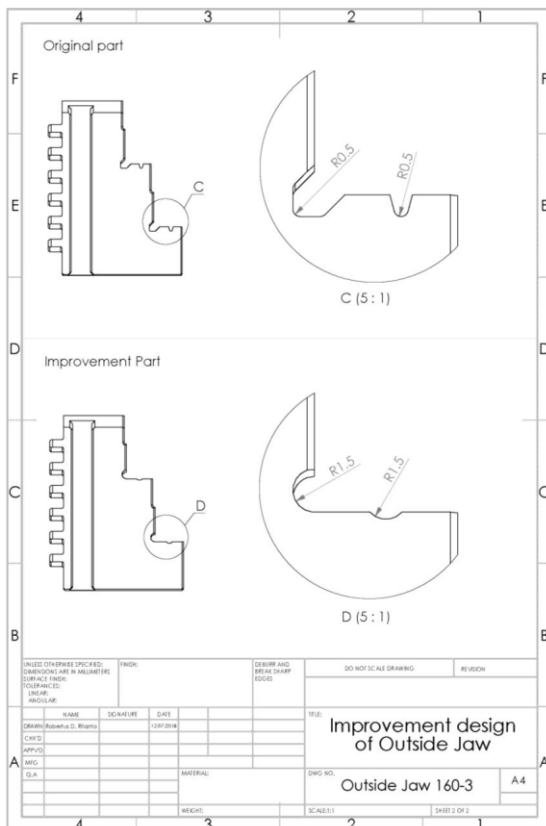
#### 3.2 Evaluasi Kinerja

Dimensi dari *hard jaw* yang sudah dibuat dapat dilihat pada gambar 16. Hasil kinerja chuck *hard jaw* yang telah dimodifikasi sudah dilakukan.





**Gambar 16.** Outside Jaw 160-3 Improved Technical Drawing.



**Gambar 17.** Perbandingan Hasil Improvement Design Hard Jaw.

Bentuk proses optimalisasi desain yang dilakukan pada bentuknya yang bentuk alur sebelumnya beradius 0.5 dirubah dengan bentuk radius 1.5 seperti pada gambar 17. Hasilnya dengan merubah bentuk alur pembebas *hard jaw* yang dibuat berhasil di uji coba pada mesin turning. Perubahan ini juga dilakukan pada permukaan gripper. Bentuk alur yang dibuat ternyata dapat mempermudah proses pembuatan *hard jaw* dan tidak menghilangkan fungsinya sebagai gripper benda kerja. Hasil pengamatan dari beberapa perubahan didapatkan bahwa performa chuck dengan *hard jaw* yang baru pada proses turning memiliki performa yang baik.

### 3.3 Hasil Analisis Material Hard Jaw

Hasil optimasi model dengan menggunakan material AISI 4340 didapatkan bahwa material ini memiliki kekuatan luluh tidak jauh dari stres maksimum model sebelumnya. Selain itu dengan tingkat kekerasan 57 HRC ketika dikeraskan ketahanan akan gesekan dari *hard jaw* yang dibuat juga meningkat sehingga meningkatkan performa pada waktu permesinan. Hasil lainnya dari performa model dengan material AISI 4340 mampu mencengkeram dengan gaya cengkram di 15.667 Newton tanpa mengalami kegagalan karena bahan AISI 4340 memiliki kekuatan yield strenght yang tidak terlalu jauh dari tegangan yield strenght analisis model aslinya, hal ini membuktikan bahwa kualitas dan performa hardjaw hasil rekayasa berhasil. Hasil tegangan maksimum baru adalah  $0,6442 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup> dibandingkan dengan kekuatan luluh material yang dipakai  $1 \times 10^9$  N/m<sup>2</sup> dengan demikian material AISI 4340 yang digunakan memenuhi standart kekuatan yang diperlukan untuk sebuah *hard jaw* tipe ZS. Selain dari segi performa, pengambilan data waktu proses pembuatan model juga dilakukan untuk mendapatkan estimasi biaya produksi dan material hardjaw terbaru. Tabel 2 menunjukkan besarnya estimasi biaya pembuatan part *hard jaw*.

**Tabel 2.** Estimasi Biaya Pembuatan 1 Part Hard Jaw

	Keterangan	Jumlah	Harga (Rp)
1	Material AISI 4340	80 x 60 x 60 mm	45.000

2	Permesinan CNC Milling & Grinda	7 jam 21 menit	550.000
3	Biaya Pengiriman		
<b>TOTAL</b>			<b>595.000</b>

Biaya proses pembuatan rendah dibandingkan harga *hard jaw* 1 set (3 *hard jaw*) tipe 160 dari pemasok asli dengan harga yang belum termasuk pajak, biaya pengiriman dan administrasi bea cukai *hard jaw* buatan RÖHM GmbH biasa dihargai sekitar Rp 2.200.000,00. Beberapa factor yang menyebabkan *hardjaw* baru lebih murah karena menggunakan material local yang mudah didapat, selain itu proses machining *hardjaw* dilakukan secara mandiri sehingga tidak ada tambahan biaya di pengirimannya.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil proses penelitian ini telah berhasil membuat *hard jaw* secara mandiri. Penggunaan mesin 3D scan dan CMM memberikan pendekatan yang lebih modern dan canggih dalam pembuatan bentuk model 3D *hard jaw*. Simulasi *hard jaw* menggunakan software 3D dengan bahan AISI 4340 dapat menahan gaya cengkam maksimal sebesar 15.667 Newton. Temuan lain yaitu perubahan pada alur pembebas, yang tujuan awalnya adalah mempermudah proses permesinan *hard jaw* ternyata juga dapat menghasilkan pengurangan nilai tegangan yang diterima *hard jaw* sebesar 64%. Pembuatan prototipe juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan *hard jaw* yang sudah dibuat ketika diuji. Material AISI 4340 pada *hardjaw* juga dikeraskan sampai dengan nilai kekerasan 57 HRC dan ternyata dapat meningkatkan performa dari *hard jaw* ketika bekerja. Pemilihan penggunaan material AISI 4340 yang banyak tersedia di pasaran lokal Indonesia sangat mempengaruhi biaya pembuatan *hard jaw*. Dilihat dari perbandingan harga *hard jaw* asli dengan hasil rekayasa didapatkan bahwa adanya besar penghematan biaya bila diproduksi secara lokal sebesar 28%. Angka ini menurut PT. AMF sudah sangat membantu dalam proses penghematan karena dapat mengurangi waktu dan biaya kebutuhan pembelian part. Jika terjadi kerusakan PT. AMF bisa langsung membuat *hard jaw* sendiri dan langsung memperbaikinya secara cepat tanpa harus menunggu pemesanan dan part datang,

sehingga alur proses produksi tidak berhenti. Untuk studi berikutnya akan dilakukan analisis bentuk dimensi dari *hard jaw*, karena pada penelitian ini diketahui bahwa dengan mengubah bentuk ukuran alur pada *hard jaw* ternyata dapat meningkatkan kekuatan cengkam dari *hard jaw*. Selain itu juga perlu dilakukan mencari variasi lain dari AISI 4340 karena dimungkinkan ada material jenis seperti VCL dan VCN kedua material tersebut merupakan jenis material yang sering dipakai di mold n dies keduanya merupakan baja yang memiliki kualitas high strenght, tahan panas, dan tahan gesek. Dengan modifikasi kedua material tersebut untuk material *hard jaw* mungkin bisa dijadikan bahan penelitian *hard jaw* selanjutnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Siswanto and S. Sunyoto, "Pengaruh Kecepatan dan Kedalaman Potong Pada Proses Pembubutan Konvensional Terhadap Kekasaran Permukaan Lubang," *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 82-86, 2018.
- [2] P. Sharma, G. Aher, T. Jaiswal, and S. Thorat, "Review Paper on Lathe Machine Components and It's Application," 2022.
- [3] F. A. Muktika and W. J. J. M. Setiafindari, "Analisis Overall Equipment Effectiveness dalam Meminimalisasi Six Big Losses pada Mesin Bubut di PT Mitra Rekatama Mandiri," vol. 2, no. 01, 2023.
- [4] N. Yusuf and A. Kamil, "Perancangan Alat Bantu Mesin Bubut untuk Menaikkan Gaya Cekam (Studi Kasus untuk Produk Poolschif, Part dari Mikroskop Elektron)," *Rang Teknik Journal*, vol. 2, no. 1, 2019.
- [5] D. B. J. T. Wibowo, "Memahami Reverse Engineering Melalui Pembongkaran Produk Di Program S-1 Teknik Mesin," vol. 4, no. 1, 2006.
- [6] B. Lippmann et al., "Verification of physical designs using an integrated reverse engineering flow for nanoscale technologies," *Integration*, vol. 71, pp. 11-29, 2020.
- [7] T. Rachman, D. N. Watunglawar, M. D. Amperajaya, S. R. Adnan, and I. K. J. J. M. Sriwana, "Penentuan Interval Waktu Penggantian dan Perbaikan Komponen Kritis Mesin Bubut Type SS-850 di PT. Hamdan Jaya Makmur Dengan Metode Age Replacement," vol. 23, no. 01, pp. 52-61, 2022.
- [8] M. M. P. A. Vermeulen, P. Rosielle, and P. J. C. A. Schellekens, "Design of a high-precision

- 3D-coordinate measuring machine," *Cirp Annals*, vol. 47, no. 1, pp. 447-450, 1998.
- [9] M. Edl, M. Mizerák, and J. J. A. s. Trojan, "3D laser scanners: History and applications," *Acta Simulatio*, vol. 4, no. 4, pp. 1-5, 2018.
- [10] D. Palka, M. Sobota, and P. J. M. A. o. P. E. Buchwald, "3D Object Digitization Devices in Manufacturing Engineering Applications and Services," *Multidisciplinary Aspects of Production Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 450-463, 2020.
- [11] F. Syaifuddin and B. W. Febriantoko, "Metode Pengukuran Manual dan CMM pada Proses Reverse Engineering Komponen Pompa Rotary Sentrifugal," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019. (Doctoral dissertation).
- [12] I. Azmy, D. Masruri, R. Rahardyanto, and S. Suyitno, "Pengaruh Proses Pack Carburizing Baja AISI 4340 Terhadap Peningkatan Kekerasan dan Ketahanan Aus," *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 5, no. 2, pp. 102-107, 2022.
- [13] O. A. Nugroho, A. R. K. Widhi, and S. J. J. P. K. S. Kumbarasari, "Rancang Bangun Alat Panen Portabel Sawit Bermotor Menggunakan Flexible Shaft," vol. 30, no. 2, pp. 83-94, 2022.
- [14] O. A. Nugroho and Y. A. Apatya, "Rancang Bangun Desain dan Evaluasi Robot Cleaner Solar Photovoltaics Menggunakan Komunikasi Nirkabel Berbasis Komunikasi Radio Frekuensi: Robot Cleaner Solar Photovoltaics," *Jurnal Elektro dan Mesin Terapan*, vol. 9, no. 1, 2023.
- [15] H. G. Astrianto, O. A. Nugroho, and A. K. Yanti, "Perancangan Dan Simulasi Rangka Dudukan Solar Panel Guna Menahan Mesin Robot Solar Cleaner Dengan Bobot Total 64 Kg," *Jurnal Inkofar*, vol. 6, no. 2, 2022.
- [16] F. Restu, R. Hakim, and F. S. J. J. I. Anwar, "Analisa Kekuatan Material ASTM A36 Pada Konstruksi Ragum Terhadap Variasi Gaya Cekam Dengan Menggunakan Software SolidWorks 2013," vol. 9, no. 2, pp. 113-118, 2017.
- [17] P. Kurowski, "Engineering 2014 SDC Analysis with SolidWorks Simulation," 2014.
- [18] I. V. D. S. Lima, J. V. Tuapetel, and A. Z. J. S. J. J. I. T. M. Rahman, "Perancangan Dan Analisis Kekuatan Statis Pada Fixed-Portable Hydraulic Scissor Car Lift Platform Dengan Kapasitas 2 Ton," vol. 16, no. 2, pp. 92-103, 2022.
- [19] N. Legkiy, "Reducing the effect of centrifugal forces on the clamping force in the new design of a three-jaw lathe chuck," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2020, vol. 971, no. 2, p. 022076: IOP Publishing.
- [20] L. Amru, "Analisis Kekuatan Bending Baja Karbon Rendah Dengan Metode Elemen Hingga Menggunakan Software Solidwork," UMSU, 2021.
- [21] M. A. Khaidir, F. Fadelan, and R. J. S. J. J. I. T. M. Arifin, "A Comparative Study Of Strength And Hardness Of Two Motorcycle Spoke Wheels," vol. 16, no. 1, pp. 14-17, 2022.
- [22] W. Lestari *et al.*, "Manufacturing Acetabular Liner UHMWPE using CNC Milling," vol. 1, no. 2, pp. 12-16, 2021.