

Perancangan dan Pemodelan Jig untuk Proses *Honing Cylinder Compressor Part*

Joko Paisal Rido¹⁾ & Nafsan Upara²⁾

^{1,2)}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila,
Jl. Srengseng Sawah, Jakarta Selatan, Telp: (021)7864730, Fax: (021)7270128,
Website: <http://teknik.univpancasila.ac.id/>, E-mail: humas.ftup@univpancasila.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini merancang Jig pada proses honing cylinder compressor part di PT. XXX, dalam mengurangi waktu setting yang terlalu lama dan tidak bisa melakukan memproses secara continues. Jig pada proses honing berfungsi untuk mencekam cylinder compressor part sehingga tidak memerlukan setting-an untuk setiap prosesnya. Pada perancangan ini menggunakan metode Verein Deutscher Ingenieur 2221 (VDI 2221) diawali dengan melakukan identifikasi kebutuhan rancangan melalui kuisisioner, selanjutnya diperoleh spesifikasi Jig, dibuat konsep rancangan dan pemilihan varian diperoleh varian terbaik dengan detailnya adalah Jig ukuran 288×208×59 mm, berat total 6,51 kg, komponen utamanya adalah base plate, stand jig base, jig base, stand main jig dan main jig serta list bill of material yang umumnya adalah AISI 4340. Perhitungan kekuatan dititikberatkan pada komponen Jig yang memikul beban yaitu base plate dan main jig dengan menggunakan solidwork dilakukan analisis simulasi mendapatkan parameter Von Misses Stress, Displacement dan Static strain dimana hasil analisis simulasi menunjukkan bahwa konstruksi rancangan aman.

Kata kunci: Jig, VDI 2221, Solidwork

Abstract

This research aims to design a Jig on the honing process cylinder compressor part at PT. XXX reduces the setting time, which is too long and cannot process continuously. The jig in the honing process functions to grip the cylinder compressor part so that it does not require any settings for each process. This design will use the Verein Deutscher Ingenieure 2221 (VDI 2221) method. It starts with identifying the design requirements through a questionnaire. Then get Jig specifications, make a design concept, and select the best variant with the details being Jig size 288×20×59 mm, weight 6.51 kg. The significant components are the base plate, stand jig base, jig base, stand main jig and main jig, and a list of a bill of materials, AISI 4340. The calculation of strength focuses on the Jig components that carry the load, namely the base plate and main jig using solid work. We carried a simulation analysis out to get the parameters of Von Misses Stress, Displacement, and Static strain, where the simulation analysis results show that the design construction is safe.

Keywords: Jig, VDI 2221, Solid work

1. PENDAHULUAN

Pada manufaktur, hasil yang ideal profit menjadi nilai penting dari tiap proses produksi sehingga dibutuhkan perhitungan dan analisis yang tepat agar mendapatkan profit maksimum[1]. Salah satunya adalah melakukan efisiensi pada proses produksi untuk menekan biaya produksi dengan cara melengkapi alat bantu pada mesin produksi agar waktu penyelesaian produk lebih singkat dan aman[2].

PT. XXX adalah salah satu perusahaan yang melakukan beberapa pembuatan dan *repair part* yang

akan di *assembling* dengan beberapa jenis mesin manufaktur, salah satunya adalah proses *honing machining*. Adanya pekerjaan menghaluskan permukaan dinding internal silinder *compressor engine block* dari baret (*cross hatch*) yang dihasilkan saat korter blok silinder. Dikarenakan dalam pekerjaan *honing* terdapat proses *setting silinder compressor engine block* yang membutuhkan waktu agak lama dan juga kehatian-hatian atau keamanan terhadap operator saat *setting*, untuk itu dibutuhkan alat bantu Jig. Jig dalam proses *honing* berfungsi untuk

mencekam benda silinder *compressor engine* yang akan di proses di mesin *honing machining*. Alat bantu Jig saat ini sebagaimana diperlihatkan pada gambar memiliki kekurangan:

- Waktu *Setting* yang terlalu lama dan kurang efisien.
- Jarak *tool (Cutter Honing)* dan operator terlalu dekat sehingga kurang aman.
- Tidak bisa memproses benda dengan ukuran yang sama secara berkelanjutan (*Continues*). Untuk mengatasi masalah kekurangan pada Jig, maka pada tugas akhir ini akan membantu PT. XXX merancang Jig yang dikhususkan untuk mencekam *cylinder compressor* part sebagai alat bantu untuk proses *honing* sehingga waktu *setting* lebih cepat dan aman.

2. LANDASAN TEORI

Honing. Pengasah adalah proses pemotongan dengan butiran terikat dan digunakan untuk meningkatkan bentuk, kepresisian dimensi, dan kualitas permukaan benda kerja[3]. Mempunyai 2 macam *honing tool* yaitu 2 dan 6 batu asah (*honing stone*), *Honing tool* secara bersamaan melakukan gerakan putar dan gerakan kayuhan untuk memperhalus permukaan diameter dalam *liner/sleeve*.

Perhitungan pada Jig dan Fixture. Rumus standar untuk berbagai gaya yang terkait dengan pengoperasian *jig* dan *fixture* dijelaskan di bawah ini:

- Torsi

$$M = 1,4 \cdot K \cdot A \cdot f \cdot d \quad (1)$$

$$M = \frac{P \cdot d}{20} (\text{N.mm}) \quad (2)$$

- Dorong

$$T = 2 (0,8 \cdot K \cdot B \cdot f \cdot d + K \cdot E \cdot d) \quad (3)$$

- Gaya dorong (*drill*)

$$P_d = 1,6 \cdot k \cdot d (100 \cdot s)^{0,85} \quad (4)$$

- Gaya yang bekerja di setiap *lips*

$$P_l = \frac{k_l \cdot d \cdot s}{4} \quad (5)$$

Dimana:

- d : diameter *drill* (mm)
 A,B,E, dan K : konstanta
 k : faktor material (1,5 untuk baja lunak)
 s : hantaran/umpan (mm/rev)
 kl : faktor *lips* (250 kg/mm² untuk baja lunak)

Metode Perancangan. Perancangan dengan menggunakan metode VDI 2221 (*Verein Deutscher Ingenieure*) merupakan salah satu metode untuk menyelesaikan permasalahan dan mengoptimalkan penggunaan material, teknologi dan keadaan ekonomi. Ide dan pengetahuan merupakan sumber dasar dari

perancangan produk guna memenuhi permintaan konsumen dan demi keuntungan semua pihak.

Jig dan Fixture yang di gunakan Operasi.



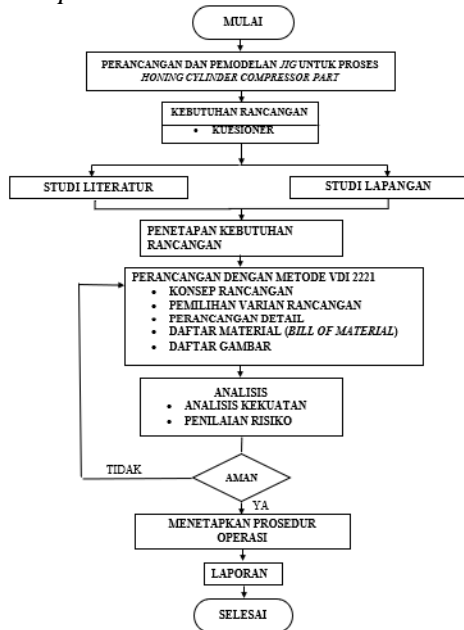
Gambar 1 Jig & Fixture bentuk lama (Existing)

- Jig dan *Fixture* lama mempunyai kekurangan:
 - Proses pencekaman menggunakan klem manual, membutuhkan waktu *setting* yang sangat lama karena proses *setting* yang sulit.
 - Tidak efektif karena harus *setting* semua benda kerja yang akan di proses walaupun memiliki tipe part yang sama.
 - Membutuhkan operator yang memiliki keahlian khusus untuk *setting* benda kerja.
 - Tidak aman saat pengangkatan.
 - Proses kerja yang kurang nyaman untuk operator.
- Rancangan jig dan *fixture* yang baru diharapkan memperbaiki kekurangan yang ada saat ini. Pada intinya rancangan jig dan *fixture* yang baru diharapkan:
 - Arah gerak operasi *honing* berputar dan naik turun lebih mudah.
 - Proses pencekaman/pengikat benda kerja lebih mudah, perbaikan lebih mudah, dan lebih cepat.
 - Tongkat/stik *honing* untuk perbaikan internal benda kerja tidak ada tekukan.
 - Benda kerja kokoh dicekam pada jig dan *fixture*.
 - Tidak membutuhkan keterampilan dan kinerja tinggi bagi operator.
 - Aman saat pemasangan jig, *fixture*, dan benda kerja pada mesin *honing*.

Evaluasi Risiko. Tujuan dari tingkat mengevaluasi risiko yang terdapat pada suatu kegiatan khusus rancangan dapat dilakukan dengan menggunakan matrik peta risiko atau pengendalian.

3. METODE PERANCANGAN

Metodologi penelitian merupakan suatu rangkaian atau kerangka proses pemikiran dalam perancangan yang akan dilakukan. Dengan metode pendekatan yang dilakukan tersebut diharapkan perancangan dan pemodelan jig untuk proses *honing cylinder compressor part* mampu untuk mengatasi masalah kekurangan pada Jig. Demikian metodologi dan pemodelan jig untuk proses *honing cylinder compressor part*.



Gambar 2 Diagram Alir Metodologi Perancangan

Penjelasan detail diagram alir perancangan diawali langkah langkah perancangan jig ini berdasarkan metode perancangan VDI 2221 dengan mempertahankan langkah perancangan secara umum yaitu pemaparan tugas (*classification of tasks*) menitik beratkan pada identifikasi kebutuhan rancangan dan studi literature, studi lapangan, menetapkan kebutuhan rancangan, menentukan konsep dari rancangan (*conceptual design*) ada pada poin penentuan spesifikasi dan pemilihan konsep, perancangan bentuk (*Embodiment Design*) ada pada penghitungan mekanis, perancangan detail (*detail design*) ada pada point gambar rancangan (daftar gambar), dan daftar kebutuhan material (*bill of material, BOM*).

Identifikasi Kebutuhan Rancangan. Kebutuhan rancangan jig yang dikhususkan untuk mencekam *cylinder compressor part* diawali dari survey kepada operator produksi khususnya di seksi *cylinder compressor*. Survey yang dilakukan dalam bentuk kuisisioner dan wawancara terhadap minimum 25 karyawan di divisi tersebut (Operator, *Leader, Foreman, Supervisor, Engineer*).

Studi Literatur. Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan sumber data dari buku, jurnal atau website dalam mengolah dan mengumpulkan data

sebagai referensi penelitian ini. Studi lapangan dilakukan untuk menentukan bentuk jig.

Studi Lapangan. Langkah pada studi lapangan adalah:

- Dalam proses merancang jig, perancang memulai dengan mengukur *fixture* yang ada pada mesin *honing* dan mengukur benda silinder dan melanjutkan dengan mendesain jig yang akan dibutuhkan untuk mencekam benda silinder *compressor engine* agar lebih efektif dan efisien.
- Setelah mendapatkan desain yang sesuai kebutuhan, maka dilanjutkan dengan melakukan koesioner untuk mendapatkan penilaian dari operator pengguna yang akan menggunakan jig tersebut.

Konsep Rancangan. Perancangan konsep pada tahapan ini bertujuan untuk menentukan desain awal (tanpa dimensi) atau sketsa berupa varian agar perancangan dapat lebih terarah dan dapat mengetahui proses rancangan selanjutnya.

Perancangan Detail. Setelah konsep rancangan dan pemilihan varian rancangan dilakukan akan didapatkan varian terpilih, kemudian melakukan proses gambar teknik dengan *software SolidWork* untuk menentukan bentuk yang solid dan dimensi untuk perancangan dan pemodelan Jig proses *Honing Cylinder Compressor Part*.

Analisis Rancangan. Analisis Hasil Perancangan dilakukan untuk memastikan dimensi, sistem kerja serta *safety* yang dibutuhkan sudah sesuai berdasarkan dari data-data yang berkaitan dengan perancangan Jig proses *Machining Honing*.

Prosedur Operasi Jig Proses Honing Cylinder Compressor Part. Setelah proses rancangan selesai dan telah dianalisis, Diperlukan prosedur pendamping dalam pengoperasian jig dengan tujuan sebagai berikut:

- Menjadi pedoman operator dalam pengoperasian jig proses *honing* untuk meminimalisasi kesalahan dan kecelakaan kerja.
- Operator mampu bekerja sesuai standar operasi prosedur yang sudah ditetapkan.
- Operator dan pimpinan di dalam proses tersebut bisa saling memberikan kontribusi yang baik agar meningkatkan kinerja.

