Evaluasi Rancangan Mesin Lathe Mini Dengan Metode Design For Manufacture and Assembly (DFMA)

Mochamad Syaiful Andreansyah Eka Putra[1], Ahmad Anas Arifin2, Desmas Arifianto Patriawan[3]

Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[123]
e-mail: *syaifandreansyahp @gmail.com*

ABSTRACT

Lathe has an important manufacture process in maintaining product quality. Lathe has many varieties like large size to little size and it used for learning needs. To meet manufacture needs in a small size, we must calculate the terms of function and the efficiency size of lathe, besides, we must pay attention to the quality result and relatively easy maintenance. Design for Manufacture (DFM) and Design for Assembly (DFA) are one method which is applicable to meet the needs of manufacturing efficiency, size and function. This study was focused on product design evaluation using DFMA method to obtain the value of manufacture and assembly process. This study also wanted to know the design recommendation of more efficient and effective for mini lathe TZ2002MG. This design was made to shorten the manufacturing time on certain parts and it obtained the value of assembly process which was known based on the increasing of DFA index value from 52.4% to 80.5%.

Keywords: *DFM, DFA, Mini Lathe, Manufacturing Efficiency*

ABSTRAK

Mesin Bubut/Lathe berperan penting pada proses manufaktur dalam menjaga kualitas produk. Ukuran dari Mesin Lathe sangat bervariasi, mulai dari ukuran besar untuk memenuhi kebutuhan produksi skala besar sampai ukuran kecil untuk kebutuhan pembelajaran. Untuk memenuhi kebutuhan manufaktur dengan ukuran kecil, maka harus memperhitungkan dari segi fungsi dan efisiensi ukuran mesin Lathe dengan tetap memperhatikan kualitas hasil, perawatan yang relatif mudah. Design for Manufacture (DFM) and Design for Assembly (DFA) merupakan salah satu metode yang aplikatif untuk memenuhi kebutuhan efisiensi manufaktur, ukuran dan fungsi. Penelitian ini difokuskan pada evaluasi perancangan produk menggunakan metode DFMA guna mendapatkan besar nilai proses manufaktur dan perakitannya, serta bagaimana rekomendasi desain yang lebih efektif dan efisien pada mesin Lathe mini TZ2002MG. Perancangan ini dibuat untuk mempersingkat waktu manufaktur pada bagian-bagian tertentu. Serta meningkatkan nilai proses perakitan yang diketahui berdasarkan naiknya nilai DFA indeks dari 52,4 % menjadi 80,5%.

Kata kunci: DFM, DFA, Mesin Lathe Mini, Efisiensi manufaktur

PENDAHULUAN

Manufaktur adalah kajian ilmu teknik mesin yang mempelajari tentang perencanaan dan perancangan suatu produk, dari bahan mentah sampai menjadi barang jadi dengan mengubah bentuk, sifat, tampilan yang memiliki fungsi serta menjadi sebuah produk yang layak untuk dipasarkan[1]. Untuk menghasilkan produk yang kompetitif, maka sangat penting untuk mempertimbangkan rancangan produk. Seiring dengan perkembangan di bidang manufaktur, kualitas produk dari proses manufaktur sangat menjadi prioritas utama. Mesin Lathe (*Turning Machine*) sangat berperan penting pada proses manufaktur. Ukuran dari Mesin Lathe sendiri sangat bervariasi. Mulai dari ukuran besar untuk memenuhi kebutuhan produksi dalam skala besar sampai ukuran kecil untuk kebutuhan pembelajaran. Untuk memenuhi kebutuhan manufaktur dengan ukuran kecil, maka harus memperhitungkan dari segi fungsi dan efisiensi ukuran mesin Lathe tersebut dengan tetap memperhatikan kualitas hasil, perawatan yang relatif mudah, serta harga yang ekonomis [2]. Mesin Lathe dengan berbagai ukuran sudah banyak tersedia dipasaran, namun

