

**PENGEMBANGAN DETAIL DESAIN FEEDER PADA MESIN CNC HAAS
TURNING ST-20 DENGAN MENGGUNAKAN METODE MACHINE DESIGN PADA
LABORATORIUM PROSES MANUFAKTUR TELKOM UNIVERSITY**

**DEVELOPMENT OF DETAIL DESIGN FEEDER MACHINE CNC HAAS TURNING
ST-20 USING MACHINE DESIGN METHOD IN MANUFACTURING PROCESS
LABORATORY TELKOM UNIVERSITY**

Putra Ramadhan Heru¹, Rino Andias Anugraha², Teddy Sjafrizal³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

¹rama.82011@gmail.com, ²rinoandias@telkomuniversity.ac.id, ³Teddysjafrizal@telkomuniversity.com

Abstrak

Laboratorium Proses Manufaktur merupakan salah satu laboratorium yang berada di Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom. Laboratorium Proses Manufaktur memiliki mesin CNC Turning/Lathe untuk menunjang kegiatan Laboratorium. Jenis Mesin CNC Turning yang dimiliki adalah tipe ST-20 yang diproduksi oleh perusahaan HAAS Automation, Inc. Disamping kegiatan penelitian untuk mahasiswa, mesin ini juga digunakan untuk memproduksi *part*. Salah satu *part* yang diproduksi adalah *part* XYZ yang menggunakan material dural yang tersedia di pasaran dengan ukuran panjang 2-4 meter. *Part* XYZ merupakan *part* yang diproduksi dalam jumlah besar (massal), sehingga perlu diproduksi secara kontinu. Untuk melakukan produksi secara kontinu pada mesin CNC Turning diperlukan tambahan *feeder*. Pada penelitian yang sebelumnya yang berjudul “Perancangan Konsep Feeder Mesin HAAS CNC Turning ST-20 Pada Laboratorium Proses Manufaktur Menggunakan Tahapan Perancangan Produk Generik” menghasilkan target spesifikasi, arsitektur produk, dan spesifikasi produk terpilih yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ada. Dengan menggunakan tahapan *machine design* secara umum, yaitu tahap pengenalan kebutuhan, tahap mekanisme, tahap analisis gaya, tahap pemilihan material, tahap analisis gaya, tahap pemilihan material, tahap desain elemen, tahap modifikasi, tahap detail gambar, dan tahap produksi. Keluaran hasil dari penelitian ini didapatkan detail desain produk *feeder* yang membahas gaya yang bekerja, material, dimensi ukuran, dan gambar teknik dengan dimensi 2300 x 700 mm yang dapat menyangga dan mendorong stok pada CNC Haas Turning ST-20.

Kata kunci : perancangan detail, *feeder*, CNC Turning, metode *machine design*

Abstract

Manufacturing Process Laboratory is one of laboratories in Industrial Engineering Study Program, Industrial Engineering Faculty Telkom University. Manufacturing Process Laboratory has CNC Turning / Lathe to support laboratory activities. CNC Turning Machine type that available in laboratory is ST-20 manufactured by the company HAAS Automation, Inc. This machine is used for produce part. Part XYZ is manufactured using dural material which are available on the market with a length around 2-4 meters. Part XYZ is produced in large quantities (mass production), so it needs to be produced continuously. To perform continuous production on CNC Turning machines, need an additional feeder. In the previous study, entitled "Design Concept Feeder HAAS CNC Turning Machine ST-20 Using Generic Product Design stages in Manufacturing Process Laboratory Telkom University" generate the target specifications, product architecture and selected product concepts that can solve existing problems, by using the stages of machine design in general that consist the introduction stage needs, mechanism stage, analysis forces, material selection stage, design of elements, modification, detailed drawing, and production. Output of the results of this research is detailed design of the product feeder that consist material, size, and engineering drawing with dimensions of 2300 x 700 mm which can support and carry stock on CNC Turning Haas ST-20.

Keywords : detail design, *feeder* HAAS turning ST-20, machine design method

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Laboratorium Proses Manufaktur merupakan salah satu laboratorium pada program studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom. Laboratorium ini bergerak pada bidang manufaktur dan menyelenggarakan praktikum pada mata kuliah Proses Manufaktur dan Praktikum (IEG2G3). Laboratorium Proses Manufaktur saat ini menggunakan mesin CNC *Turning* untuk menunjang kegiatan-kegiatan laboratorium, penelitian, dan digunakan untuk proses produksi. Mesin CNC *Turning* yang dimiliki adalah tipe ST-20 yang diproduksi oleh perusahaan Haas Automation, Inc.

