

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

UC	Biaya produksi per unit (Rp/bagian)
C_m	Biaya pemotongan (Rp/bagian)
C_I	Biaya menganggur mesin yang disebabkan aktifitas <i>loading</i> dan <i>unloading</i> (Rp/bagian)
C_r	Biaya pergantian alat (Rp/bagian)
C_T	<i>Tool cost</i> (biaya alat) (Rp/bagian)
V_r, V_s	Kecepatan potong pada <i>rough</i> dan <i>finish</i> (m/min)
V_{rL}, V_{rU}	Batas bawah dan atas kecepatan potong pada <i>rough</i> (m/min)
V_{sL}, V_{sU}	Batas bawah dan atas kecepatan potong pada <i>finish</i> (m/min)
f_r, f_s	<i>Feed rate</i> (laju pakan) pada <i>rough</i> dan <i>finish</i> (mm/rev)
f_{rL}, f_{rU}	Batas bawah dan atas <i>feed rate</i> pada <i>rough</i> (mm/rev)
f_{sL}, f_{sU}	Batas bawah dan atas <i>feed rate</i> pada <i>finish</i> (mm/rev)
d_r, d_s	<i>Depths of cut</i> (kedalaman potong) pada <i>rough</i> dan <i>finish</i> (mm)
d_{rL}, d_{rU}	Batas bawah dan atas <i>depths of cut</i> pada <i>rough</i> (mm)
d_{sL}, d_{sU}	Batas bawah dan atas <i>depths of cut</i> pada <i>finish</i> (mm)
d_t	<i>Depth of metal to be removed</i> (kedalaman logam yang dibuang) (mm)
D, L	Diameter dan panjang benda kerja
k_0	Biaya tenaga kerja langsung + (<i>overhead</i>) tidak langsung (Rp/mm)
k_t	<i>Cutting edge cost</i> (biaya pemotongan tepi) (Rp/tepi)
t_c	Waktu persiapan untuk loading dan unloading (min)
t_e	<i>Time required to exchange a tool</i> (waktu pergantian alat) (min)
h_1, h_2	konstanta (min)
T_p	<i>Tool life of weighted combination of T_r and T_s</i> (kombinasi umur pahat) (min) dimana $0 \leq \theta < 1$
T_r, T_s	Umur pahat pada <i>rough</i> and <i>finish</i>
$\alpha, \beta, \gamma, C_0$	Konstanta pada umur pahat
p, q, r	$p = 1/\alpha, q = \beta/\alpha, r = \gamma/\alpha$

$k_1 \mu v$	Konstanta pada <i>cutting force</i>
$P_r P_s$	<i>Cutting power</i> selama <i>rough</i> dan <i>finish</i> (kW)
P_U	Maksimum <i>cutting power</i> (kW)
η	<i>Power efisiensi</i>
λv	Konstanta pada <i>stable cutting region</i>
SC	Batas <i>stable cutting region</i> ($^{\circ}\text{C}$)
$Q_r Q_s$	<i>Chip-tool interface temperature</i> ($^{\circ}\text{C}$)
Q_U	Maksimum <i>chip-tool interface temperature</i> ($^{\circ}\text{C}$)
$k_2 \tau \phi \delta$	Konstanta <i>related to equation of chip-tool interface temperature</i>
$k_3 k_4 k_5$	konstanta pada <i>roughing</i> dan <i>finishing parameter relation</i>

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkembangan pengguna kendaraan bermotor di Indonesia yang begitu pesat memberikan kabar gembira bagi perusahaan kendaraan bermotor, namun hal tersebut mendorong perusahaan pembiayaan lebih banyak bertumpu pada pasar otomotif, sehingga berimbas pula pada pertumbuhan jumlah perusahaan pembiayaan di bidang otomotif. Berdasarkan badan pusat statistik (BPS) perkembangan jumlah kendaraan bermotor dari tahun 1987-2011 di Indonesia adalah sebagai berikut:

Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis tahun 1987-2011

Tahun	Mobil Penumpang	Bis	Truk	Sepeda Motor	Jumlah
1987	1,170,103	303,378	953,694	5,554,305	7,981,480
1988	1,073,106	385,731	892,651	5,419,531	7,771,019
1989	1,182,253	434,903	952,391	5,722,291	8,291,838
1990	1,313,210	468,550	1,024,296	6,082,966	8,889,022
1991	1,494,607	504,720	1,087,940	6,494,871	9,582,138
1992	1,590,750	539,943	1,126,262	6,941,000	10,197,955
1993	1,700,454	568,490	1,160,539	7,355,114	10,784,597
1994	1,890,340	651,608	1,251,986	8,134,903	11,928,837
1995	2,107,299	688,525	1,336,177	9,076,831	13,208,832
1996	2,409,088	595,419	1,434,783	10,090,805	14,530,095
1997	2,639,523	611,402	1,548,397	11,735,797	16,535,119
1998	2,769,375	626,680	1,586,721	12,628,991	17,611,767
1999*)	2,897,803	644,667	1,628,531	13,053,148	18,224,149
2000	3,038,913	666,280	1,707,134	13,563,017	18,975,344
2001	3,189,319	680,550	1,777,293	15,275,073	20,922,235
2002	3,403,433	714,222	1,865,398	17,002,130	22,985,183
2003	3,792,510	798,079	2,047,022	19,976,376	26,613,987
2004	4,231,901	933,251	2,315,781	23,061,021	30,541,954
2005	5,076,230	1,110,255	2,875,116	28,531,831	37,623,432
2006	6,035,291	1,350,047	3,398,956	32,528,758	43,313,052
2007	6,877,229	1,736,087	4,234,236	41,955,128	54,802,680
2008	7,489,852	2,059,187	4,452,343	47,683,681	61,685,063
2009	7,910,407	2,160,973	4,452,343	52,767,093	67,336,644
2010	8,891,041	2,250,109	4,687,789	61,078,188	76,907,127
2011	9,548,866	2,254,406	4,958,738	68,839,341	85,601,351

Sumber : Kantor Kepolisian Republik Indonesia

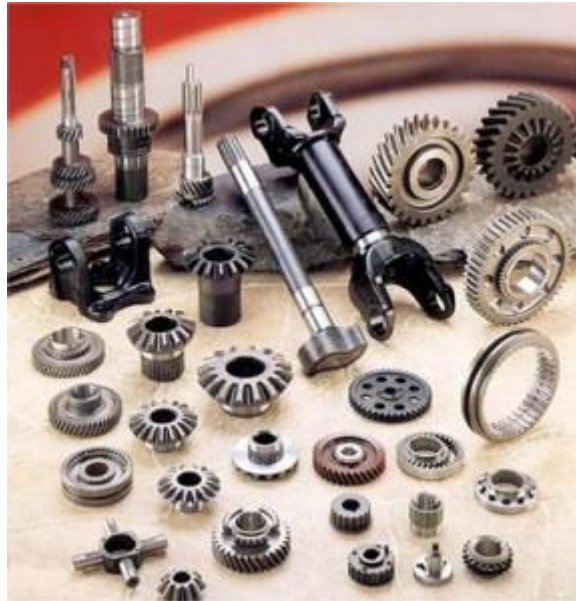
^{*)} sejak 1999 tidak termasuk Timor-Tim

Gambar 1.1 perkembangan jumlah kendaraan bermotor

(sumber: <http://www.bps.go.id>)

Berdasarkan pada Gambar 1.1 jumlah kendaraan bermotor semakin meningkat tiap tahunnya, maka dengan adanya hal tersebut industri kendaraan bermotor juga harus meningkatkan produksinya sehingga dibutuhkan komponen

otomotif yang semakin banyak. Hal ini menyebabkan industri kecil menengah (IKM) sebagai penyuplai komponen otomotif juga harus memperbanyak produksi komponen-komponen otomotifnya yang dibutuhkan untuk produksi kendaraan bermotor. Berikut ini merupakan Gambar komponen-komponen pada kendaraan bermotor:



Gambar 1.2 Komponen Otomotif (sumber: <http://www.bisnis-jabar.com>)