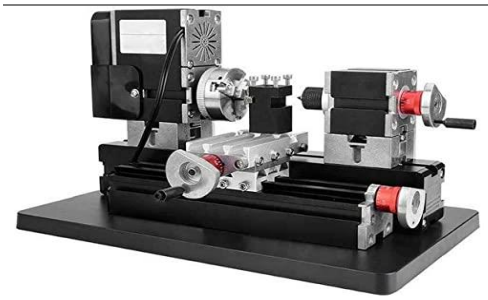
masih ada beberapa dari mesin tersebut yang belum sesuai dengan harapan, khususnya Mesin Lathe Mini *type* TZ2002MG ini.

Desain produk dikatakan efisien akan memiliki jumlah komponen yang sedikit dan bentuk yang sederhana namun tanpa harus menghambat atau mengurangi fungsi kerjanya [3]. Namun juga harus diperhatikan, bahwa dibutuhkan waktu perakitan yang sama antar proses satu dengan proses perakitan komponen lainnya. Hal tersebut merupakan salah satu aspek yang sangat berpengaruh besar pada waktu pengerjaan produk, khususnya dalam hal perakitan produk. Dengan menggunakan konsep rancangan DFMA. *Design For Manufacture And Assembly* (DFMA) adalah metode yang menekankan pada perkembangan desain ke arah bentuk yang paling sederhana tanpa meninggalkan keinginan pasar [4].

Design For Manufacture (DFM) adalah salah satu metode yang paling integratif yang terlibat dalam pengembangan produk yang memanfaatkan beberapa informasi, diantaranya sketsa, gambar, spesifikasi produk, dan alternatif design [5]. *Design For Assembly* (DFA) merupakan salah satu metode perencanaan *assembling* yang akan menganalisa desain komponen maupun produk secara keseluruhan, yang dimulai dari awal proses desain, sehingga kesulitan perakitan dapat diminimalisir sebelum komponen di produksi [6].

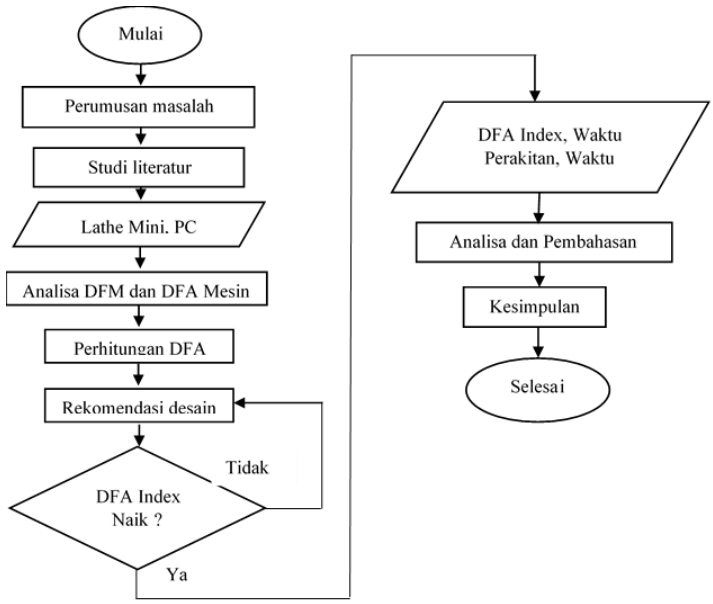
METODE

Metode penelitian berisi berbagai sumber data untuk dijadikan pedoman dalam melakukan penelitain yang diperoleh dari literasi, buku maupun jurnal serta mengacu pada spesifikasi eksisting produk. Evaluasi rancangan pada mesin TZ20002MG ditinjau menggunakan metode *Design for Manufacture and Design for Assembly* (DFMA). Berikut spesifikasi pada eksisting produk.



