

ANALISIS ONGKOS PRAKTIKUM PEMESINAN BERDASARKAN TIPE PROSES DESAIN PRODUK

Purnawan, Maman Kusman, Yayat, Ega Taqwali Berman

Abstrak : Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis ongkos praktikum pemesinan di Jurusan Pendidikan Teknik Mesin FPTK UPI berdasarkan tipe proses desain produk praktikum. Penelitian menggunakan metode deskriptif. Data dikumpulkan melalui studi literatur, observasi, dan dokumentasi. Penelitian ini telah menemukan; (1) desain produk pemesinan yang digunakan sebagai pekerjaan praktikum pemesinan adalah mandrel yang mempunyai tipe proses bubut muka dan rata luar, bubut tirus luar, bubut alur luar, bubut ulir segitiga luar, dan kartel. (2) Komponen-komponen ongkos praktikum meliputi ongkos material benda kerja, operasi mesin, dan pahat yang ditulis dengan formula $C_u = C_M + C_m + C_e$ atau yang ditulis secara rinci :

$$C_u = \left\{ \left[\frac{L_{BK}}{L_{MT}} x H_{MT} + C_{MI} \right] + [(C_{fx} + C_d + C_i) x t_m] + \left[\left(\frac{C_{otb} + r_g \cdot C_g \cdot t_g}{r_g + 1} \right) x \frac{t_c}{T} \right] \right\}, \text{ dan}$$

(3) Besarnya ongkos praktikum pemesinan berdasarkan analisis tipe proses desain produk yang diteliti sebesar Rp 11.650,00 per mahasiswa yang terdiri atas ongkos material, ongkos operasi mesin, dan ongkos pahat dengan proporsi masing-masing 36,48%, 59,66%, dan 3,86%.

Abstract : The aim of this research was to analyze the machinery practical cost based on product design in mechanical engineering department of FPTK UPI. Descriptive method was used for this research. The data were collected through reference study, study of documentation, and observation. Based on the research, it is shown that; (1) Mandrel was product design that used in the conventional lathe machining practical work. It has some process type of turning, i.e. external facing and turning, external tapering, external grooving/necking, external threading, and knurling. (2) Cost component consist of material cost, machining cost, and tools cost, that wrote as $C_u = C_M + C_m + C_e$ or in details formula as :

$$C_u = \left\{ \left[\frac{L_{BK}}{L_{MT}} x H_{MT} + C_{MI} \right] + [(C_{fx} + C_d + C_i) x t_m] + \left[\left(\frac{C_{otb} + r_g \cdot C_g \cdot t_g}{r_g + 1} \right) x \frac{t_c}{T} \right] \right\}, \text{ and (3) The count}$$

of conventional lathe machinery practical cost was Rp 11,650.00 that consist of 36.48%, 59.66%, and 3.86% respectively for material cost, machining cost, and tool cost.

Kata Kunci : Ongkos praktikum pemesinan, tipe proses, desain produk

Pendahuluan

Efektifitas pembelajaran perlu ditingkatkan dengan cara merancang, mengujicobakan, dan mengevaluasi model pembelajaran yang telah diterapkan tersebut. Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa model pembelajaran praktikum sangat cocok untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap suatu konsep ilmu yang berhubungan dengan gejala-gejala alam (ilmu eksakta). Mahasiswa yang melakukan praktikum memiliki hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan mahasiswa yang tidak melakukan praktikum dalam pemahaman suatu konsep (cox dan Junkin III, dalam Ida Hamidah 2004:35)

Kegiatan praktikum pemesinan bagi mahasiswa di JPTM merupakan salah satu metoda pembelajaran untuk mencapai tiga tujuan secara bersamaan, yaitu : meningkatkan keterampilan kognitif, keterampilan afektif, dan keterampilan psikomotorik. Selain itu pembelajaran praktikum juga cocok untuk melatih proses pembiasaan diri dalam memecahkan persoalan-persoalan teknis secara ilmiah, karena semua keterampilan yang penting dalam