Menurut Direktorat Jenderal Industri Kecil dan Menengah (IKM) Kementerian Perindustrian RI Euis bahwa IKM sektor otomotif mengalami pertumbuhan cukup signifikan sepanjang tahun 2012, industri ini awalnya untuk memenuhi kebutuhan industri otomotif, sebagai industri pendukung. Namun, seiring perkembangannya, produk ini berkembang luas di pasaran. Tidak hanya di pasar domestik, tapi juga internasional. Industri komponen otomotif berpotensi tumbuh lebih besar lagi, apabila di lakukan lebih baik lagi. Karena, selama industri ini masih memiliki sejumlah kendala. Seperti terbatasnya kemampuan memenuhi syarat *quality, cost, and delivery* (QCD) (Sindonews.com). Kualitas produk yang bagus merupakan hal yang penting pada industri otomotif, seperti tingkat ke presisian pada saat proses pemotongan (*cutting*), kehalusan permukaan hasil pemesinan. Biaya pemesinan juga menjadi hal yang harus diperhatikan yang mana hal ini dipengaruhi oleh waktu pemesinan. Waktu pemesinan akan mempengaruhi (*delivery*), yaitu penyerahan produk kepada konsumen, maka dari

hal tersebut perlunya suatu optimasi proses pemesinan komponen otomotif, namun pada penelitian ini akan meneliti komponen otomotif katup (*valve*) saja sebagai objek penelitian. Katup (*valve*) merupakan komponen mesin mobil untuk membuka dan menutup jalur hisap dan buang, secara mekanik dapat bekerja otomatis sesuai pergerakan piston.

Salah satu tujuan dari optimisasi proses pemesinan untuk mencapai biaya produksi yang rendah, waktu produksi yang cepat dengan kualitas yang tinggi. Parameter pemesinan yang optimal menjadi perhatian yang penting dalam industri manufaktur, karena biaya yang tinggi dalam proses pemesinan akan mengakibatkan harga produk yang tinggi pula. Optimisasi biaya produksi sangat penting, karena biaya operasi mesin CNC (*Computer Numerically Controlled*) yang membutuhkan biaya yang besar. Untuk mendukung biaya produksi yang rendah dapat dilakukan dengan meminimalkan waktu proses produksi. Untuk meminimalkan waktu pemesinan, maka parameter proses pemesinan harus diatur dengan kondisi tertentu sehingga akan menghasilkan laju pemakanan yang diinginkan. Jika parameter proses pemesinan yang diatur maksimum akan menyebabkan tingkat kekasaran permukaan produk yang dihasilkan akan menjadi lebih tinggi. Maka dari itu proses pemesinan harus diatur dengan kondisi maksimum dengan mempertimbangkan hasil produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang tinggi. Kualitas yang tinggi akan memberikan kepuasan yang lebih kepada konsumen. Sehingga perusahaan mendapatkan keuntungan yang besar.

Optimasi proses pemesinan adalah tugas kompleks yang melibatkan berbagai model pemrograman matematika, rumus, dan algoritma serta parameter empiris dan prosedur berbasis pengetahuan sistem terintegrasi dengan model matematika, rumus, dan algoritma tampaknya alternatif yang paling cocok untuk mengoptimalkan proses pemesinan (Kusiak, 1987). Untuk mencapai biaya pemesinan yang rendah terlebih dahulu menentukan nilai optimum pada kecepatan potong (*cutting speed*), pemakanan (*feeding*), dan kedalaman potong (*depth of cut*). Optimalisasi proses pemesinan diklasifikasikan menjadi dua, yaitu singlepass model dan multipass model, namun multipass yang lebih banyak digunakan dalam proses pemesinan. Optimasi proses pemesinan merupakan suatu

permasalahan yang rumit sehingga metode optimasi yang paling sesuai adalah metode metaheuristik, karena metode ini mampu menyelesaikan permasalahan yang rumit ataupun permasalahan yang membutuhkan waktu komputasi yang lama sehingga tidak mungkin diselesaikan dengan cara analitik. Menurut Santoso dan Willy (2011) metaheuristik adalah metode untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik lokal optima dan melakukan pencarian diruang solusi untuk menemukan solusi global. Dalam metaheuristik untuk menghadapi permasalahan yang semakin kompleks dapat diatasi dengan teknik-teknik metaheuristik. Proses optimasi pemesinan membutuhkan waktu optimasi yang panjang, semakin panjang proses optimasinya akan memberikan nilai yang semakin baik, sehingga teknik-teknik metaheuristik yang paling sesuai adalah algoritma *simulated annealing* yang mana algoritma *simulated annealing* adalah algoritma yang mampu menyelesaikan permasalahan optimasi yang rumit dan membutuhkan waktu yang lama dengan cepat.