Motor Speed	**: 14000 Rpm**
Proses Akurasi	: 0.5 mm
Max. Diameter benda	: 45 mm
*Motor P*ower	: 144 W
Berat mesin	: 3.5 Kg
Axis Z Travel	: 145 mm
Axis X Travel	: 32 mm
Ukuran Mesin	: 380 x 190 x 150

Gambar 1. Mesin TZ20002MG



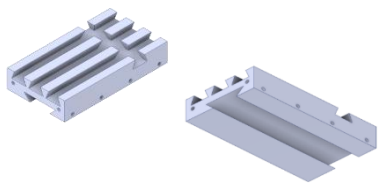
Gambar 2**.** Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa *Existing* Produk Berdasarkan *Design for Manufacture* (DFM)

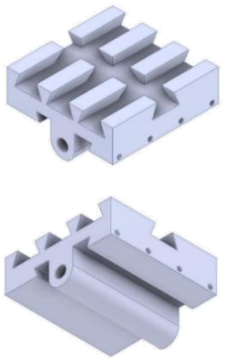
Pada mesin *existing* ini banyak dari bagian mesin bisa dibeli dengan mudah di pasaran. Bagian-bagian tersebut dijual dipasaran secara terpisah. Jadi dari mesin *existing* ini hanya beberapa bagian saja yang dapat di manufaktur. Berikut beberapa bagian yang dapat di manufaktur.

Tabel 1**.** Tabel Analisa DFM Eretan Sumbu X

Part	***Time***
	N1 O0001(1) (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T2 | 8. FLAT ENDMILL | H2) (T1 | 6. FLAT ENDMILL | H0) (TIME | 11m:35.47s) N1 O0002(2) (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T2 | 8. FLAT ENDMILL | H2) (T1 | 6. FLAT ENDMILL | H1) (TIME | 11m:06.66s) N1 O0003(3) (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T3 | 2.5 DRILL | H3) (TIME | 1m : 48.75s) N1 O0004(4) ((MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T3 | 2.5 DRILL | H3) (TIME | 1m : 15.31s)
Waktu Pengerjaan	25 menit 44 detik
Setting Time	3 menit
Waktu *Loading / Unloading*	3 menit
Total Waktu *Manufacturing*	31 menit 44 detik

Pengambilan data waktu pengerjaan *manufacturing* didapatkan dari simulasi CAM. Berdasarkan simulasi tersebut proses yang dibutuhkan untuk membuat eretan sumbu X adalah 4 kali proses seperti yang terlihat pada tabel diatas (tabel 1). Waktu manufaktur yang dibutuhkan untuk membuat eretan sumbu X adalah 25 menit 44 detik. Kemudian total waktu keseluruhan ditambah dengan *setting time* dan waktu *loading unloading* benda kerja adalah 31 menit 44 detik.

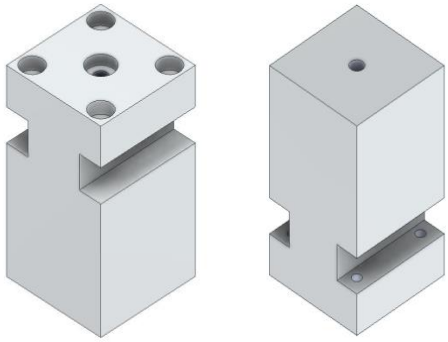
Tabel 2**.** Tabel Analisa DFM Eretan Sumbu Z

Part	*Time*
	N1 O0001(1) (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T1 | 8. FLAT ENDMILL | H1) (T2 | 5. MM 20 DEGREE ENGRAVE TOOL 1 TIP | H2) (TIME| 1m:37.98s) N1 O0002(2) (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T3 | 2. DRILL | H3) (TIME| 43..76s) N1 O0003(3) ((MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T4 | 6. FLAT ENDMILL | H4) (T2 | 5. MM 20 DEGREE ENGRAVE TOOL 1 TIP | H2) (TIME| 23m:19.29s) N1 O0004(4) (MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024) (T4 | 6. FLAT ENDMILL | H4) (T5 | 5. DRILL | H5) (TIME| 8m:39.42s)