Pada keadaan eksisting proses produksi dilakukan dengan cara pemasangan stok melalui pintu depan, cara ini memiliki keterbatasan ukuran maksimal panjang stok 530 mm. Maka stok yang ada harus dipotong sesuai panjang *part* dan stok akan dipasangkan secara manual oleh operator mesin CNC setiap akan membuat satu *part*. Pemasangan stok ini (*setup*) memerlukan waktu sekitar 2 menit untuk setiap produknya. Sementara waktu proses untuk membuat satu buah *part* adalah 1,5 menit. Untuk menghindari *setup* yang dilakukan setiap memproduksi satu produk dapat dilakukan dengan cara memasang stok pada bagian samping mesin CNC melalui bagian belakang *chuck* dengan menggunakan cara ini proses pemasangan hanya dilakukan pada awal *setup* produksi dan tidak perlu dilakukan pemotongan stok. Cara ini memiliki resiko stok yang digunakan akan mengalami pembengkakan akibat tidak terdapatnya penopang untuk stok sehingga dapat merusak *part* maupun mesin serta membahayakan operator dan menyebabkan kerusakan pada mesin CNC, sehingga cara ini tidak dapat dilakukan tanpa ada nya penopang serta pendorong untuk mendorong stok ke dalam mesin. Sehingga dibutuhkan suatu alat bantu yang dapat mendorong dan menopang stok ketika proses pembuatan *part* XYZ pada mesin CNC *Turning*. Pada peneliti pertama yang akan dilakukan adalah pengembangan konsep untuk alat *feeder* pada mesin CNC *Turning* ST-20.

Pada penelitian ini menggunakan metode *machine design* yaitu, *analysis forces, material selection, design of elements, modification, detailed drawing dan production*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan detail desain *feeder* dari penelitian yang berjudul “Perancangan Konsep *Feeder* Mesin HAAS CNC *Turning* ST-20 Pada Laboratorium Proses Manufaktur Menggunakan Tahapan Perancangan Produk Generik” yang menghasilkan spesifikasi dan konsep terpilih. Keluaran dari pengembangan detail yang dilakukan adalah analisis gaya-gaya, material dan ukuran elemen-elemen *feeder* dan menjadi desain usulan berupa gambar teknik.

2 Dasar teori/Metodologi Penelitian

2.1 Dasar teori

2.1.1 *Machine Design*

Detail design adalah tahap untuk menghasilkan spesifikasi dari produk meliputi geometri dan material.

Prosedur yang digunakan dalam *machine design* terbagi menjadi enam tahap [2]:

1. Tahap *analysis forces*, pada tahap ini dilakukan analisis gaya yang akan berkerja pada komponen produk untuk mempermudah dalam menentukan material yang sesuai.
2. Tahap *material selection*, tahap ini dilakukan untuk menentukan material dan *part* yang sesuai fungsi masing-masing dari komponen produk untuk mencapai hasil terbaik dari fungsional produk.
3. Tahap *design of elements*, tahap ini menentukan dimensi dan ukuran yang sesuai melalui pertimbangan gaya yang bekerja pada material yang digunakan.
4. Tahap *modification*, melakukan penyesuaian ukuran terhadap komponen, Tahap ini bertujuan untuk memodifikasi bentuk dan ukuran elemen mesin berdasarkan pengalaman masa lalu dan ketersediaan fasilitas. Modifikasi juga mungkin diperlukan dengan mempertimbangkan proses manufaktur untuk mengurangi biaya keseluruhan.
5. Tahap *detailed drawing*, tahap ini membuat gambar *part* secara rinci dari setiap komponen dan perakitan mesin dengan spesifikasi lengkap untuk proses manufaktur yang disarankan.
6. Tahap *production*, tahap ini membuat diagram alir produk dan membuat prototipe.

2.2 Model konseptual

Penelitian ini merupakan penelitian secara berkelompok dimana terdapat dua orang peneliti, dalam penelitian ini peneliti bertindak sebagai peneliti kedua. Tujuan dari penelitian ini adalah pengembangan detail desain yang mengacu kepada target spesifikasi dan konsep terpilih yang didapatkan dari peneliti pertama. Untuk melakukan

detail desain yang diinginkan, penelitian ini terlebih dahulu mengidentifikasi komponen terlebih dahulu untuk kemudian dilakukan analisis gaya, penentuan material, dan ukuran dari komponen tersebut. Sehingga hasil dari detail desain ini dapat dilanjutkan menjadi pembuatan *prototype* produk.

3 Pembahasan

Penelitian ini dilakukan dengan melihat data sekunder yang terdiri dari konsep dan target spesifikasi yang telah ditentukan oleh peneliti pertama yang selanjutnya akan dilakukan detail desain oleh peneliti selanjutnya yang meliputi ukuran *part*, material *part*, uji FEA *part*, dan gambar teknik dari *part*.

3.1 Force Analysis

Analisis gaya diperlukan sebagai dasar dalam melakukan desain produk untuk mendapatkan gaya yang berpengaruh dan dialami oleh komponen-komponen *feeder*. Sehingga peneliti dapat menentukan spesifikasi-spesifikasi yang sesuai.

3.1.1 Gaya pada *bar transfer tray*, *stok storage tray*, *stok storage tray lift*, dan *rangka feeder*

Besar gaya dalam menahan beban diperlukan untuk dalam perhitungan sebagai batasan pada tahapan selanjutnya, rumus gaya berat adalah :

$$F = m \cdot g$$

3.1.2 Gaya pada *pneumatic cylinder*

Besarnya gaya dalam mendorong stok diperlukan untuk mencari spesifikasi diameter *rod* pada komponen *pneumatic cylinder*.

$$F = p \cdot A$$

$$F = p \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}$$

$F = \text{force exerted (N)}$

$p = \text{gauge pressure (N/m}^2\text{)}$

$A = \text{full bore area (m}^2\text{)}$

$d = \text{full bore piston diameter (m)}$

3.2 Material Selection

Tahap pemilihan material memiliki tujuan utama untuk menentukan jenis material apa yang akan digunakan pada setiap komponen produk. Untuk pemilihan jenis material yang sesuai, peneliti mengacu terhadap tiga faktor yaitu melalui faktor ketersediaan material di pasaran, faktor kesesuaian material terhadap fungsi komponen, dan *yield strength* material.





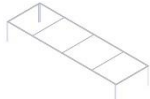
Tabel 3.1 Material Terpilih

Komponen	Material
<i>Bar transfer tray</i>	Besi
<i>Stok storage tray</i>	
<i>Stok storage tray lift</i>	
<i>Rangka feeder</i>	
<i>Cover feeder</i>	

3.3 Design of Elements

Tahap *design of elements* memiliki tujuan utama untuk menentukan dimensi dan ukuran yang sesuai melalui pertimbangan gaya yang bekerja pada material yang digunakan. Pada tahap ini akan diuji kelayakan dengan menggunakan FEM (*finite element analysis*) pada *software* Solidworks 2013 yang akan terbagi menjadi analisis *stress* dan *displacement*. Analisis *stress* digunakan untuk mengetahui seberapa kuat produk dalam menahan gaya yang diberikan. Analisis *displacement* digunakan untuk mengetahui seberapa jauh produk terjadi deformasi akibat gaya yang diberikan.

Table 3.1 Spesifikasi komponen feeder

Komponen	Material	Bentuk material	Dimensi material (mm)	Dimensi komponen (mm)	Gambar Part
Bar transfer tray		Plat siku	80 x 80, tebal 8	2100 x 150 x 80	
Stok storage tray		Plat	Tebal 4	2100 x 400 x 120	
Rangka feeder	Besi	Hollow	40 x 40, tebal 4	2300 x 600 x 880	
Stok storage tray lift		Plat siku	40x40, tebal 3	1100 x 40	
Cover feeder		Plat siku	40 x 40, tebal 4	2100 x 600 x 300	

3.4 Modication

Salah satu penentuan modifikasi dapat menggunakan pendekatan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). FMEA merupakan salah satu *tools* untuk mengidentifikasi dan mencegah kegagalan yang mungkin terjadi. FMEA yang akan digunakan yaitu FMEA *design*. Prioritas potensi kegagalan yang akan ditindak lanjuti dilihat dari nilai RPNnya 200 atau lebih[4]. Hasil yang didapatkan melalui pengidentifikasian pada tabel 3.4 yang memiliki RPN terbesar adalah stok *storage tray*.