praktikum dapat dilatih secara bersamaan. Keterampilan-keterampilan tersebut adalah menganalisa gejala, mengumpulkan informasi, menyusun hipotesa, menyusun rencana kerja untuk memeriksa kebenaran hipotesa dan mengevaluasi data-data yang diperoleh, menarik kesimpulan, dan melaporkan hasil praktikum. Dalam waktu selanjutnya keterampilan-keterampilan tersebut merupakan bekal yang akan bermanfaat bagi mahasiswa untuk mencapai kompetensi, baik sebagai ahli teknik maupun sebagai guru di bidang teknik mesin.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kenyataan-kenyataan kurang optimalnya kegiatan praktikum di JPTM, khususnya dalam perencanaan program kegiatan praktikum pemesinan. Diantara indikatornya adalah dari segi perencanaan anggaran yang dinilai kurang proposional karena tidak adanya data empirik yang kongret untuk menentukan besarnya biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan praktikum. Metode yang sering dipakai adalah dengan berdasarkan jumlah SKS mata kuliah dan jumlah mahasiswa yang mengontraknya. Ditinjau dari konsep pendidikan berbasis industri, penentuan biaya dengan menggunakan metode ini jelas kurang sesuai karena tidak akan mampu menentukan dan memprediksi keuntungan atau kerugian yang terjadi dari kegiatan praktikum tersebut. Efek langsung yang terlihat adalah mesin-mesin banyak yang rusak dan tidak dapat digunakan apalagi beregenerasi. Hal ini tentu merupakan suatu indikator kegagalan investasi.

Berdasarkan paparan di atas, maka diperlukan suatu metode untuk menganalisis biaya praktikum secara empirik. Banyak metode yang dapat dikembangkan untuk menganalisis biaya. Pada penelitian ini akan disusun suatu metode untuk menganalisis biaya praktikum berdasarkan tipe proses desain produk. Metode ini dikembangkan berdasarkan konsep bahwa kegiatan praktikum pemesinan merupakan kegiatan pelatihan produksi.

Tujuan dan Manfaat

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan metode untuk menganalisis ongkos praktikum pemesinan di JPTM FPTK UPI. Secara khusus penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mendapatkan desain produk yang digunakan sebagai bahan praktikum pemesinan untuk perhitungan waktu dan ongkos pemesinan.
2. Mendapatkan parameter-parameter kongret beserta datanya untuk membentuk formula ongkos praktikum pemesinan di JPTM FPTK UPI.
3. Menghasilkan perhitungan ongkos praktikum pemesinan secara empirik di JPTM FPTK UPI.

Hasil penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan efektifitas, efisiensi, dan akuntabilitas pelaksanaan praktikum sehingga secara langsung akan berimplikasi terhadap peningkatan kualitas proses dan hasil pembelajaran di JPTM FPTK UPI. Secara khusus manfaat hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi JPTM FPTK UPI, hasil penelitian ini bermanfaat dalam menentukan besarnya alokasi dana untuk kegiatan praktikum pemesinan secara lebih akurat.
2. Sebagai *piloting project*, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan ataupun komparator untuk menentukan alokasi dana kegiatan praktikum mata kuliah lain.
3. Dalam waktu selanjutnya hasil penelitian ini sangat bermanfaat untuk pengembangan Unit Jasa Industri di JPTM FPTK UPI.

Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Metode ini digunakan untuk memecahkan permasalahan yang sedang dihadapi pada situasi sekarang yaitu untuk menentukan biaya praktikum pemesinan secara tepat di JPTM FPTK UPI. Penelitian dilakukan selama dua bulan, dimulai pada bulan September 2007 dan berakhir pada bulan Oktober 2007. Penelitian berlokasi di JPTM FPTK UPI, dengan lokasi khusus di workshop produksi JPTM FPTK UPI.