Waktu Pengerjaan	34 menit 18 detik
Setting Time	3 menit
Waktu *Loading / Unloading*	3 menit
Total Waktu *Manufacturing*	40 menit 18 detik

Pengambilan data waktu pengerjaan manufacturing didapatkan dari simulasi CAM. Berdasarkan simulasi tersebut proses yang dibutuhkan untuk membuat eretan sumbu Z adalah 4 kali proses seperti yang terlihat pada tabel diatas (tabel 2). Waktu manufaktur yang dibutuhkan dari 4 kali proses untuk membuat eretan sumbu Z adalah 34 menit 18 detik. Kemudian total waktu keseluruhan ditambah dengan *setting time* dan *waktu loading unloading* benda kerja adalah 40 menit 18 detik.

Tabel 3. Tabel Analisa DFM *Toolpost*

Part	***Time***
	N1 O0001 *(TOOL POST 1)* *(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)* *(T1 | 2. DRILL | H1)* *(T2 | 2.5 DRILL | H2)* *(T3 | 2. FLAT ENDMILL | H3)* *(T4 | 6. FLAT ENDMILL | H4)* *(TIME | 4m:9.22s)* N1 O0002 *(TOOL POST 2)* *(T4 | 6. FLAT ENDMILL | H4)* *(TIME | 33.66s)* N1 O0003 *(TOOL POST 3)* *(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)* *(T4 | 6. FLAT ENDMILL | H4)* *(TIME | 33.66S)* N1 O0004 *(TOOL POST 4)* *(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)* *(T4 | 6. FLAT ENDMILL | H4)* *(TIME | 2m:39.62s)*
Total Waktu Pengerjaan	7 menit 54 detik
Setting Time	3 menit
Waktu *Loading* / *Unloading*	3 menit
Total Waktu *Manufacturing*	13 menit 54 detik

Pengambilan data waktu pengerjaan *manufacturing* didapatkan dari simulasi CAM. Berdasarkan simulasi tersebut proses yang dibutuhkan untuk membuat *toolpost* adalah 4 kali proses seperti yang terlihat pada tabel diatas (tabel 3). Waktu manufaktur yang dibutuhkan dari 4 kali proses untuk membuat *toolpost* adalah 7 menit 54 detik. Kemudian total waktu keseluruhan ditambah dengan *setting time* dan waktu *loading unloading* benda kerja adalah 13 menit 54 detik.

Analisa Existing Produk Berdasarkan Design for Assembly (DFA)

Pada percobaan ini dilakukan pembongkaran pada semua bagian *existing* sampai bagian terkecil dan tak boleh terlewatkan sedikitpun. Percobaan ini dilakukan agar dapat mengetahui jumlah total bagian dan waktu perakitan pada mesin existing. Dengan begitu didapat hasil apakah memerlukan waktu perakitan yang relatif lama atau sebaliknya. Serta apakah dalam proses perakitannya tergolong mudah untuk dirakit atau justru lebih sulit saat proses perakitan. Perhitungan waktu rakit dan pembongkaran dari mesin existing dilakukan dengan salah satu metode dari DFA, yaitu mengelompokkan setiap *sub-assembly* [7]. Dimana setiap *sub-assembly* memiliki beberapa part/komponen penyusun. Dengan membongkar semua *part* mesin *existing* kemudian merakit kembali dan diperoleh waktu perakitan.

