

Perhitungan Waktu Pemesinan dan Kebutuhan Mesin untuk Perencanaan Produksi Alat Pelepas Mur Roda Mobil dengan Demand 100 Unit/Hari

Nanang Qosim

Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

E-mail: nanang.qosim@ui.ac.id

Abstract: *The increasing impact of industrial world competition encourages industry actors to improve the effectiveness of production process. One supporting factors of effectiveness is need planning and the number of good machines. This research aimed to estimate machining time to determine the number of machines and facilities in planning the manufacturing process of car wheel nut release equipment by 100 units/day demand. The results of research indicates that the needs and number of machines to manufacture the product are 7 units of power hacksaw, 27 units of lathes, 8 units of drilling machines, 12 unit of milling machines, 2 units of EDM machines and 25 units of bench work facilities.*

Keywords: *Nut Release; Car Wheel; Machine*

Abstrak: *Semakin meningkatnya dampak persaingan dunia industri mendorong para pelaku industri untuk meningkatkan efektifitas proses produksi. Salah satu faktor pendukung efektivitas tersebut adalah perencanaan kebutuhan dan jumlah mesin yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi waktu pemesinan untuk menentukan jumlah mesin dan fasilitas dalam merencanakan proses manufaktur alat pelepas mur roda mobil dengan demand 100 unit/hari. Hasil menunjukkan bahwa kebutuhan dan jumlah mesin untuk memmanufaktur produk tersebut adalah 7 unit power hacksaw, 27 unit mesin bubut, 8 unit mesin bor, 12 unit mesin milling, 2 unit mesin EDM dan 25 unit fasilitas kerja bangku.*

Kata Kunci: *Pelepas Mur; Roda Mobil; Mesin*

1. Pendahuluan

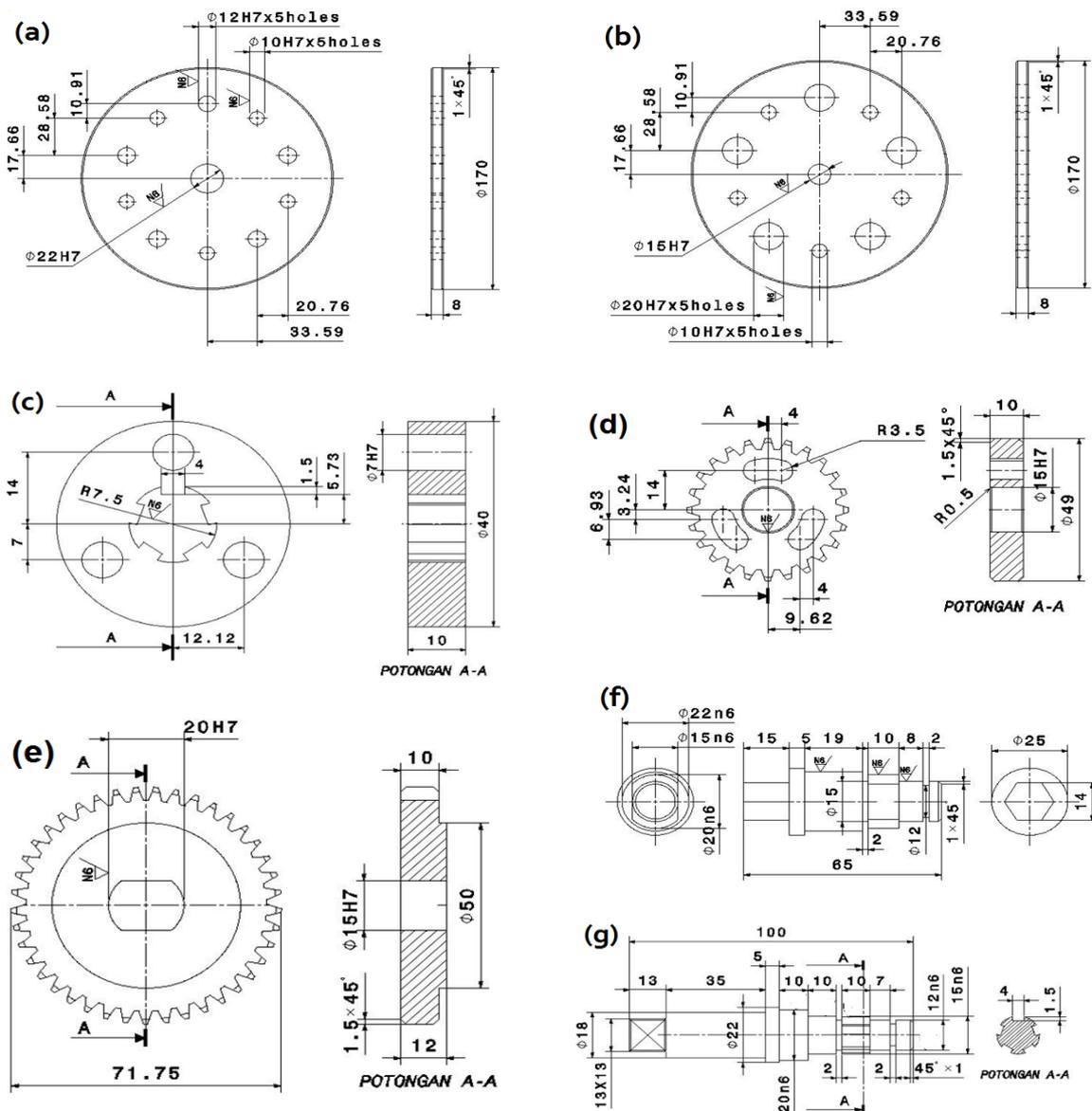
Dalam menunjang efektifitas proses produksi alat pelepas mur roda mobil, diperlukan sebuah perencanaan kebutuhan mesin berdasarkan estimasi atau perhitungan waktu pemesinan yang tepat. Di era industrialisasi, pabrik bukan lagi hanya merupakan konsolidasi manufaktur yang sederhana, tetapi merupakan sebuah rangkaian sistem teknologi yang terintegrasi dengan pengaturan dan perencanaan yang optimal. Teknologi yang mutakhir dan desain produk yang bagus akan tidak ada artinya akibat perencanaan yang sembarangan. Kesalahan yang dibuat dalam perencanaan kebutuhan mesin akan menyebabkan kerugian-kerugian yang tidak kecil bahkan berakibat fatal, karena aktifitas produksi suatu industri akan berlangsung untuk waktu yang lama (Heo, Kim, Kim, & Chen, 2006).