1.2 Perumusan masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan suatu permasalahan yang harus dipecahkan yaitu: Bagaimana meminimasi biaya produksi pada proses pemesinan komponen otomotif pada mesin CNC dengan algoritma *simulated annealing*.

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk meminimasi biaya produksi komponen otomotif pada mesin CNC dengan algoritma *simulated annealing*.

1.4 Batasan masalah

Untuk mencapai tujuan penelitian yang lebih terarah, maka penulis membatasi pembahasan sebagai berikut:

1. Optimisasi hanya pada biaya proses pemesinan.
2. Proses pemesinan pada multipass turning operation
3. Objek penelitian adalah komponen katup (*valve*)
4. Proses pemesinan menggunakan CNC Protorn 9000

5. Data penelitian yang terkait dengan konstanta mengikuti penelitian Lee dan Ponnambalam (2012)
6. Model optimisasi menggunakan model pada penelitian Lee dan Ponnambalam (2012)

1.5 Asumsi penelitian

Asumsi yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Kondisi mesin pada saat produksi diasumsikan dalam kondisi baik
2. Pengoprasian mesin berdasarkan kapasitas mesin
3. Pada saat proses pemesinan berlangsung tidak ada pahat yang secara tiba-tiba patah.

1.6 Manfaat penelitian

Adapun manfaat pada penelitian tugas akhir ini, mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang didapat selama perkuliahan dan hasil penelitian ini bisa dijadikan referensi bagi industri manufaktur dalam optimisasi proses pemesinan serta sebagai referensi penelitian selanjutnya.

1.7 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pemahaman atas materi – materi yang dibahas dalam skripsi ini maka berikut ini akan diuraikan secara garis besar isi dari masing-masing bab sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi penjelasan latar belakang tentang permasalahan yang akan diteliti serta beberapa alasan penting yang berdasarkan data-data pendukung sebagai alasan mengenai penelitian yang akan dibahas. Juga diuraikan tentang tujuan dari proses optimisasi, manfaat penelitian, serta batasan dan asumsi yang digunakan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi teori-teori dasar yang berkaitan dengan optimisasi proses pemesinan, mutipass model, pemrograman mesin CNC, dan algoritma *simulated annealing* yang dijadikan metodo pada proses optimisasi serta acuan atau pedoman dalam melakukan langkah-langkah pencarian variabel yang dicari sehingga permasalahan yang ada dapat terpecahkan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi urutan langkah-langkah pemecahan masalah secara sistematis mulai dari perumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai, studi pustaka, pengumpulan data dan metode analisis data.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan uraian tentang langkah-langkah pengumpulan data, dimana langkah pengumpulan data didapatkan dari berbagai sumber dan benda kerja serta pada praktek langsung pada mesin CNC dengan membuat suatu produk. Pada praktek ini yang menjadi objek proses pemesinannya adalah komponen otomotif sepeda motor, pada praktek ini terlebih dahulu mengetahui dimensi benda kerja. Pengolahan data, pada bagian ini akan mencari *cutting speed*, *feeding speed*, dan *depth of cut* yang telah sesuai dengan konstrain kemudian akan menghitung *unit cost*, dari penentuan *cutting speed*, *feeding speed*, dan *depth of cut* akan dicari yang memberikan nilai *unit cost* yang paling rendah. Untuk proses pencarian variable tersebut menggunakan algoritma *simulated annealing* (SA), dan implementasi SA dengan bantuan software matlab.

Kemudian dilakukan analisis sensitivitas untuk mengetahui pengaruh perubahan pada simulated annealing.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan uraian tentang kesimpulan dari proses optimasi proses pemesinan dan saran penelitian yang bisa dilakukan

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN