

Perancangan *Jig and fixture* Untuk Pembuatan Ragum Tipe 125

Akil Priyamanggala^{a,*}, M Yazid Diratama^a, Riki Cahyadi^a

^aJurusan Teknik Manufaktur, Politeknik Manufaktur Bandung

*E-mail: akil_pd@polman-bandung.ac.id

Abstract

Ragum 125 is one of product made by Polman (Politeknik Manufaktur) Bandung. The main function of ragum is for clamp workpiece. The main component of ragum they are rahang tetap and rahang gerak where the machining processes can be done by manual machine tools or by cnc machine tools. Today, the machining processes for those component made by manual machine tools with JF (*jig and fixture*). But the processes can't reach the product quantity and quality and the interchangeability for rahang tetap (RT) and rahang gerak (RG) is not happened. Main purpose of this reasearch is to maximize efficiency the design of the new JF that can improve the interchangeability of the rahang tetap and rahang gerak. The *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) 2222 design methode was used to design the new JF. Result show, the new JF design can reduced from 4 JF to 3JF and this design was considered the interchangeability of rahang gerak and rahang tetap ragum 125.

Kata kunci: ragum 125; rahang gerak; rahang tetap; *jig and fixture*

Abstrak

Ragum 125 merupakan salah satu produk Polman (Politeknik Manufaktur) Bandung. Fungsi utama ragum ialah untuk menjepit benda kerja. Komponen utama ragum terdiri dari rahang tetap dan rahang gerak yang dimana proses pemesinan untuk dua komponen ini bisa dilakukan di mesin manual ataupun mesin otomatis (CNC). Saat ini, proses pemesinan komponen ragum dikerjakan menggunakan mesin manual dengan bantuan JF (*jig and fixture*). Namun, kuantitas dan kualitas produk masih belum memenuhi harapan dan saat proses perakitan antar rahang tetap dan rahang gerak tidak *interchangeability*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dari rancangan JF yang baru dan dapat memperbaiki hasil dari produk rahang tetap dan rahang gerak agar *interchangeability* tercapai. Metode *Verein Deutscher Ingenieure* (VDI) 2222 digunakan untuk proses perancangan JF dalam penelitian ini. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, JF hasil rancangan dapat mereduksi JF yang ada dari 4 menjadi 3 dan JF hasil rancangan sudah mempertimbangkan sifat ketercapaian *interchangeability* dari rahang tetap dan gerak pada ragum 125 Polman Bandung.

Kata kunci: ragum 125; rahang gerak; rahang tetap; *jig and fixture*

1. Pendahuluan

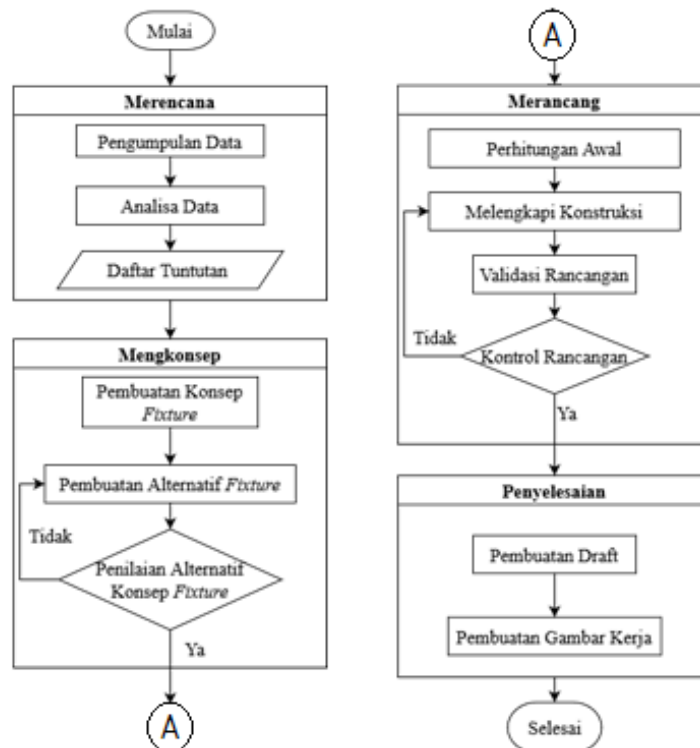
Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN Bandung) adalah salah satu perguruan tinggi vokasi yang menerapkan Production Based Education (PBE). Salah satu produk dari POLMAN adalah ragum meja. Ragum merupakan alat bantu dalam pencekaman benda kerja dari logam, plastik, kayu, dsb. Selain itu ragum juga digunakan oleh operator pada mesin-mesin tertentu seperti mesin frais, mesin bor, ataupun mesin CNC. Tuntutan dalam pembuatan ragum ini adalah penggunaannya dapat mampu menjepit benda kerja dengan berbagai posisi serta dapat diputar serta diatur ketinggiannya. Sasaran dari produksi ragum ini sesuai dengan daerah keterpakaianya terutama yang bergerak dibidang manufaktur seperti di lingkungan industri, sekolah keteknikan, lab. mesin, maupun di lingkungan rumah tangga. Sehingga untuk memenuhi kriteria segmen pasar ragum POLMAN harus memiliki kepresisian, sifat ketertukaran (*interchangeability*) dan dibutuhkan kecepatan kapasitas produksi yang memadai sebagai kelebihan dari ragum yang telah diproduksi dibandingkan dengan ragum yang ada dipasaran.

Tujuan rekayasa engineering ini adalah untuk menghasilkan rancangan *jig and fixture* yang baru untuk komponen rahang gerak dan rahang tetap agar dapat meningkatkan kuantitas dan kualitas hasil produk ragum dengan melakukan validasi desain melalui simulasi perangkat lunak rekayasa. Kajian rekayasa engineering dilakukan mulai dari identifikasi produk, analisis pemesinan dan perencanaan alat potong, analisis mesin, analisis operator, layout produk, analisis ekonomis, dan rancangan fixture yang baru. Untuk menghasilkan produk yang memiliki sifat mampu tukar dengan kepresisian tinggi dapat dilakukan dengan memberikan fokus dan perhatian pada tahap perancangan sehingga dapat tercapainya fungsi yang baik dari fixture maupun produk yang dihasilkan setelah proses pemesinan.

Penelitian ini berfokus pada perancangan *fixture* proses pemesinan untuk produk rahang gerak (RG) dan rahang tetap (RT) Ragum 125 Polman Bandung.

2. Material dan metode penelitian

Metoda perancangan yang digunakan yaitu mengkombinasikan antara metode perancangan VDI (Verein Deutsche Ingenieur) 2222 dengan metode perancangan menurut *Computer Aided Fixture Design*. Berikut adalah langkah penyelesaian masalah berdasarkan metode perancangan yang digunakan.



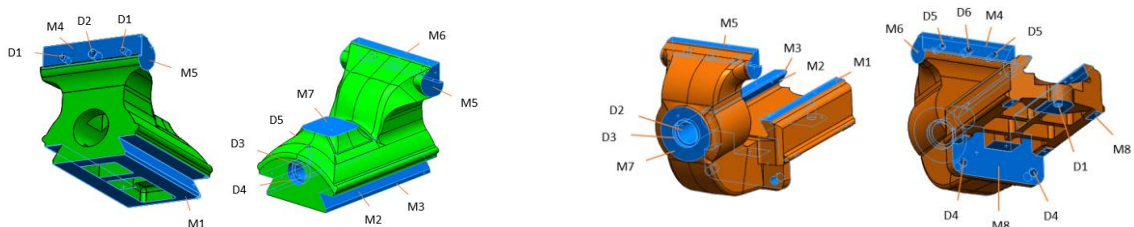
Gambar 1. Metodologi perancangan

Tahapan terdiri dari 4 pekerjaan utama yaitu merencana, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Merencana

Tahapan pertama dalam metode perancangan VDI 2222 adalah merencana. Luaran dari tahapan merencana ini adalah berupa daftar tuntutan atau spesifikasi teknis mesin yang didapat dengan mengidentifikasi permasalahan/kebutuhan. Material dari rahang gerak dan rahang tetap adalah GG-25 hasil proses casting. Bagian dari komponen rahang gerak dan rahang tetap harus dilakukan proses pemesinan dan dapat interchangeability. Fitur-fitur yang ada pada komponen ini diberi nama dan tanda. Berdasarkan gambar kerja, fitur-fitur tersebut dihasilkan dari proses pemesinan dan mempunyai toleransi tertentu. Seluruh fitur-fitur tersebut diidentifikasi dan disajikan dalam Gambar 2 dan Gambar 3.



Kode	Proses	Keterangan
M1	Milling bagian bawah	Toleransi umum
M2	Milling alur dovetail	Toleransi khusus ± 0.02 mm
M3	Milling bagian sisi alur dovetail	Toleransi umum
M4	Milling alur rahang	Tegak lurus datum A dan toleransi ± 0.05 mm
M5	Side milling bagian rahang	Toleransi khusus ± 0.2 mm
M6	Milling bagian atas rahang	Toleransi umum, bentuk luar miring 5°
M7	Milling bagian landasan atas	Toleransi umum
D1	Drilling $\varnothing 6.8$	Toleransi umum Kedalaman <i>drill</i> 18 mm Tap M8 x 12 mm
D2	Drilling $\varnothing 10$	Toleransi sesuai $\varnothing 10H7$
D3	Drilling $\varnothing 18.5$	Toleransi umum (<i>thru</i>)
D4	Counterbore $\varnothing 28$	Tegak lurus datum A dan toleransi ± 0.05 mm
D5	Drilling $\varnothing 4.8$	Toleransi sesuai $\varnothing 5H7$ dibor Bersama batang ulir transportir

(a)

Kode	Proses	Keterangan
M1	Milling permukaan lurus atas	Sebagai datum A
M2	Milling alur dovetail	Toleransi khusus ± 0.02 mm
M3	Chamfer bagian permukaan lurus atas	Toleransi umum
M4	Milling alur rahang	Tegak lurus datum A dan toleransi ± 0.02 mm
M5	Milling bagian atas rahang	Toleransi umum, bentuk luar miring 5°
M6	Side milling bagian rahang	Toleransi khusus ± 0.2 mm
M7	Side milling bagian sisi rahang	Toleransi umum
M8	Milling bagian bawah rahang	Sebagai datum B
D1	Drilling $\varnothing 11$	Toleransi umum (<i>thru</i>)
D2	Boring $\varnothing 30$	Toleransi umum (<i>thru</i>)
D3	Counterbore $\varnothing 38$	Tegak lurus datum A dan toleransi ± 0.05 mm
D4	Drilling $\varnothing 11$	Toleransi umum (<i>thru</i>)
D5	Drilling $\varnothing 6.8$	Toleransi umum Kedalaman <i>drill</i> 18 mm Tap M8 x 12 mm
D6	Drilling $\varnothing 10$	Toleransi sesuai $\varnothing 10H7$
D7	Drilling $\varnothing 4.2$	Toleransi umum Kedalaman <i>drill</i> 16 mm Tap M5 x 12 mm

(b)

Gambar 2. (a) Fitur pemesinan Rahang gerak, (b) Fitur pemesinan rahang tetap

Mesin yang dipakai untuk proses pemesinan ragum yaitu pada mesin frais Schaublin 53N dengan spesifikasi yang diperlihatkan oleh Gambar 4.

Model	53 N
Travel X	700 mm
Travel Y	250 mm
Travel Z	490 mm
Permukaan <i>Clamping</i> Meja	1100 x 305 mm
Jumlah <i>T-slot</i>	5
Motor Utama	3/1500 kW-t/min
Kapasitas	5.1 T
Dimensi Mesin	2250 x 1920 x 1720 mm
Berat Mesin	2000 kg

Gambar 4. Spesifikasi mesin frais schaublin 53N

Setelah menentukan mesin yang digunakan, selanjutnya adalah analisa dari sisi operator. Analisa yang dilakukan mengacu pada keamanan proses loading dan unloading, clamping, handling, maupun dari segi pembersihan fixture seperti yang ditunjukkan Gambar 5 berikut.

No	Kriteria	Kondisi	Keputusan
1	Loading & Unloading, Clamping, Handling	Pemasangan dan pengambilan <i>jig and fixture</i>	Proses pemasangan dan pengambilan <i>jf</i> dilakukan secara manual oleh operator. Alat bantu angkat diperlukan.
2		Pencekaman produk	Pencekaman produk dilakukan secara manual oleh operator dengan bantuan kunci.
3		Keamanan operator	Pada saat <i>clamping</i> ataupun <i>handling</i> bagian <i>jig and fixture</i> tidak ada bagian yang tajam.
4		Gaya operator	Gaya operator yang diperbolehkan tidak boleh melebihi 175 N untuk gerakan dorong dan tarik sejajar atau diatas pundak

Gambar 5. Hasil analisa sisi operator untuk loading, unloading, clamping, dan handling

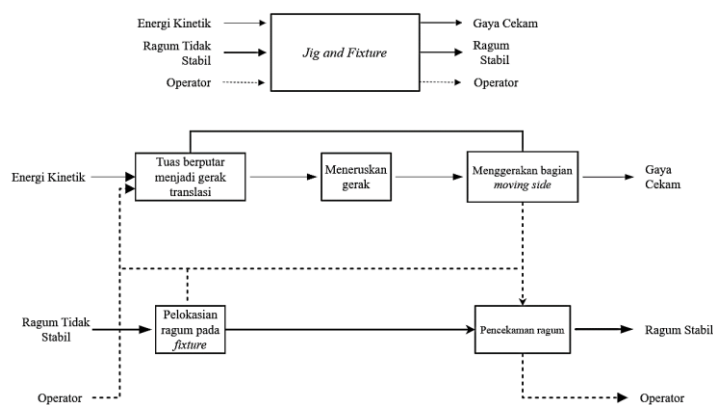
Berikut daftar tuntutan yang dapat dijadikan acuan untuk penilaian hasil rancangan. Daftar tuntutan produk ini berdasarkan hasil diskusi dan juga konsultasi dengan penanggung jawab proses produksi ragum dan pembimbing juga hasil dari proses pengumpulan data.

No	Tuntutan	Keterangan
Tuntutan Utama		
1	Mesin yang digunakan	Mesin frais <i>Schaublin</i> 53N
2	Proses Pemesinan	Mereduksi waktu proses pemesinan
3	Dimensi <i>fixture</i>	Maksimum 500 × 800 mm
4	Proses <i>loading & unloading</i>	Manual dilakukakn oleh operator dan dibantu oleh alat bantu angkat (<i>lifter</i>)
Tuntutan Tambahan		
1	Proses Operasional	Operasi dilakukan oleh satu operator dengan gaya operator sesuai standar
2	Fleksibilitas	Komponen <i>fixture</i> mudah digunakan dan siklus produksi yang fleksibel

Gambar 6. Daftar tuntutan *jig and fixture* yang dirancang

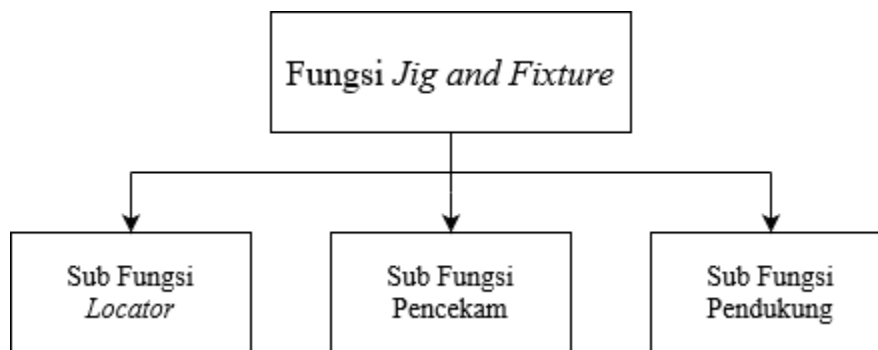
3.2 Mengkonsep

Pada tahap ini dilakukan pendefinisian konsep *jig and fixture*. Konsep yang dirancang dihasilkan pada prinsip kerja dan diagram fungsi dari masing-masing bagian. Dalam gambar 7 menjelaskan input, proses dan output dari *jig and fixture* yang dirancang.



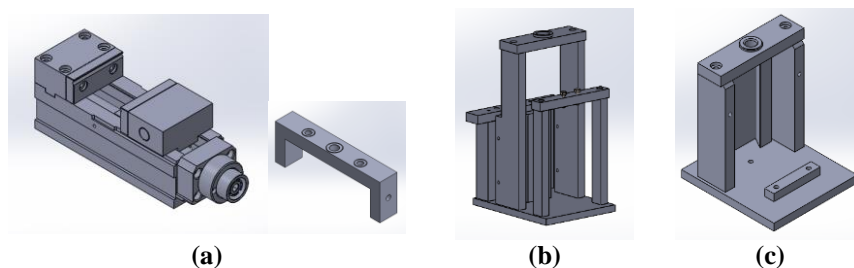
Gambar 7. *Black box* rancangan

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan, rancangan yang akan dibuat terdiri dari beberapa fungsi bagian yang dikelompokan agar lebih mudah dipahami fungsi dari tiap bagiannya.



Gambar 8. Diagram fungsi bagian *jig and fixture*

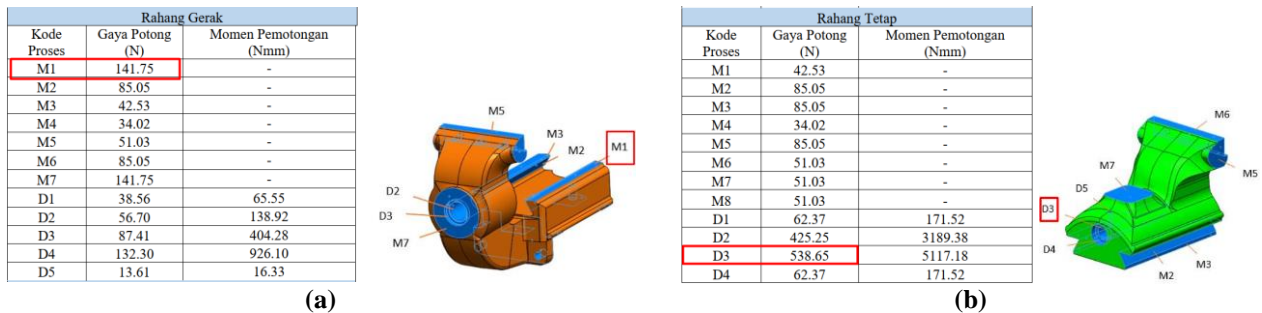
Berdasarkan hasil dari pengumpulan dan analisa data yang telah dilakukan berikut adalah konsep awal *jig and fixture* yang telah dirancang.



Gambar 9. (a) Konsep JF-1, (b) Konsep JF-2, (c) konsep JF- 3

3.3 Merancang

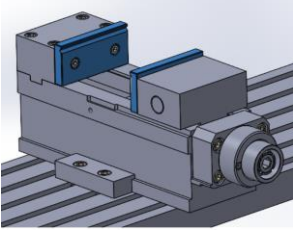
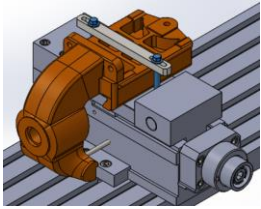

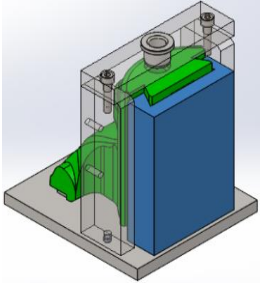
Kontrol gaya pemesian dan kontrol gaya pengecaman menjadi fokus untuk perhitungan awal saat akan merancang *jig and fixture*. Perhitungan awal ini bertujuan untuk mengetahui besar gaya yang terjadi saat proses pemakanan benda kerja berlangsung dan menentukan besar gaya yang diperlukan untuk mencekam benda kerja tersebut.

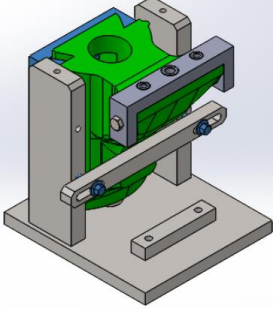
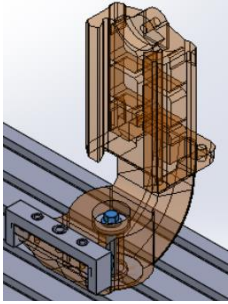
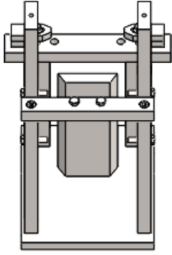
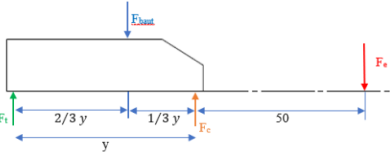


Gambar 10. Gaya potong proses pemesian fitur (a) Rahang gerak, (b) Rahang tetap

Gaya potong setiap fitur pemesian pada RG dan RT akan digunakan sebagai dasar perhitungan kekuatan perancangan *fixture* yang akan dibuat. Dalam proses validasi perhitungan, gaya potong terbesar akan dijadikan acuan dalam menentukan besarnya gaya pengecaman pada *fixture* seperti yang diperlihatkan tabel 1 berikut.

Tabel 1. Perancangan dan Perhitungan

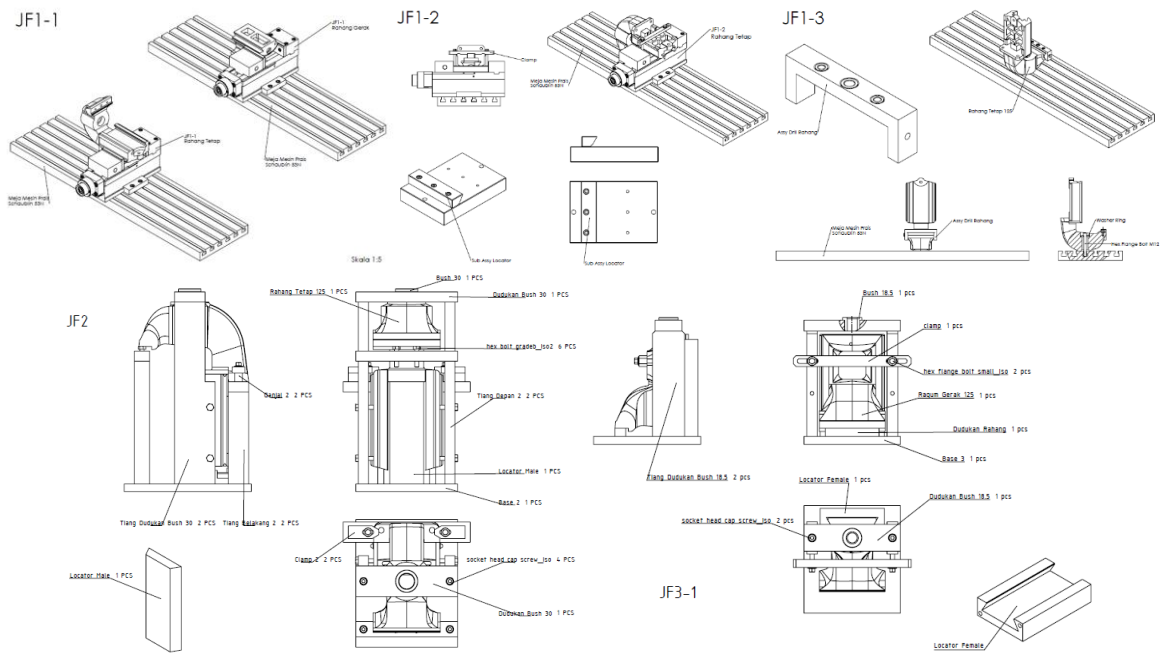
Rancangan <i>fixture</i>	Fitur yang di proses	Validasi Perhitungan
 <p>JF1-1</p>	RT <ul style="list-style-type: none"> M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, D5 RG <ul style="list-style-type: none"> M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, D1 	Gaya cekam Ragum mesin Vertex Vise VMC-5Q (Frg) = 3500 N Gaya pemotongan terbesar pada fitur RT M1 (Ft) = 141,75 N Karena Frg > Ft, maka konstruksi dapat mencekam RT dan RG saat proses pemesian.
 <p>JF1-2</p>	RT <ul style="list-style-type: none"> M8 	 <p>Gaya potong terbesar diantaranya:</p> <ul style="list-style-type: none"> Fitur RT M8 = 5103 N Fitur RG D4 = 1323 N Fitur RG D2 = 567 N
 <p>JF3-1</p>	RG <ul style="list-style-type: none"> D3, D4 	Baut yang digunakan dalam sistem klem pada JF1-2, JF3-1, dan JF3-2 adalah baut M8 (8.8) dengan kekuatan tarik 800 N/mm ² . Sehingga, gaya maksimum yang dapat diterima baut adalah:
	RG <ul style="list-style-type: none"> D1, D2 	$\sigma_t = \frac{F_{max}}{A_s}$ $A_s = 36,6027 \text{ mm}^2$ $F_{max} = 29.284,625 \text{ N}$ <p>Maka gaya cekam maximum yang dapat diberikan</p>

 <p style="text-align: center;">JF3-2</p>		<p>baut sebesar:</p> $F_{cekam} = 2 F_{max}$ $= 2 (29.284,625 \text{ N})$ $= 58569,25 \text{ N}$ <p>Karena gaya cekam maximum yang dapat diberikan baut lebih besar dari gaya potong yang diterima, maka konstruksi dinyatakan bisa mencekam benda.</p>
 <p style="text-align: center;">JF1-3</p>	<p>RT</p> <ul style="list-style-type: none"> • D5, D6 	<p>Gaya potong terbesar pada fitur RT D6 = 56.7 N Baut yang digunakan dalam sistem klem adalah baut M12 (8.8) dengan kekuatan tarik 800 N/mm². Sehingga, gaya maksimum yang dapat diterima baut adalah:</p> $\sigma_t = \frac{F_{max}}{A_s}$ $A_s = 84,2151 \text{ mm}^2$ $F_{max} = 67.372 \text{ N}$ <p>Maka gaya cekam yang diberikan baut sebesar:</p> $F_{cekam} = F_{max}$ $= 67372 \text{ N}$ <p>Karena gaya cekam maximum yang diberikan baut lebih besar dari gaya potong yang diterima, maka konstruksi dinyatakan bisa mencekam benda.</p>
 <p style="text-align: center;">JF2</p>	<p>RT</p> <ul style="list-style-type: none"> • D2, D3, D4, D7 	<p>Gaya potong terbesar yang terjadi saat proses pemesian menggunakan JF2 adalah fitur D3 pada rahang tetap (RT) sebesar $F_{potong} = 538,65 \text{ N}$</p> <p>Pada JF2 ini pencekaman menggunakan sistem klem.</p>  <p>Dari hasil perhitungan didapatkan: $y = 52 \text{ mm}$ $F_{baut} = 29284,625 \text{ N}$</p> <p>Maka, gaya cekam F_{cekam} yang dibutuhkan sebagai berikut:</p>

		$\sum M_A = 0 \cup (+)$ $F_{baut} (52) + F_{potong} (128) - F_{cekam}(78) = 0$ $-F_{cekam}(78) = -F_{baut} (52) - F_{potong} (128)$ $F_{cekam}(78) = 29.284,625 (52) + 538,65(128)$ $F_{cekam} = \frac{29.284,625 (52) + 538,65(128)}{78}$ $F_{cekam} = 20.407,0218 N$ <p>$F_{cekam} > F_{potong}$</p> <p>Sehingga, rancangan dinyatakan aman.</p>
--	--	--

3.4 Penyelesaian

Hasil rancangan berfungsi untuk menunjukkan detail dari fungsi-fungsi bagian yang ada pada konstruksi mesin yang sebelumnya sudah dibahas pada tahap mengkonsep.



Gambar 11. Hasil Rancangan akhir JF yang dibuat

4. Kesimpulan

Jig and fixture (JF) yang dibuat digunakan untuk menepatkan dan memposisikan benda kerja yaitu rahang gerak 125 dan rahang tetap 125 guna mempermudah proses pengecaman saat benda kerja akan dilakukan proses pemesian. Produk ragum hasil pemesian diharapkan dapat interchangeable antar rahang gerak dan rahang tetap tipe 125. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil rancangan secara perhitungan sudah mampu mencekam rahang gerak dan tetap ragum 125 saat proses pemesian.
2. Hasil rancangan mereduksi jumlah JF dari 4 JF menjadi hanya 3 JF
3. Hasil rancangan sudah memperhitungkan sifat *interchangeability* yang terdapat pada fitur *dovetail* yang dikerjakan dalam 1 set-up pada JF-1.
4. Setelah dilakukan analisis defleksi saat proses pemesian pada JF1, didapatkan besar defleksi yaitu $0,1865 \times 10^{-3}$ mm yang masih lebih kecil dari toleransi fitur yang diizinkan (0,02 mm) sehingga, rancangan JF aman dan memenuhi toleransi yang akan dihasilkan.

Daftar Pustaka

- [1] Hoffman, E., 2004. *Jig and fixture Design ed.5. New York: Delmar Learning Drafting Series.*
- [2] Hendriksen, E. K., 1973. *Jig and fixture Design Manual.* New York: Industrial Press Inc.
- [3] Anonymous. 1981. *Tool Design 1.* POLMAN: Bandung
- [4] Tschätsch, H., 2009. *Applied Machining Technology.* 8th penyunt. New York: Springer Dordrecht Heidelberg.
- [5] Anonymous. Validasi Rancangan JF, *Design Engineering,* POLMAN: Bandung
- [6] Dani Fery, “Perancangan Mesin Pemanen Jagung Kapasitas Produksi 6 Jam / Hekatare”, Tugas Akhir Diploma, Politeknik Manufaktur Bandung, 2020, pp. 16-19.
- [7] DB Machines. (2022, June 27). Kapabilitas Mesin Frais. [Online]. Tersedia: <https://www.db-machines.com/en/produit/schaublin-53-n/>
- [8] M. Fadhlán, “Perancangan Milling Fixture Untuk Komponen Rahang Gerak dan Rahang Tetap Produk Ragum 125 POLMAN Bandung”, Tugas Akhir Diploma, Politeknik Manufaktur Bandung, 2018, pp. 47-48.
- [9] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, K. H. G. (2007) *Engineering Design A Systematic Approach,* Springer.
- [10] Wittel, Herbert. et al., 2013. *Roloff /Matek Maschinenelemente.* 21st penyunt. Braunschweig: Springer Vieweg.
- [11] Bing. (2022, June 28). Kekuatan Baut Berdasar Kelasnya. [Online] Tersedia: <https://www.bing.com/images/search?view=detailV2&ccid=TYJT23ar&id=90F05817109FC6D9235711A38DED577EE7CD0432&thid=OIP.TYJT23ar1esOK5XBY8GXJgHaFM&mediaurl=https%3a%2f%2fth.bing.com%2fth%2fid%2fR.4d8253db76abd5eb0e2b95c163c19726%3frik%3dMgTN535X7Y2jEQ%26riu%3dhttp%253a%252f%252fmultibaja.com%252fimage%252fcatalog%252fFAQ%252ftable3.png%26ehk%3dpBhx7AWq95oHNNH%252bnIPODyyVuNRr4PXe8BKdRZsiJ4iU%253d%26risl%3d%26pid%3dImgRaw%26r%3d0&exph=920&expw=1311&q=kekuatan+baut+berdasar+kelas+12.9&simid=608006402703312595&FORM=IRPRST&ck=AD294D3CF6962DA3601FF4EE427BD4BC&selectedIndex=6&ajaxhist=0&ajaxserp=0>
- [12] Klop mart (2022, July 20). Torsi Baut. [Online]. Tersedia: <https://www.klopmart.com/article/detail/rumus-menghitung-torsi-baut>
- [13] Anonymous. Elemen Mesin 1. POLMAN: Bandung
- [14] Deutschman, A.D, et al., 1975. *Machine design Theory and Practice.* Basingstoke: MacMillan Publishing.
- [15] Scribd. (2022, August 4). Equivalent Table. [Online]. Tersedia: <http://www.scribd.com/doc/205826217/astm-din-aisi-en-equivalent-table>
- [16] Mittel Steel (12/8/2022). Karakteristik Baja Paduan. [Online]. Tersedia: <http://indonesian.stainlesssteel-sheetmetal.com/sale-11219213-1-6582-34crnimo6-steel-round-metal-bar-alloy-engineering-steel-quenched-and-tempered.html>
- [17] SCT. (2022, June 24). Feed Boring. [Online]. Tersedia: <https://sct-usa.com/technical-data/indexable-boring-bar-feed-and-speed-chart/>