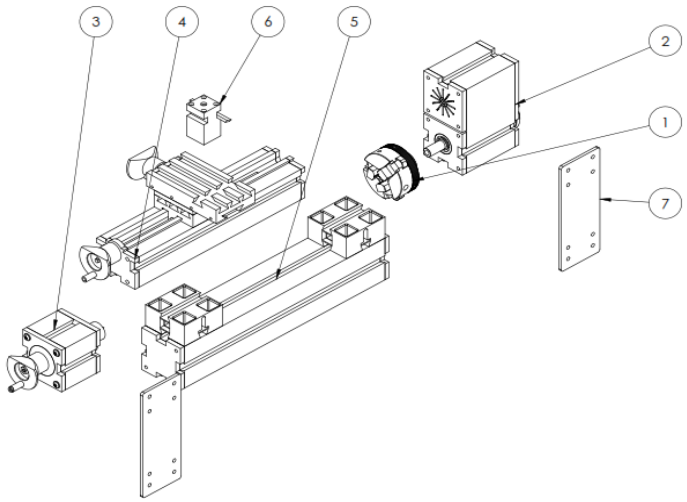
Pada proses perakitan mesin eksisting produk ini tidak sembarang orang yang bisa melakukan perakitan. Karena setiap sumber daya manusia memiliki kemampuan yang berbeda. Orang yang terbiasa dengan pekerjaan administrasi akan mengalami kesulitan saat melakukan perakitan. Sehingga waktu perakitan yang didapat akan semakin lama. Berbeda dengan yang sudah

terbiasa melakukan kegiatan mekanik. Berikut kriteria sumber daya manusia yang dapat melakukan proses perakitan pada penelitian ini.

1. Orang yang bekerja sebagai maintenance
2. Orang yang bekerja pada bidang manufaktur
3. Mahasiswa yang mengambil jurusan teknik mesin

Analisa DFA Seluruh *Part Subassembly Existing*

Data jumlah *part* penyusun seluruh *part sub-assembly pada existing* produk saat proses pembongkaran ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar. dapat dilihat pada gambar 3 dan Tabel 4 sebagai berikut.



Gambar 3. Komponen Seluruh Sub-Assembly Existing

Tabel 4. Komponen Seluruh Sub-Assembly Existing

No	Nama	QTY
1	*Chuck*	1
2	Eretan Sumbu X	1
3	Eretan Sumbu Z	1
4	*Toolpost*	1
5	*Tailstock*	1
6	*Headstock*	1
7	*Bed* Dudukan	1
Total *Part*/Komponen Penyusun		7

Waktu perakitan diperoleh dengan melakukan 3 kali percobaan dan menghasilkan 3 waktu yang berbeda. Percobaan tersebut dilakukan untuk mengetahui terjadinya *human error* yang

menyebabkan proses perakitan menjadi lebih lama. Data waktu perakitan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel Waktu Perakitan Seluruh Part Sub-Assembly Existing

Satuan	Waktu Perakitan			Waktu Rata-Rata *(Average)*
	Perc. Ke-1	Perc. Ke-2	Perc. Ke-3	
Menit	14:02	12:47	11:52	12:53
Detik	842	767	712	773

Analisa Waktu Perakitan Total dan Perhitungan DFA Indeks

Tabel 6**.** Tabel Waktu Perakitan Total

No	***Name***	**Jumlah *Part***	***Time* (s)**	***Time* (min)**
1	*Chuck*	8	80	01:20
2	*Tailstock*	21	585	09:45
3	*Headstock*	32	746	12:26
4	*Toolpost*	7	127	02:07
5	Eretan Sumbu Z	28	398	06:38
6	Eretan Sumbu X	27	618	10:18
7	*Bed* Dudukan	11	93	01:33
8	Penggabungan *Subassembly*		773	12:53

Data pada tabel 6 diatas akan digunakan untuk menghitung besar nilai DFA Indeks baik pada setiap bagian maupun penggabungan seluruh sub-assembly. Perhitungan waktu rakit dari mesin existing dilakukan dengan mengelompokkan setiap sub-assembly. Dimana setiap sub-assembly memiliki beberapa part/komponen penyusun. Untuk mengetahui sejauh mana mengetahui tingkat efisiensi perakitan dari suatu produk assembling dapat dihitung dengan rumusan berikut [8] .