Process or Product Name	Feeder
Item Owner	Laboratorium Proses Manufaktur Telkom University

Prepared by :	Putra Ramadhan	
FMEA Date :	8 Juli 2015	Rev :

Line	Component	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure Mode	Severity	Potential Cause(s) of Failure	Occurenc	Current Control, Prevention	Detector	RPN	Recommended Action	Responsibility and Target Completion Date	Action Taken	Action Results			
													Severity	Occurenc	Detector	RPN
1	Rangka feeder	Retak	Rangka tidak mampu menahan beban	8	Kondisi penggunaan beban stok melebihi batas maksimal	4	Mengurangi stok untuk meringankan beban	5	160							
		Korosi	Rangka menjadi rapuh	2	Penggunaan yang tidak sesuai	1	Pengecekan saat sebehum dan sesudah penggunaan feeder	2	4							
2	Bar transfer tray	Retak	Rangka tidak mampu menahan beban	8	Kondisi penggunaan beban stok melebihi batas maksimal	4	Mengurangi stok untuk menurunkan beban	5	160							
		Korosi	Rangka menjadi rapuh	2	Penggunaan yang tidak sesuai	1	Pengecekan saat sebehum dan sesudah penggunaan feeder	2	4							
3	Stok storage tray	Retak	Rangka tidak mampu menahan beban	7	Kondisi penggunaan beban stok melebihi batas maksimal	6	Mengurangi jumlah stok untuk menurunkan beban	5	210	Menghitung beban dan kekuatan stok storage tray	Peneliti	Mengurangi jumlah stok	7	4	5	140
4	Pneumatic cylinder	Piston patah	Piston mendorong dengan gaya yang melebihi kapasitas	2	Kondisi penggunaan beban stok melebihi batas ekstrim	1	Mengganti stok dengan beban yang sesuai dengan kapasitas mesin	2	4							

Gambar 3.1 Failure Mode and Effect Analysis Design Feeder

3.5 Detailed Drawing



Gambar 3.2 Model assembly feeder

ITEM NO.	PART NUMBER	MATERIAL	QTY.
1	Rangka Feeder	Besi	1
2	Pneumatic Cylinder	-	1
3	Piston Rod	-	1
4	TITUP COVER	Besi	1
5	Roller Comp	Aluminium	2
6	Shock Holder	Duralumin	1
7	Kayu Balsa	Jalisco	1
8	Mounting pneumatic 1	Duralumin	1
9	Mounting pneumatic 2	Duralumin	1
10	Mounting rubber	Karet	1
11	Mounting rubber 1	Karet	1
12	Mounting Short	Duralumin	1
13	Storage tray	Besi	1
14	for storage tray lift	Besi	1
15	Pin 2	Duralumin	1
16	Pin 1	Duralumin	2
17	Holder pin	Besi	2
18	mounting pneumatic base ring	Besi	1
19	Clamp Mounting	Duralumin	1
20	Holder Pneumatic	Duralumin	2
21	Pneumatic 25x40	-	2
22	Shock Rod	-	2
23	Holder Pneumatic 1	Duralumin	2

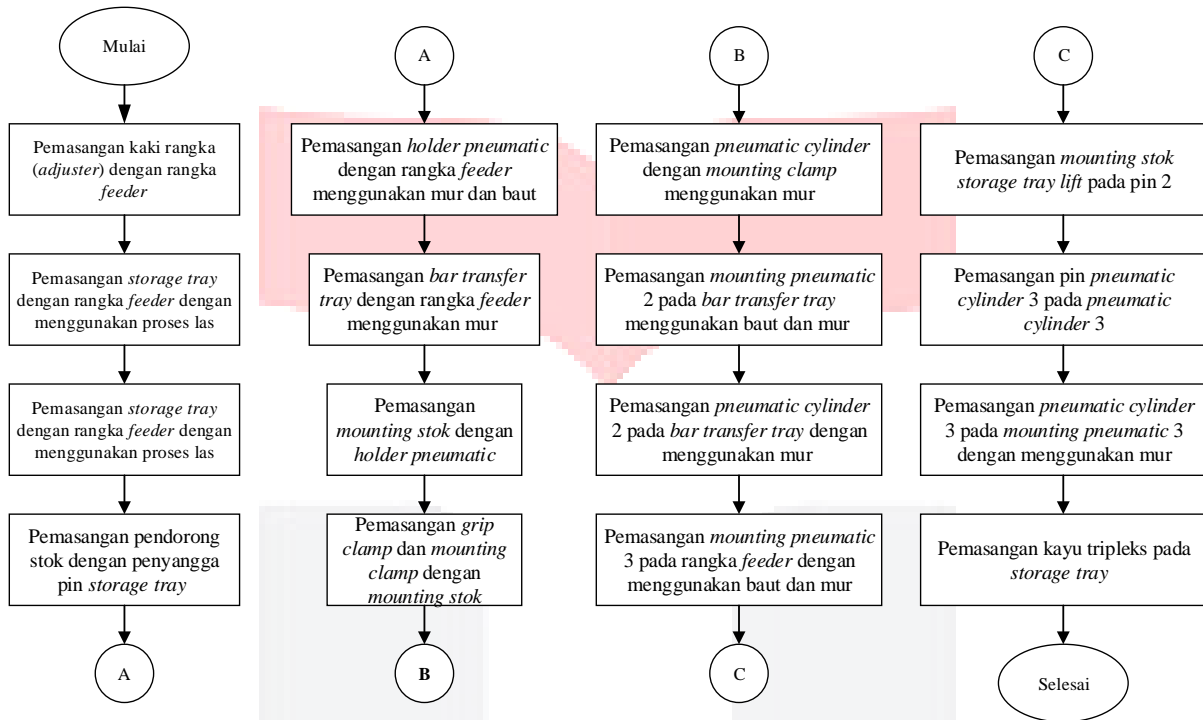
SCALE: 1:1.5
 UNIT: mm
 DRAWN: PUTRA RAMADHAN
 CHECKED: S. ANGG
 DATE: 11/02/2020