Waktu pemesinan atau Machining Time disimbolkan dengan (T_m) adalah kisaran waktu yang dibutuhkan sebuah mesin untuk mengerjakan satu unit produk (Skoczylas, Skoczylas, & Wydrzyński, 2016). Estimasi waktu pemesinan yang akurat sangat penting

untuk memprediksi biaya produksi, serta membantu perencanaan proses produksi (Coelho, de Souza, Roger, Rigatti, & de Lima Ribeiro, 2010). Untuk memproduksi alat pelepas mur roda mobil jenis-jenis dan fasilitas yang digunakan adalah power hacksaw, mesin bubut, mesin milling, mesin bor, mesin EDM (Electrical Discharge Machining) dan kerja bangku, dengan waktu pemesinan untuk masing-masing mesin dan fasilitas yang berbeda-beda. Perbedaan waktu pemesinan untuk tiap komponen alat pelepas mur roda mobil seperti pada Gambar 1 dipengaruhi oleh desain dan dimensi masing-masing komponen tersebut.

2. Metode Penelitian

Data utama yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah gambar teknik untuk masing-masing komponen. Gambar 1 adalah gambar teknik untuk masing-masing komponen alat pelepas mur roda mobil.



Gambar 1. Komponen-komponen alat pelepas mur roda mobil: (a) Top side; (b) Bottom side; (c) Connector; (d) Main gear; (e) Sub gear; (f) Main shaft; (g) Shock shaft

Perhitungan waktu pemesinan pada *power hacksaw* ditentukan oleh tebal material yang akan digergaji, t (mm); jumlah langkah per satuan waktu, V (*strokes/min*) dan kedalaman pemakanan per langkah, f (*mm/strokes*) dengan persamaan (Krar, Oswald, & Amand, 1969):

$$T_m = \frac{h}{V \times f} \quad (1)$$

Parameter-parameter lain untuk menentukan waktu pemesinan *power hacksaw* dapat mengacu pada *Westermann Tables for The Metal Trade* (Jutz, 2006).

Terdapat dua jenis pengerjaan utama pada mesin bubut, yaitu pengerjaan bubut permukaan (*facing*) dan bubut memanjang (*longitudinal*) masing-masing dengan persamaan (Walker, 2004):

$$T_m = \frac{df \times i}{Sf \times N} \quad (2)$$

$$T_m = \frac{l \times i}{S \times N} \quad (3)$$

dengan df = panjang permukaan yang akan di *facing* (mm); i = Intensitas pemakanan; S = *feed rate* (mm/rev); Sf = *feed rate* untuk proses *facing* (mm/rev); N = putaran spindel mesin (rev/min); dan l = panjang permukaan yang akan di bubut ditambah harga toleransi 1 (mm).