Indeks DFA :

$$E = NM \times \frac{Ta}{Tm}$$

Dimana :

E = Desain Efisiensi (DFA indeks)

NM = Jumlah part minimum secara teoritis

Ta = Waktu perakitan minimum dasar tiap part

TM = Jumlah waktu perakitan seluruh part

Tabel 4 Tabel DFA Indeks Seluruh Part Sub-Assembly

No	Nama	Jumlah Part	Ta (s)	Tm (s)	DFA Index
1	*Chuck*	8	2	80	20%
2	Eretan sumbu Z	28	8	398	56,3%
1	Eretan sumbu X	27	12	618	52,4%
4	*Toolpost*	7	6	127	33%
5	*Tailstock*	21	12	585	43%
6	*Headstock*	32	15	746	64%
7	Bed Dudukan	11	5	93	59%
8	Penggabungan *Sub-assembly*	7	63	773	57%

KESIMPULAN

Pada analisa eksisting produk ditinjau dari Design For Manufacture (DFM), berdasarkan data yang diperoleh semakin rumit desain suatu produk, semakin kompleks toolpath yang dihasilkan, sehingga akan semakin lama waktu manufaktur yang dibutuhkan. Dalam produksi skala besar, Semakin cepat waktu manufaktur yang dibutuhkan, maka biaya manufaktur akan semakin rendah, serta kapasitas produksi akan meningkat [5][9]. Pada analisa eksisting produk ditinjau dari Design For Assembly (DFA) didapatkan komponen penyusun pada eksisting produk sebanyak 7 komponen yaitu chuck, tailstock, headstock, toolpost, bed, eretan sumbu X, dan eretan sumbu Z. Dari semua sub-assembly didapatkan total seluruh komponen penyusun sebanyak 134 komponen. Kemudian DFA indeks pada penggabungan sub-assembly sebesar 57 %. Dari komponen sub-assembly yang memiliki DFA indeks cukup bagus yaitu headstock sebesar 64%, sedangkan yang paling jelek adalah komponen chuck sebesar 20%. Semakin sedikit komponen penyusun serta waktu perakitan antar komponen satu dengan komponen lainnya sama rata maka nilai DFA indeks semakin besar. DFA indeks yang besar maka proses perakitan suatu produk semakin efisien yang akan berdampak pada meningkatnya kapasitas produksi [10].

DAFTAR PUSTAKA

[1] Batan IML. *DESAIN PRODUK*. 2012.

[2] Hasibuan YK, Rambe AJM, Ginting R, et al. Rancangan Perbaikan Stopcontact Melalui Pendekatan Metode DFMA (Design For Manufacturing And Assembly). 2013; 1: 34–39.

[3] Nasution MY, Anwar S. Perancangan Mesin Pencacah Pelepah Sawit Untuk Pakan Ternak Dengan Menggunakan Metode DFMA (Design For Manufacture And Assembly). 2021; 13: 14–20.

[4] ULRICH, Karl T.; EPPINGER SD. Design for Manufacturing. *Assem Autom* 2000; 32: 130–131.

[5] Azwir HH, Maeratnasari D. Efisiensi Biaya Produksi Baut Ump 5x28 Mc3 Ur Dengan Metode Design For Manufacturing.

[6] Ilyandi R, Arief DS, Indra T, et al. Analisis Design For Assembly (DFA) Pada Prototipe Mesin Pemisah Sampah Material Ferromagnetik Dan Non Ferromagnetik. *jomFTEKNIK* 2015; 2: 1–10.

[7] Muchlis A, Ridwan W, Nasibu IZ. Rancang Bangun Mesin CNC (Computer Numerical Control) Laser dengan Metode Design for Assembly. *Jambura J Electr Electron Eng* 2021; 3: 23–27.

[8] Boothroyd G. *PRODUCT DESIGN FOR MANUFACTURE AND ASSEMBLY*. 1994.

[9] ULRICH K, Steven D, WHITESIDE L. *PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT*. 2003.

[10] Kurnianto RR, Wibowo A, Prakosa T. Penerapan Metoda Design for Manufacture and Assembly pada Handle Transformer Hand Bike. 2015; 7–8.