TEL-U Feeder TA A3

Gambar 3.3 Part list feeder

3.6 Production

Pada tahap *production* bertujuan untuk menggambarkan diagram alir proses perakitan untuk mempermudah proses perakitan *feeder* yang berisi langkah-langkah dalam melakukan perakitan setiap komponen menjadi produk jadi.



Gambar 3.4 Diagram alir perakitan *feeder*

4 Kesimpulan

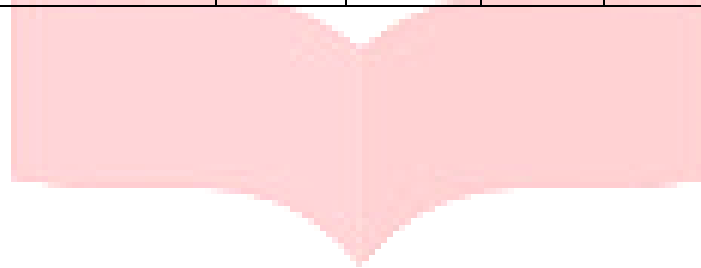
Alat *feeder* pada mesin CNC Turning ST-20 yang memiliki dimensi panjang 2300 mm dan lebar 700 mm memiliki fungsi sebagai tempat untuk menyangga stok serta mendorong stok ke dalam mesin CNC untuk menjalankan proses *turning*.

Pengembangan detail komponen *feeder* dari segi analisis gaya, pemilihan material, dan ukuran yang didapatkan dengan menggunakan metode *machine design* dilakukan simulasi FEA pada *software* Solidworks 2013 untuk mendapatkan hasil dari kekuatan komponen-komponen *feeder* dalam menahan beban.

Tabel 4.1 Hasil pengembangan detail desain *feeder*

Komponen	Beban/gaya	Material	Ukuran	
<i>Bar transfer tray</i>	392,4 N	Besi siku	Panjang	2100 mm
			Lebar	150 mm
			Tebal	4 mm
Stok <i>storage tray</i>	3139,2 N	Besi siku	Panjang	2100 mm
			Lebar	440 mm
			Tebal	3 mm
Stok <i>storage tray lift</i>	392,4 N	Besi siku	Panjang	1100 mm
			Lebar	40 mm
			Tinggi	3 mm

<i>Rangka feeder</i>	4326,11 N	<i>Besi hollow</i>	Panjang	2300 mm
			Lebar	700 mm
			Tinggi	880 mm
<i>Pneumatic cylinder 1</i>	490,5 N	-	Spesifikasi	40 x 125
<i>Pneumatic cylinder 2</i>	392,5 N	-	Spesifikasi	25 x 50
<i>Pneumatic cylinder 3</i>	392,5 N	-	Spesifikasi	25 x 50



Daftar Pustaka

- [1] Ashby, M. F (2005). *Material Selection in Machine Design*. Pergamon Press.
- [2] Khurmi, R., & Gupta, J. (2005). *Machine Design* (14th ed.). New Delhi: Erasia Publishing House.
- [3] Ulrich, K., & Eppinger, S. (2012). *Product Design and Development* (5th ed.). New York: McGraw-Hill.
- [4] McDermott, R. E., Mikulak, R. J., & Beauregard, M. R. (2009). *FMEA*. New York: Taylor & Francis Group.