Parameter-parameter lain untuk menentukan waktu pemesinan pada mesin bubut dapat mengacu pada *Westermann Tables for The Metal Trade* (Jutz, 2006).

Pada mesin milling, perhitungan waktu pemesinan dipengaruhi oleh panjang lintasan total L , (mm); dan *feed rate*, s (mm/rev), dengan persamaan (Coelho et al., 2010; Jutz, 2006):

$$T_m = \frac{L}{s} \quad (4)$$

Parameter-parameter lain untuk menentukan waktu pemesinan pada mesin milling dapat mengacu pada *Westermann Tables for The Metal Trade* (Jutz, 2006).

Estimasi waktu pemesinan pada mesin bor dipengaruhi oleh panjang mata bor yang menembus benda, L (mm); kedalaman benda yang akan dibor, l (mm); diameter mata bor, d (mm); *feed rate*, S (mm/rev); dan *cutting speed*, v (m/min) dengan persamaan sebagai berikut (Jutz, 2006):

$$T_m = \frac{L \times \pi \times d}{S \times v \times 1000} \quad (5)$$

$$\text{dengan } L = l + 0,3d \quad (6)$$

Parameter-parameter lain untuk menentukan waktu pemesinan pada mesin bor dapat mengacu pada *Westermann Tables for The Metal Trade* (Jutz, 2006).

Adapun untuk proses pengerjaan pada EDM dan kerja bangku digunakan pendekatan empiris untuk menentukan estimasi waktu pemesinannya, berdasarkan kompleksitas bentuk komponen.

Berdasarkan data-data hasil perhitungan dari waktu pemesinan, dapat ditetapkan Waktu standar (ST) dan *Output Standar* (OS). Waktu standard atau *standard time* adalah estimasi standard waktu yang dibutuhkan suatu mesin untuk menghasilkan atau

mengerjakan satu unit komponen setelah ditambah dengan estimasi waktu penyetingan (*setting time*), waktu bantu tambahan (*auxiliary time*) dan waktu kelonggaran (*allowance time*). Dirumuskan dalam sebuah persamaan sebagai berikut (Apple & Mardiono, 1990; Wignjosoebroto, 1996):

$$ST = T_m + \text{Setting time} + \text{Allowance time} + \text{Auxiliary time} \quad (7)$$

Sedangkan *Output standard* adalah kuantitas hasil pengerjaan dari sebuah mesin atau jumlah produk yang dapat dihasilkan oleh sebuah jenis mesin dalam waktu satu hari. Pada pabrik alat pelepas mur roda mobil ini diasumsikan terdapat tiga shift kerja per satu hari dengan ketentuan efektifitas 1 shift = 8 jam. Adapun nilai OS sendiri dapat diketahui apabila nilai ST telah ditentukan. Namun dikarenakan satuan ST masih dalam kisaran menit, sedangkan OS adalah *output standard* per satu hari kerja, maka untuk mendapatkan nilai OS harga ST harus dikonversikan ke dalam satuan yang sama. Secara persamaan matematis penentuan nilai OS dapat dilihat pada persamaan berikut (Apple & Mardiono, 1990; Wignjosoebroto, 1996):

$$OS = \frac{1}{ST} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ jam}} \times \frac{24 \text{ jam}}{1 \text{ hari}} \quad (8)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan waktu pemesanan masing-masing komponen, didapatkan data perhitungan yang disajikan pada Tabel 1.

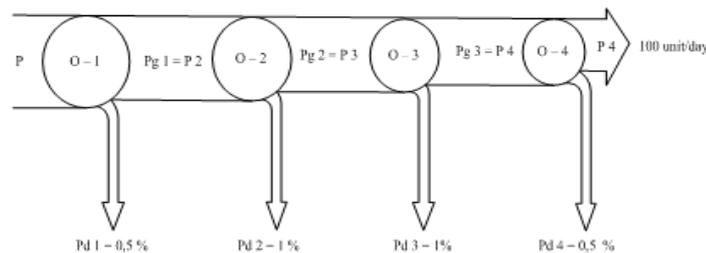
Part	Mesin	ST (min/unit)	OS (unit/hari)
A	<i>Power Hacksaw</i>	8,98	161,98
	Mesin Bubut	28,52	50,49
	Mesin Bor	12,92	111,46
	Kerja Bangku	37,5	38,4
B	<i>Power Hacksaw</i>	8,98	160,36
	Mesin Bubut	28,52	50,49
	Mesin Bor	14,62	98,5
	Kerja Bangku	37,5	38,4
C	<i>Power Hacksaw</i>	3,2	450
	Mesin Bubut	12,06	119,4
	Mesin Bor	8,31	173,28
	Kerja Bangku	11,5	125,22
	EDM	1,88	766,50
D	<i>Power Hacksaw</i>	3,87	372,09
	Mesin Bubut	17,89	80,49
	Mesin Bor	8,02	179,55
	Mesin Milling	18,41	78,22
	Kerja Bangku	8	180
E	<i>Power Hacksaw</i>	4,53	317,88
	Mesin Bubut	20,57	70
	Mesin Milling	46,02	31,29
	EDM	6,99	206
F	<i>Power Hacksaw</i>	2,4	600
	Mesin Bubut	16,22	88,78
	Mesin Milling	4,62	311,69

G	<i>Power Hacksaw</i>	2,32	620,69
	Mesin Bubut	16,37	87,96
	Mesin Milling	4,56	315,79
	Kerja Bangku	7,4	194,59

Tahap selanjutnya adalah perhitungan kebutuhan bahan pada masing-masing komponen untuk tiap-tiap tahapan proses pengerjaannya, dengan *defect* diasumsikan sebesar 0,5 % pada *power hacksaw*, 1 % pada mesin bubut, 1 % pada mesin bor dan 0,5 % pada pengerjaan kerja bangku. Perhitungan tersebut diselesaikan dengan persamaan 9 (Tompkins, White, Bozer, Frazelle, Tanchoco, & Trevino, 1996).

$$\begin{aligned}
 P_n &= \frac{Pg_n}{1 - Pd_n \%} = \frac{\text{demand}}{1 - Pd_n \%} \\
 &= \frac{100}{1 - 0,5\%} \quad (9)
 \end{aligned}$$

Penyelesaian ini, tahapan-tahapannya secara hierarkis mengacu pada ilustrasi seperti ditampilkan pada diagram alir untuk contoh perhitungan kebutuhan bahan *top side* (Gambar 2).



Gambar 2. Diagram Alir Kebutuhan Bahan *Top Side*

Berdasarkan perhitungan estimasi T_m untuk tiap komponen, didapatkan nilai OS untuk masing-masing mesin dan fasilitas produksi. Sedangkan dari perhitungan estimasi kebutuhan material, didapatkan nilai kebutuhan material untuk tiap proses (P) pada masing-masing mesin dan fasilitas produksi. Berdasarkan data-data di atas, perhitungan estimasi kebutuhan jumlah mesin produksi (N) untuk masing-masing komponen dapat ditentukan dengan persamaan 10 (Tompkins et al., 1996).

$$N_1 = \frac{P_1}{OS_1} \quad (10)$$

Sehingga hasil dari semua perhitungan N untuk tiap komponen dapat ditampilkan pada Tabel 3. Pada Tabel 4. Disajikan hasil perhitungan total kebutuhan mesin untuk memproduksi semua komponen alat pelepas mur roda mobil dengan *demand* 100 unit/hari.

Tabel 3. Hasil perhitungan jumlah kebutuhan mesin tiap komponen

Part	Mesin	ST (min/unit)	OS (unit/hari)	Product Defect (% Pd)	Product Prepared (P) (unit/hari)	Jumlah Mesin (N)
<i>Top Side</i>	<i>Power Hacksaw</i>	8,98	161,98	0,5	106	0,65
	Mesin Bubut	28,52	50,49	1	105	2,08
	Mesin Bor	12,92	111,46	1	103	0,92
	Kerja Bangku	37,50	38,40	0,5	101	2,63
<i>Bottom Side</i>	<i>Power Hacksaw</i>	8,98	160,36	0,5	106	0,65
	Mesin Bubut	28,52	50,49	1	105	2,08
	Mesin Bor	14,62	98,50	1	103	1,04
	Kerja Bangku	37,50	38,40	0,5	101	2,63
<i>Connector</i>	<i>Power Hacksaw</i>	3,20	450	0,5	529	1,18
	Mesin Bubut	12,06	119,4	1	526	4,41
	Mesin Bor	8,31	173,28	1	520	3,00
	Kerja Bangku	11,5	125,22	0,5	514	4,10
	EDM	1,88	766,50	2	511	1,50
<i>Sub Gear</i>	<i>Power Hacksaw</i>	3,87	372,09	0,5	526	1,41
	Mesin Bubut	17,89	80,49	1	523	6,40
	Mesin Bor	8,02	179,55	1	517	2,80
	Mesin Milling	18,41	78,22	1,5	511	6,53
	Kerja Bangku	8,00	180	0,5	503	2,79
<i>Main Gear</i>	<i>Power Hacksaw</i>	4,53	317,88	0,5	108	0,34
	Mesin Bubut	20,57	70,00	1	107	1,53
	Mesin Milling	46,02	31,29	1,5	105	3,36
	EDM	6,99	206	2	103	0,50
<i>Main Shaft</i>	<i>Power Hacksaw</i>	2,4	600	0,5	105	0,18
	Mesin Bubut	16,22	88,78	1	104	1,17
	Mesin Milling	4,62	311,69	1,5	102	0,33
<i>Shock Shaft</i>	<i>Power Hacksaw</i>	2,32	620,69	0,5	520	0,84
	Mesin Bubut	16,37	87,96	1	517	5,88
	Mesin Milling	4,56	315,79	1,5	511	1,62
	Kerja Bangku	7,40	194,59	0,5	503	2,58

Tabel 4. Total Kebutuhan Mesin untuk Semua Komponen

<i>Machine</i>	<i>Part Number</i>							<i>Total Mesin</i>	<i>Grand Total</i>
	A	B	C	D	E	F	G		
<i>Power Hacksaw</i>	0,65	0,65	1,18	1,41	0,34	0,18	0,84	6,98	7
Mesin Bubut	2,08	2,08	4,41	6,4	1,53	1,17	5,88	26,88	27
Mesin Bor	0,92	1,04	3,00	2,80	-	-	-	7,76	8
Mesin Milling	-	-	-	6,53	3,36	0,33	1,62	11,84	12
EDM	-	-	1,50	-	0,50	-	-	2,00	2
Kerja Bangku	2,63	2,63	4,10	2,79	-	-	2,58	14,73	15

Dari Tabel 3 dan 4 tampak bahwa mesin bubut merupakan jenis mesin yang paling banyak dibutuhkan untuk melakukan proses manufaktur produk alat pelepas mur roda mobil dengan *demand* 100 unit/hari, dengan jumlah total 27 unit. Jumlah tersebut diikuti fasilitas kerja bangku (15 unit) dan mesin milling (12 unit) sebagai hasil perhitungan kebutuhan mesin terbesar. EDM yang merupakan jenis mesin dengan harga yang sangat mahal memiliki angka kebutuhan terkecil sebesar 2 unit. Hasil ini menunjukkan bahwa dari estimasi yang direncanakan, selain memiliki efisiensi yang baik juga memiliki sisi ekonomis yang cukup tinggi.

4. Kesimpulan

Perhitungan waktu pemesinan disimpulkan bahwa jumlah mesin dan fasilitas yang dibutuhkan untuk memproduksi 100 unit alat pelepas mur roda mobil yang efektif adalah 7 unit *power hacksaw*, 7 unit mesin bubut, 8 unit mesin bor, 12 unit mesin milling, 12 unit mesin EDM dan 25 unit fasilitas kerja bangku (25 unit). Namun diharapkan dilakukan penyempurnaan perencanaan yang lebih efektif dengan modernisasi mesin dan fasilitas yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Apple, J. M., & Mardiono, N. M. (1990). Tataletak pabrik dan pemindahan bahan: Penerbit ITB.
- Coelho, R. T., de Souza, A. F., Roger, A. R., Rigatti, A. M. Y., & de Lima Ribeiro, A. A. (2010). Mechanistic approach to predict real machining time for milling free-form geometries applying high feed rate. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 46(9), 1103-1111.
- Heo, E.-Y., Kim, D.-W., Kim, B.-H., & Chen, F. F. (2006). Estimation of NC machining time using NC block distribution for sculptured surface machining. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22(5), 437-446.
- Jutz, H. (2006). *Westermann Tables For The Metal Trade*: New Age International.
- Krar, S. F., Oswald, J. W., & Amand, J. S. (1969). *Technology of machine tools*: Toronto; New York: McGraw-Hill Company of Canada.
- Skoczylas, L., Skoczylas, K., & Wydrzyński, D. (2016). The standard milling time of flat surfaces without outline restrictions. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 10(31).
- Tompkins, J., White, J., Bozer, Y., Frazelle, E., Tanchoco, J., & Trevino, J. (1996). *Facilities Planning*, John Wiley & Sons. Inc. 2nd edition. USA, 36-47.
- Walker, J. R. (2004). *Machining Fundamentals: From Basic to Advanced Techniques*, Goodheart-Wilcox Company. Inc., USA.
- Wignjosoebroto, S. (1996). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan*. Penerbit Guna Widya, Surabaya.