Laporan. Laporan penelitian ini di akhiri dengan kesimpulan dan saran-saran untuk kelanjutan penelitian selanjutnya dari rancangan dan pemodelan jig proses *honing cylinder compressor part*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Konsep. Dalam proses perancangan dan pemodelan jig untuk proses *honing cylinder compressor part* ini peneliti akan menggunakan metode VDI 2221 dalam melakukan proses perancangan. Pada proses perancangan harus diperhatikan dalam setiap tahapnya, berikut ini adalah tahapan perancangan menggunakan metode VDI 2221.

Identifikasi Kebutuhan Perancangan. Untuk mengetahui kebutuhan rancangan, peneliti akan menggunakan kuesioner dan wawancara yang dilakukan pada karyawan PT.XXX yang bekerja didivisi produksi *machining* dengan jabatan Operator, *Leader*, *Foreman*, Supervisor, *Engineer* yang berjumlah 25 orang.

Tabel 1 Hasil Kuesioner Kebutuhan Perancangan

No	Pernyataan Kebutuhan	Yang diharapkan			
		Sangat Tidak Diperlukan	Tidak Diperlukan	Diperlukan	Sangat Diperlukan
Apa yang dibutuhkan pada proses <i>Honing</i> di produksi anda?					
1	Jig	0	0	0	25
2	Fixture	0	16	9	0
3	Jig & Fixture	0	16	7	2
Spesifikasi Jig atau dan fixture yang diinginkan?					
1	Ukuran lebih kecil dari 50x50x20 mm	0	25	0	0
2	Ukuran lebih besar dari 50x50x20 mm	0	0	10	15
3	Berat lebih dari 75 kg	0	25	0	0
4	Berat lebih kecil dari 75 kg	0	0	0	25
Rancangan seperti apakah yang diharapkan pada Jig atau dan Fixture ?					
1	Aman saat pemasangan dan operasi	0	0	0	25
2	Proses instalasi lebih cepat	0	0	0	25
3	Operasi dilakukan oleh 1 orang teknisi/operator	0	0	0	25
4	Mudah perawatan	0	0	13	12
Bagaimana pengoperasian dan penugasan jig atau dan Fixture?					
1	Dioperasikan dengan manual	2	10	12	1
2	Dioperasikan dengan mesin secara otomatis	1	12	10	2
Bagaimana mekanisme pembersihan area jig agar menjadi lebih mudah?					
1	Menggunakan cairan untuk pembersihan	0	0	20	5
2	Menggunakan udara	0	0	0	25

Dari hasil kuesioner tabel 1 disimpulkan:

- a. Kebutuhan pada proses *honing cylinder compressor part* adalah Jig.
- b. Spesifikasi Jig yang dibutuhkan adalah memiliki ukuran yang lebih dari 50 x 50 x 20 mm dan memiliki berat yang kurang dari 75 kg.

- c. Rancangan Jig yang diharapkan adalah aman saat proses pemasangan dan operasi, proses instalasi lebih mudah dan cepat, dapat dioperasikan oleh 1 orang teknisi atau operator serta mudah dalam perawatan.
- d. Sistem operasi Jig yang akan dilakukan adalah dengan sistem manual.
- e. Mekanisme pembersihan area Jig menggunakan cairan dan udara.

Penjabaran Tugas (*Clarifying the Task*). Pada tahap ini, perancang akan diminta untuk mengumpulkan informasi dengan menguraikannya ke bentuk serupa serta bentuk dasar spesifikasi (*requirementlist*), kemudian menemukan apa saja masalah yang akan didapat untuk mencapai penyelesaian terbaik.

Proses menentukan spesifikasi awal ini dilakukan yaitu berdasarkan kuesioner yang dilakukan kepada pengguna. Berikut ini daftar kebutuhan perancangan dan pemodelan dari jig untuk proses *honing cylinder compressor part*:

Tabel 2 Daftar Spesifikasi Awal

PARAMETER	SPEKIFIKASI	DEMAND(D)/ WISH(W)
JENIS	Jig	D
ALAT	Jig & Fixture	W
GEOMETRI	Dimensi Jig lebih besar dari 50x50x20 mm	D
	Berat Jig kurang dari 75 kg	W
SISTEM RANCANGAN	Aman saat pemasangan dan operasi	D
	Proses instalasi lebih cepat	D
	Operasi dilakukan oleh 1 orang teknisi/operator	D
	Mudah perawatan	W
SISTEM	Sistem Manual	D
PENGOPERASIAN	Sistem Otomatis	W
MEKANISME PEMBERSIHAN	Menggunakan cairan	D
	Menggunakan udara	D
PERAWATAN	Dilakukan secara <i>preventive</i>	D
	Penggantian komponen mudah	D

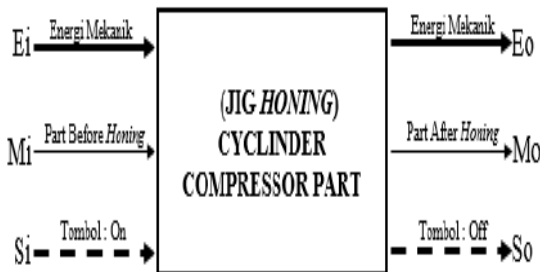
Keterangan : D = Demand (Keharusan)
W = Wish (Harapan)

Struktur Fungsi. Setelah masalah utama diketahui, maka perancang harus membuat secara keseluruhan. Struktur ini digambarkan dengan balok diagram yang menunjukkan hubungan input

dan output berupa aliran energi, material dan sinyal. Dapat dibagi 2, yaitu:

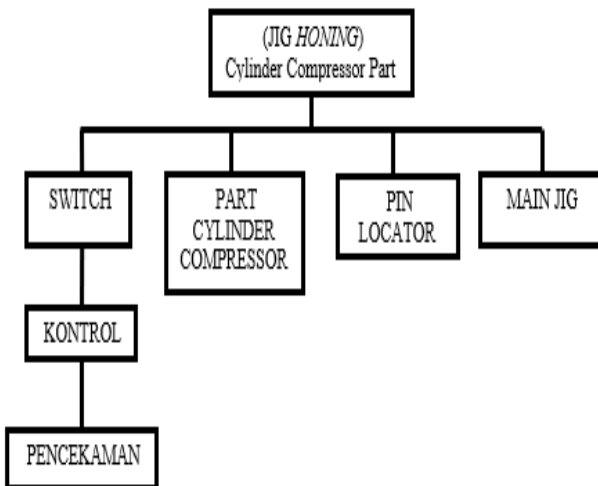
- a. Fungsi keseluruhan.
- b. Sub fungsi keseluruhan.

Fungsi keseluruhan dibuat setelah kita menentukan tugas dari bagian yang dirancang secara keseluruhan. Fungsi keseluruhan ini kemudian diuraikan menjadi beberapa sub fungsi yang mempunyai tingkat kesulitan yang rendah. Tahap pertama yang dibuat adalah mekanisme dari Jig proses *honing cylinder compressor* part.



Gambar 3 Struktur Fungsi Keseluruhan

Struktur fungsi keseluruhan, maka dilanjutkan dengan mencari sub fungsi keseluruhan dan struktur fungsi keseluruhan.



Gambar 4 Sub Fungsi Keseluruhan

Metode pencarian prinsip solusi dibagi kedalam 3 (tiga) kategori yaitu:

- a. Metode Konvensional

Metode ini meliputi pencarian dalam literatur, *text book*, jurnal-jurnal teknik dan brosur yang dikeluarkan oleh suatu perusahaan.

- b. Metode Intuitif




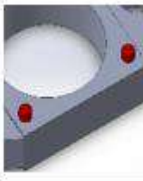

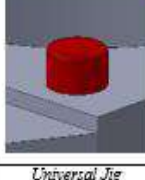
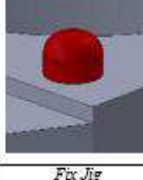




Solusi dengan intuisi ini datang setelah periode pencarian dan pemikiran panjang, solusi ini kemudian dikembangkan dan diperbaiki.

- c. Metode Kombinasi

Metode ini mengkombinasikan kemungkinan solusi yang ada. Metode yang dapat digunakan adalah metode bentuk matrik, dimana sub fungsi dan prinsip solusi dimasukkan dalam kolom dan baris. Terhadap minimal

satu prinsip satu solusi untuk setiap sub fungsi. Berikut ini adalah tabel pembuatan prinsip solusi pada perancangan jig untuk proses *honing*.

Tabel 3 Kombinasi Prinsip Solusi

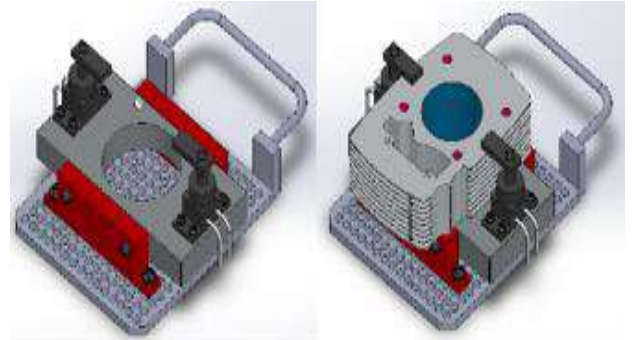
No.	Prinsip Solusi	Varian 1	Varian 2	Varian 3
1	Jenis Landasan	Modular Base Plate 	Profile Base Plate 	
2	Jenis Pencekam	Toggle Clamp 	Locator (Non Clamp) 	Swing Clamp 
3	Jenis Pin Locator	Straight Pin 	Round Pin (Guide) 	
4	Jenis Main Jig Support	Universal Jig 	Fix Jig 	
5	Jenis Main Jig	Pin Locator Jig 	Clamp Jig 	

Dalam perancangan Jig proses *honing* ini digunakan metode kombinasi. Untuk mendapatkan kombinasi yang terbaik harus dilakukan pengeliminasian dan pemilihan. Kriteria yang harus diperhatikan dalam memilih kombinasi adalah:

- a. Sesuai fungsi keseluruhan.
- b. Memenuhi keinginan dari daftar spesifikasi.
- c. Dapat tercipta atau dibuat.

Tabel 4 Pemilihan Kombinasi Prinsip Solusi

No.	Prinsip Solusi	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3
1	Jenis Landasan	Modular Base Plate	Profile Base Plate	
2	Jenis Pengekang	Jegrid Clamp	Locator (Non Clamp)	Swing Clamp
3	Jenis Pin Locator	Straight Pin	Rounds Pin (Guide)	
4	Jenis Main Jig Support	Universal Jig	Fix Jig	
5	Jenis Main Jig	Pin Locator Jig	Clamp Jig	



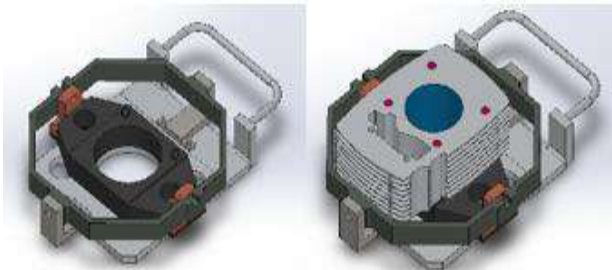
Gambar 7 Variasi 3

Pembuatan Dan Pemilihan Konsep Varian. Dalam pembuatan konsep varian harus memperhatikan segi teknik dan ekonominya. Konsep varian dapat dibuat berdasarkan data-data di bawah ini:

- Sketsa dan kemungkinan bentuk rancangan dan bentuk fisiknya.
- Penelitian lebih lanjut untuk pengembangan teknologi.
- Riset lapangan untuk penganalisisan.
- Pengujian model untuk menentukan unjuk kerja secara kuantitatif.

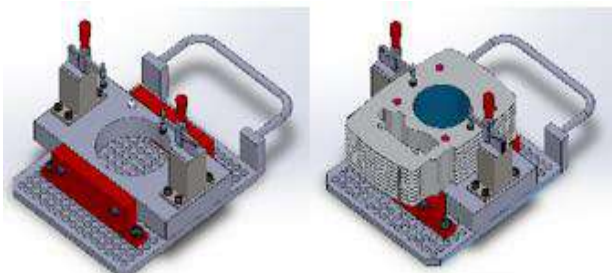
Dari hasil yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya, didapatkan data setiap varian nya antara lain :

(a) Variasi 1 : 1-2, 2-2, 3-1, 4-1 dan 5-1



Gambar 5 Variasi 1

(b) Variasi 2 : 1-1, 2-1, 3-2, 4-2 dan 5-2



Gambar 6 Variasi 2

(c) Variasi 3 : 1-1, 2-3, 3-2, 4-2 dan 5-2

Tabel 5 Pemilihan Varian Solusi

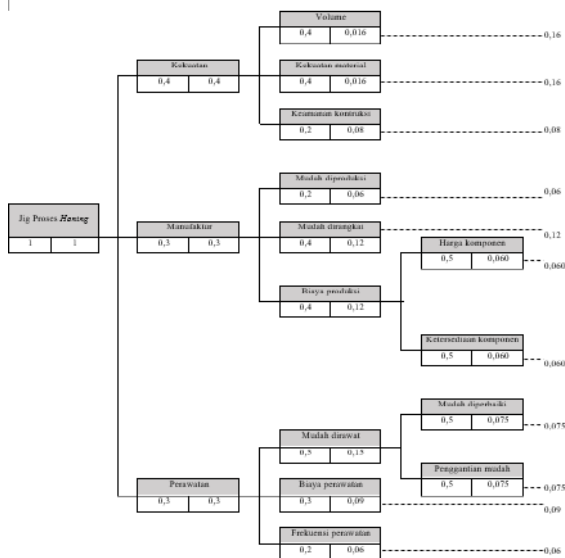
Selection Chart																																					
VARIAN PRINSIP SOLUSI	<table border="1"> <tr> <td>Varian dievaluasi dengan kriteria solusi :</td> <td>Keputusan tanda solusi varian (SV) :</td> </tr> <tr> <td>(+) Ya</td> <td>(+) Meningkatkan solusi</td> </tr> <tr> <td>(-) Tidak</td> <td>(-) Menghilangkan solusi</td> </tr> <tr> <td>(?) Kekurangan informasi</td> <td>(?) Mengumpulkan informasi</td> </tr> <tr> <td>(!) Periksa spesifikasi</td> <td>(!) Memeriksa spesifikasi untuk perubahan</td> </tr> </table>	Varian dievaluasi dengan kriteria solusi :	Keputusan tanda solusi varian (SV) :	(+) Ya	(+) Meningkatkan solusi	(-) Tidak	(-) Menghilangkan solusi	(?) Kekurangan informasi	(?) Mengumpulkan informasi	(!) Periksa spesifikasi	(!) Memeriksa spesifikasi untuk perubahan																										
	Varian dievaluasi dengan kriteria solusi :	Keputusan tanda solusi varian (SV) :																																			
	(+) Ya	(+) Meningkatkan solusi																																			
	(-) Tidak	(-) Menghilangkan solusi																																			
	(?) Kekurangan informasi	(?) Mengumpulkan informasi																																			
	(!) Periksa spesifikasi	(!) Memeriksa spesifikasi untuk perubahan																																			
	Sesuai dengan fungsi keseluruhan																																				
	Secara prinsip dapat diwujudkan																																				
	Pengetahuan tentang konsep memadai																																				
	Memenuhi syarat keamanan																																				
Dalam batasan biaya produksi																																					
Sesuai dengan keinginan pembuat																																					
Sesuai dengan daftar kehendak																																					
	<table border="1"> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>KETERANGAN</th> <th>SV</th> </tr> <tr> <td>1-1</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>Mudah dibentuk atau didapatkan di pasaran, bentuk sederhana dan universal</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>1-2</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>Mudah dibentuk, bentuk lebih fungsional, sesuai kebutuhan</td> <td>+</td> </tr> <tr> <td>2-1</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>Mudah didapat dipasaran, biaya cukup rendah, daya tahan kurang baik</td> <td>+</td> </tr> </table>	A	B	C	D	E	F	G	KETERANGAN	SV	1-1	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk atau didapatkan di pasaran, bentuk sederhana dan universal	+	1-2	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, bentuk lebih fungsional, sesuai kebutuhan	+	2-1	+	+	-	+	+	-	Mudah didapat dipasaran, biaya cukup rendah, daya tahan kurang baik	+
A	B	C	D	E	F	G	KETERANGAN	SV																													
1-1	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk atau didapatkan di pasaran, bentuk sederhana dan universal	+																													
1-2	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, bentuk lebih fungsional, sesuai kebutuhan	+																													
2-1	+	+	-	+	+	-	Mudah didapat dipasaran, biaya cukup rendah, daya tahan kurang baik	+																													

2-2	+	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, daya tahan baik, biaya produksi rendah, sesuai kebutuhan	+
2-3	+	+	?	+	-	-	-	Mudah didapat dipasaran, Penggunaan universal, membutuhkan biaya dan instalasi lebih	-
3-1	+	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, daya tahan baik, biaya produksi rendah, sesuai kebutuhan	+
3-2	+	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, daya tahan baik, biaya produksi rendah, sesuai kebutuhan	+
4-1	+	+	+	?	+	+	+	Mudah dibentuk, universal untuk berbagai jenis part, dimensi sesuai kebutuhan, Keamanan perlu diuji	+
4-2	+	+	?	+	-	+	+	Mudah dibentuk, Part tambahan perlu biaya lebih, Keamanan baik	-
5-1	+	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, daya tahan baik, biaya produksi rendah, sesuai kebutuhan	+
5-2	+	+	+	+	+	+	+	Mudah dibentuk, daya tahan baik, biaya produksi rendah, sesuai kebutuhan	+

Evaluasi. Setelah membuat konsep varian tahap selanjutnya adalah evaluasi. Evaluasi ditunjukkan untuk dapat menentukan harga, keuntungan, dan kekuatan dari sebuah persoalan apakah memenuhi sebuah tujuan. Evaluasi ini termasuk membandingkan sebuah solusi dengan solusi lain yang dianggap ideal. Dalam mengevaluasi konsep ini, penulis menggunakan metode guide line VDI 2221 yang merupakan kombinasi evaluasi dari segi teknik dan ekonomi. Pada tabel disajikan nilai dari guide line VDI 2221 beserta artinya.

a. Kriteria Pembobotan Evaluasi

Berikut ini adalah nilai dan kriteria pembobotan yang telah ditentukan berdasarkan kuesioner kepada masyarakat:



Gambar 7 Diagram Bobot Penilaian Varian

Setelah mendapatkan nilai pembobotan varian di atas tabel pembobotan di bawah ini yang diambil dari hasil kuesioner.

Keterangan :

M = Poin

B = Bobot

H = Arti

BM = Perkalian bobot dengan poin

Tabel 5 Skala Nilai Pembobotan

Skala Nilai Pembobotan	
Nilai	Arti
0	Tidak memuaskan
1	Kurang
2	Cukup
3	Baik
4	Sangat baik

Tabel 6 Pembobotan Varian 1

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Varian 1		
				H	M	B.M
1	Volume	0,16	Jenis material	Baik	3	0,48
2	Kekuatan material	0,16	Jenis material	Baik	3	0,48
3	Keamanan konstruksi	0,08	Tidak membahayakan	Baik	3	0,24
4	Mudah diproduksi	0,06	Pengerjaan mudah	Baik	3	0,18
5	Mudah dirangkai	0,12	Perakitan mudah	Cukup	2	0,24
6	Harga komponen	0,060	Biaya rendah	Sangat Baik	4	0,24
7	Ketersediaan komponen	0,060	Mudah didapat	Baik	3	0,18
8	Mudah diperbaiki	0,075	Proses perbaikan	Baik	3	0,225
9	Penggantian mudah	0,075	Penggantian komponen	Cukup	2	0,15
10	Biaya perawatan	0,09	Biaya rendah	Cukup	2	0,18
11	Frekuensi perawatan	0,06	Waktu perawatan	Baik	3	0,18
Jumlah		1	Jumlah			2,775

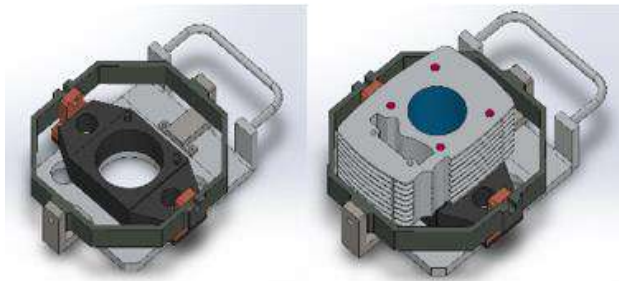
Tabel 7 Pembobotan Varian 2

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Varian 2		
				H	M	B.M
1	Volume	0,16	Jenis material	Baik	3	0,48
2	Kekuatan material	0,16	Jenis material	Baik	3	0,48
3	Keamanan konstruksi	0,08	Tidak membahayakan	Baik	3	0,24
4	Mudah diproduksi	0,06	Pengerjaan mudah	Baik	3	0,18
5	Mudah dirangkai	0,12	Perakitan mudah	Cukup	2	0,24
6	Harga komponen	0,060	Biaya rendah	Cukup	2	0,12
7	Ketersediaan komponen	0,060	Mudah didapat	Baik	3	0,18
8	Mudah diperbaiki	0,075	Proses perbaikan	Cukup	2	0,15
9	Penggantian mudah	0,075	Penggantian komponen	Cukup	2	0,15
10	Biaya perawatan	0,09	Biaya rendah	Cukup	2	0,18
11	Frekuensi perawatan	0,06	Waktu perawatan	Baik	3	0,18
Jumlah		1	Jumlah			2,58

Tabel 8 Pembobotan Varian 3

No	Kriteria Evaluasi	B	Parameter	Varian 3		
				H	M	B.M
1	Volume	0,16	Jenis material	Baik	3	0,48
2	Kekuatan material	0,16	Jenis material	Baik	3	0,48
3	Keamanan konstruksi	0,08	Tidak membahayakan	Baik	3	0,24
4	Mudah diproduksi	0,06	Pengerjaan mudah	Cukup	2	0,12
5	Mudah dirangkai	0,12	Perakitan mudah	Cukup	2	0,24
6	Harga komponen	0,060	Biaya rendah	Kurang	1	0,060
7	Ketersediaan komponen	0,060	Mudah didapat	Cukup	2	0,12
8	Mudah diperbaiki	0,075	Proses perbaikan	Cukup	2	0,15
9	Penggantian mudah	0,075	Penggantian komponen	Cukup	2	0,15
10	Biaya perawatan	0,09	Biaya rendah	Cukup	2	0,18
11	Frekuensi perawatan	0,06	Waktu perawatan	Baik	3	0,18
Jumlah		1	Jumlah			2,40

Setelah dilakukan pemilihan varian berdasarkan nilai pembobotan yang telah dilakukan, didapatkan ranking dari ketiga varian tersebut, dan varian 1 merupakan varian yang terpilih dengan nilai akhir 0,080. Setelah didapat varian dengan bobot tertinggi, maka berikut ini adalah sketsa dari varian terpilih, yaitu varian ke 1:

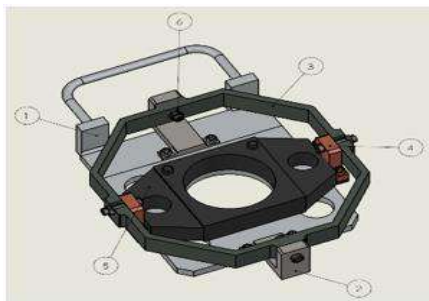


Gambar 8 Varian Jig Terpilih

Penjelasan varian terpilih:

1. Jenis *base plate* yang digunakan adalah profile *base plate* karena sesuai dengan kebutuhan proses *honing*. Profile *base plate* dibuat sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan, sehingga meminimalisir kesalahan dalam proses perakitan oleh operator. Bentuk dari profile yang terdapat pada *base plate* bertujuan untuk mempermudah proses pembuangan cairan *coolant* dan bekas scrap dari proses *machining honing*, sehingga sisa proses tidak mengumpul pada sisi *base plate*.
2. Jenis pencekaman pada varian ini hanya menggunakan pin locator yang dibuat presisi sesuai dengan ukuran lubang yang terdapat pada *part cylinder comp* bertujuan untuk mempermudah operator dalam proses pemasangan dan pengambilan *part cylinder comp* pada jig, serta mempersingkat waktu *cycle time*.
3. Jenis jig support yang dipilih adalah jenis universal karena memungkinkan untuk pergantian jenis main jig yang lain agar dapat memproses berbagai *cylinder comp* atau part lainnya yang sejenis namun berbeda dimensi.

Perancangan Detail. Desain konstruksi merupakan hasil dari desain varian yang sudah terpilih pada perancangan Jig untuk proses *honing* dengan peralatan-peralatan yang terdapat diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9 Gambar Umum Jig

Keterangan Gambar 9:

1. *Base plate*
2. Stand Jig Base
3. Jig Base
4. Stand Main Jig
5. Main Jig
6. Baut

Daftar Material (Bill Of Material, BOM) Komponen. Adapun daftar material yang digunakan pada komponen-komponen Jig proses *honing* diperlihatkan pada tabel 9.

Tabel 9 Daftar BOM Jig Honing

No	Nama Komponen	Spesifikasi	Qtt	Berat Total (kg) (Base On SolidWork)
1	<i>Base Plate</i>	Panjang = 251 mm Lebar = 160 mm Tinggi = 52 mm Material = SS41/AISI 304	1	1,95
2	<i>Stand Jig Base</i>	Panjang = 50,5 mm Lebar = 50 mm Tinggi = 50 mm Material = SS41/AISI 304	2	0,40
3	<i>Jig Base</i>	Panjang = 215 mm Lebar = 208 mm Tinggi = 25 mm Material = SS41/AISI 304	1	0,96
4	<i>Stand Main Jig</i>	Panjang = 50 mm Lebar = 11 mm Tinggi = 41,5 mm Material = SS41/AISI 304	2	0,30
5	<i>Main Jig</i>	Panjang = 186 mm Lebar = 90 mm Tinggi = 30 mm Material = AISI 4340	1	1,9
6	Baut	<i>Shock Bolt (L) M8x25</i>	4	0,6
		<i>Shock Bolt (L) M6x15</i>	4	0,4
Total Berat				6,51

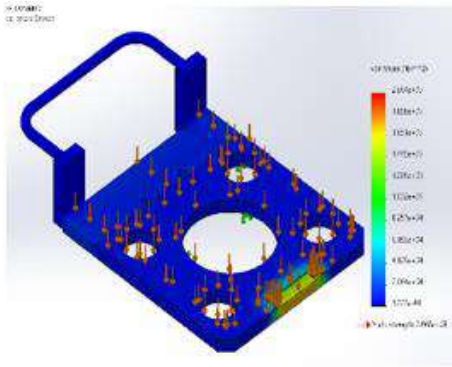
Perhitungan Dan Analisis Hasil. Untuk menghitung kekuatan *Base plate* jig proses *honing* akan menggunakan software *SolidWork 2020*, beban atau gaya yang bekerja pada *base plate* (FBP) adalah beban statis berat (berdasarkan tabel 4.11) yang dipikul *base plate* yaitu:

FBP = Berat Total – Berat *base plate* + Berat *part*

$$\begin{aligned}
 & \text{cylinder compressor} \\
 & = 6,51 - 1,95 + 3,66 \\
 & = 8,22 \text{ kg} = 80,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

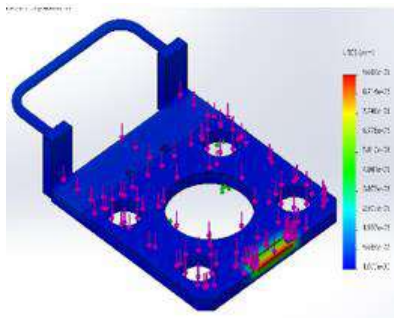
Jadi, beban statis berat yang harus dipikul *base plate* adalah 80,5 N.

Analisis Simulasi. Analisis simulasi digunakan untuk mengetahui nilai von mises stress, displacement static-strain dan kekuatan *base plate* dalam menahan komponen jig lain dan part *cylinder compressor* yang dapat menemukan nilai faktor keamanan (*safety factors*).



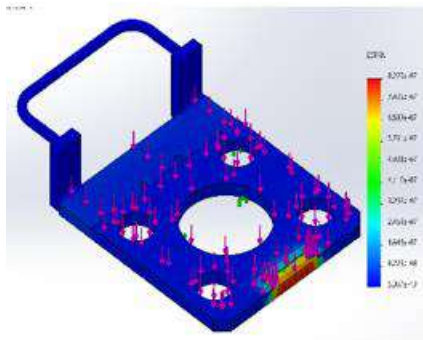
Gambar 10 Von Misses Stress Pada Base plate

nilai yield stress minimal $1,223 \times 10^{-1}$ N/m² dan maksimal $2,064 \times 10^5$ N/m² dan jika diamati dari sisi yang diberi beban terlihat berwarna biru dan kehijauan sehingga dapat disimpulkan kontruksi *base plate* dengan material AISI 304 aman menahan beban 80,5 N.



Gambar 11 Analisa Displacement Pada Base plate

Dari gambar terlihat kontruksi *base plate* diberi beban didominasi biru dan sedikit kehijauan untuk *displacement*, ini artinya kontruksi *base plate* aman. Nilai *displacement* maksimal $9,683 \times 10^{-6}$ mm dan minimal $1,000 \times 10^{-30}$.



Gambar 12 Analisa Static strain

Jika dilihat dari gambar 4.19, Nilai *static strain* maksimal adalah $8,229 \times 10^{-7}$ dan Nilai *static strain* minimal adalah $5,367 \times 10^{-13}$. Sehingga disimpulkan *base plate* dalam keadaan aman, dilihat dari warna juga aman karena didominasi warna biru dan sedikit kehijauan.

Penilaian Resiko.

Proses perancangan jig proses *machining honing* perlu dilakukan penilaian resiko karena berpotensi menyebabkan kegagalan perancangan.

Resiko pada perancangan dapat diidentifikasi yaitu:

A. Kecelakaan

Tidak dilakukan aspek teknis pada proses perancangan dapat menyebabkan kegagalan pada proses perancangan, aspek teknis antara lain:

- e. Pembuatan desain gambar rancangan tidak sesuai dengan standar
- f. Material yang dipilih sulit di dapatkan di pasaran
- g. Dalam proses perancangan tidak membuat prosedur pengoperasian
- h. Dan lain-lain.

Tabel 10 Identifikasi Dampak Resiko

No	Risiko Apa	Risiko Yang Teridentifikasi	Dampak
1.	Desain gambar Jig sulit dipahami	Desain gambar tidak sesuai dengan aturan perancangan.	Fatal (5)
2.	Jig menimbulkan kerugian baik materi maupun tingkat bahaya bagi pengunanya	Tidak menganalisis kekuatan dan kekakuan pada bagian bagian alat	Sedang (3)
3.	Kerusakan pada Jig	Kesalahan memilih material	Berat (4)
4.	akan menyebabkan bahaya pada pengguna serta kerusakan pada Jig	Kesalahan menetapkan prosedur pengoperasian alat	Berat (4)
5.	Mengurangi umur Jig dan menimbulkan kerusakan pada Jig	Overload	Rendah (2)

nilai risiko khusus tinggi sampai dengan ekstrim perlu mendapat perhatian yaitu dengan melakukan pengendalian risiko sehingga sampai pada nilai yang rendah juga termasuk yang moderat.

Tabel 10 Pengendalian Resiko

A	B	Pengendalian (P)
1	Desain gambar tidak sesuai dengan aturan perancangan	- Mencari literatur lebih banyak - Mencari refrensi perancangan dari penelitian sebelumnya - Mempelajari standar gambar
2	Tidak menganalisis kekuatan dan kekakuan pada bagian-bagian jig	Membuat analisis kekuatan dan kekakuan pada bagian-bagian jig
3	Kesalahan memilih material	Menganalisis lagi pemilihan material bagian utama mesin pada rancangan dan mempelajari dari referensi penelitian perancangan serupa
4	Kesalahan menetapkan prosedur pengoperasian jig	Membuat Prosedur operasi Jig untuk proses <i>machining honing part cylinder comp.</i>
5	Overload	Membuat analisis perancangan mengenai overload pada Jig

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan Jig Proses *Machining Honing Part Cylinder Compressor*, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- A. Rancangan Jig sebagai alat bantu pengecam *cylinder compressor engine* block di proses *honing* menggunakan metode VDI 2221 yang menghasilkan rancangan jig terpilih yaitu varian 1 karena efisien dan aman, dimana rancangan jig terdiri dari 2 bagian utama yaitu *Base plate* dan *Main Jig*.
- B. Material yang dibutuhkan dalam perancangan *Base plate* dan stand pendukungnya adalah SS41/AISI 304, pemilihan material ini dikarenakan sifatnya yang tahan korosi dan non magnetic. Kemudian untuk material yang dibutuhkan untuk *Main Jig* adalah AISI 4340 yang memiliki sifat ketahanan *impact* yang baik dan tahan terhadap korosi.
- C. Spesifikasi pada rancangan *jig* proses *Machining Honing Part Cylinder Compressor*, yaitu:
1. Dimensi
 - a. *Base plate* : 251×160×52 mm
 - b. *Stand Jig Base* : 50,5×50×50 mm
 - c. *Jig Base* : 215×208×25 mm
 - d. *Stand Main Jig* : 50×11×41,5 mm
 - e. *Main Jig* : 186×90×30 mm
 Untuk dimensi setelah Jig di-assembly adalah 288×208×59 mm.
 2. Total Berat Jig proses *machining honing* adalah 6,51 kg.
 3. Dapat menjadi Jig untuk jenis *Cylinder compressor* yang berbeda dengan mengganti *Main Jig*.
- D. Cara operasi jig proses *machining honing* yang di rancang, yaitu:
- a. Lakukan *assembly* semua komponen jig dan *setting* jig terhadap *zero* mesin.
 - b. Letakkan benda kerja *cylinder compressor* pada main jig, sesuaikan posisi part dengan *locator* pada main jig.
 - c. Posisikan jig pada posisi proses sampai menyentuh *stopper* sensor.
 - d. Mulai proses *machining* dengan menekan dua push button bersamaan.
 - e. Setelah proses selesai, bersihkan benda kerja dengan angin dan ambil benda kerja *cylinder compressor*.
 - f. Bersihkan permukaan *main jig* dengan oli dan angin, kemudian lanjutkan untuk memproses benda kerja selanjutnya.

KEPUSTAKAAN

- [1] Hendro Prasetyo, "Rancangan Welding *Fixture* Pembuatan Rangka Produk Kursi," Jurnal Teknik Teknologi Industri, ITENAS, Bandung, vol. E-116, 2012.
- [2] V. T. Suci Rahmawati SY, "Perancangan *Fixture* Gurdi Untuk Produksi Komponen Brake Pads," Jurnal Teknik Industri Fakultas Teknik Andalas Padang, pp. 75–80, 2010.
- [3] Heinz Tschatch, *Applied Machining Technology*. Springer, 2008.
- [4] S. Wignjosoebroto, *Pengantar Teknik & Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya, 2006.
- [5] Fritz Klocke, *Manufacturing Processor 2*. Springer, 2009.
- [6] S. dan S. B. Mokh, *Sistem Manufaktur*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri ITS, 1999.
- [7] E. Hoffman, *Jig And Fixture Design*. Delmar Publisheres, 1996.
- [8] IIT Kharagpur, *Modul 8 Jigs and Fixtures For Machine Shops*, vol. 2. *Mechanical Engineering*, IIT Khargpur, 2015.
- [9] Mohammed Abouhenidi Hamad, "Jig and *Fixture* Design," *Journal of Scientific & Engineering Research*, vol. 5, no. 2, 2014.
- [10] M. R. Soni Sandep, "Design and Modeling of *Fixture* for *Cylinder Liner Honing* Operation," *Global Journal of Research in Engineering Mechanical & Mechanics*, vol. 13, no. 7, 2013.
- [11] Tri Toni Utomo, "Perancangan Jig Pada Proses *Machining Base plate* Guna Menurunkan Biaya *Machining Dies*," *Teknik Industri*, Universitas Muhammadiyah Magelang, 2018.
- [12] C. C. Okpala, "The Design and Need for Jigs and *Fixtures* in Manufacturing," *Science Research*, vol. 3, pp. 213–219, 2015.
- [13] Y. Kurniawan, "Perancangan Alat Roll Plat Untuk UKM Pembuat Alat Rumah Tangga di Desa Ngernak Kabupaten Klaten," *Jurnal Teknik Mesin*, Universitas Pancasila, pp. 1–8, 2015.
- [14] W. B. J. F. K. H. G. G. Pahl, *Engineering Design-A Systematic Approach*, 3rd ed. Springer, 2007.
- [15] Lucitasari dan S. Sutrisno, "Analisis Ekonomi Dan Perancangan Alat Pengupas Kulit Ari Kacang Hijau Dengan Metode VDI 2221," *Jurnal OPSI*, vol. 11, no. 2, 2018.
- [16] Matt Lombard, *Solidwork 2010 Bible*. Wiley Publishing, 2010.
- [17] I. D. and P. D. J. Duhovnik, *Space Modeling With SolidWork and NX*. Springer, 2015.
- [18] R. Harfi dan U.M.Sugeng, "Analisis Biaya Dan Perancangan Alat Pemasangan Bushing Pada Attachment PC 400 Dengan Metode VDI," vol. 2, no. 2, pp. 47-54-undefined, 2015.
- [19] AS/NZS 4360, *Risk Management*. Australian/New Zealand Standard, 2004.