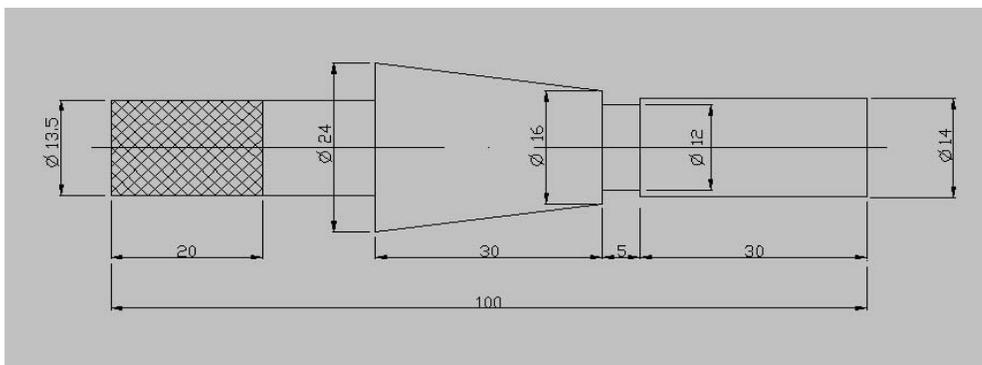
Prosedur penelitian ini mengikuti tahapan sebagai berikut :

1. Mengadakan studi pendahuluan untuk mengetahui alur pelaksanaan praktikum pemesinan di JPTM FPTK UPI.
2. Mengadakan studi literatur untuk menghasilkan formula ongkos yang sesuai dengan kondisi pelaksanaan praktikum pemesinan di JPTM FPTK UPI.
3. Pengumpulan data yang meliputi data desain produk praktikum, material benda kerja, tools material, ruangan praktikum, mesin-mesin yang digunakan untuk praktikum, peralatan yang digunakan, dan tenaga teknisi.
4. Melakukan perhitungan ongkos tetap
5. Melakukan perhitungan ongkos operasi mesin dan tools
6. Menganalisis proses pemesinan berdasarkan desain produk
7. Perhitungan ongkos produksi produk praktikum pemesinan

Hasil Penelitian dan Pembahasan

1. Desain produk praktikum pemesinan

Berdasarkan hasil observasi, produk praktikum pemesinan meliputi produk latihan bubut, produk latihan uji kompetensi bubut, dan produk gabungan kerja bangku dan pemesinan konvensional. Dalam penelitian ini hanya dibatasi pada produk latihan uji kompetensi bubut. Produk ini berbentuk mandrel, yaitu berfungsi sebagai alat bantu dalam pembuatan roda gigi lurus. Material benda kerja terbuat dari bahan ST 37, mempunyai ukuran awal $\varnothing 25,4$ mm x 105 mm. Tipe proses yang dilakukan meliputi : bubut muka, bubut rata, bubut bertingkat, bubut alur, bubut tirus luar, champer luar, dan kartel. Ditinjau dari produk yang dihasilkan terdapat satu tipe proses yang tidak terlaksana, yaitu tipe proses bubut ulir segitiga luar, sehingga produk belum dapat memenuhi rencana fungsi sebagai mandrel.



Gambar 1. Desain produk latihan uji kompetensi

Produk pemesinan merupakan salah satu *output* yang harus diperhitungkan dalam praktikum pemesinan. Meskipun kegiatan ini bersifat pelatihan, namun efisiensi dalam pelaksanaannya terutama dalam biaya pelatihan/praktikum patut dipertimbangkan. Sudah seharusnya bila produk pemesinan yang dihasilkan melalui pelatihan tersebut tidak hanya mengacu pada jenis operasi yang harus dilaksanakan oleh mahasiswa untuk menunjang pencapaian kompetensi, tetapi juga harus mengacu pada fungsi produk yang tepat sehingga produk tersebut tidak hanya dapat dipergunakan tetapi juga memungkinkan untuk dapat dijual yang menghasilkan nilai tambah.

Dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) Industri Logam dan Mesin, terutama pada Kompetensi Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Bubut, tidak secara eksplisit menjelaskan bentuk produk pemesinan sebagai *output* dari program. Adapun jenis-jenis operasi pemesinan yang harus dipelajari maupun ditunjukkan/didemonstrasikan oleh

peserta pelatihan secara eksplisit tercantum pada deskripsi pembelajaran. Jenis-jenis operasi pemesinan pada kompetensi Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Bubut tersebut meliputi ; membesarkan lubang, mengebor, mereamer, membubut ulir, dan memotong. Sedangkan jenis-jenis operasi pemesinan bubut yang tercantum dalam kompetensi Melaksanakan Pekerjaan Teknik Pemesinan meliputi : membubut rata, bertingkat, serta kartel, mengebor, membubut dalam dan reamer, membubut tirus luar dan dalam, membubut ulir segitiga luar dan dalam. Berdasarkan kenyataan tersebut terlihat bahwa jenis operasi pemesinan bubut yang dipraktikan mahasiswa masih jauh dari kuantitas jenis operasi yang dipersyaratkan oleh SKKNI. Agar relevansinya meningkat, maka diperlukan desain produk yang baru yang tidak hanya mempunyai relevan dalam jenis proses tetapi juga relevan dengan kebutuhan masyarakat. Sehingga produk hasil praktikum pemesinan mampu memberikan nilai tambah.

2. Formula ongkos praktikum pemesinan

Berdasarkan hasil observasi diketahui bahwa ongkos utama dalam pelaksanaan praktikum pemesinan di atas hanyalah untuk ongkos material saja, karena untuk ongkos-ongkos yang lain tidak dibebankan pada kegiatan praktikum tersebut. Sebagai contoh ongkos operasi mesin tidak diperhitungkan, karena kenyataannya daya listrik yang dipakai dibayar oleh institusi, ongkos operator tidak ada karena dikerjakan oleh mahasiswa, ongkos teknisi juga tidak ada karena teknisi atau instruktur/dosen merupakan pegawai negeri yang digaji oleh negara. Contoh lain untuk proses membubut, ongkos pahat bubut juga tidak ada karena pahat yang dipakai untuk praktikum adalah pahat yang diasah oleh mahasiswa pada mata kuliah sebelumnya. Namun demikian, sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, maka dalam penelitian ini telah diidentifikasi sumber-sumber ongkos yang dipandang berkaitan langsung dengan pelaksanaan praktikum pemesinan. Sehingga dapat dirumuskan bentuk formula ongkos yang mendekati kenyataan (fakta kongkret) di lapangan. Formula ongkos yang disusun dapat dijadikan patokan dalam penentuan biaya praktikum pemesinan secara rasional, dengan asumsi ongkos total per produk sama dengan biaya praktikum pemesinan tiap mahasiswa.

Formula biaya yang diperoleh dari hasil observasi di lapangan adalah sebagai berikut :

$$C_u = C_M + \Sigma C_p$$

Dimana ;

C_u = Ongkos total per produk atau biaya praktikum tiap benda kerja tiap mahasiswa (Rp / mahasiswa)

C_M = Ongkos material (Rp / produk)

C_p = Ongkos produksi (Rp / produk)

Selanjutnya ongkos material disusun oleh harga pembelian material dan ongkos tak langsung yang berupa ongkos transportasi pembelian, ongkos penyimpanan, ongkos pre-cutting, dan sebagainya. Ongkos pre-cutting dan ongkos transportasi dianggap tidak ada karena dalam pembelian material dapat meminta untuk dipotongkan sekalian tanpa dikenakan ongkos tambahan dan pemesanan material dapat dilakukan melalui telepon yang telah masuk dalam overhead kantor. Sehingga formula ongkos material yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$C_M = C_{MO} + C_{MI}$$

Dimana;

C_{MO} = harga material benda kerja (Rp / mahasiswa)

C_{MI} = ongkos penyimpanan material (Rp/ mahasiswa)

Untuk menghitung harga material tiap mahasiswa atau material awal benda kerja tiap mahasiswa digunakan formula sebagai berikut :

$$C_{MO} = \frac{L_{BK}}{L_{MT}} \times C_{MT}$$

Dimana ;

L_{BK} = Panjang (berat) benda kerja (mm)

L_{MT} = Panjang (berat) material total (mm)

C_{MT} = Harga material total (Rp), $C_{MT} = W_{MT} \times C_{ST}$

W_{MT} = Berat material total (Kg)

C_{ST} = Harga material tiap kilogram (Rp/kg)

Sementara itu perhitungan ongkos produksi dibatasi pada ongkos pemesinan dan ongkos pahat, sedangkan ongkos peralatan digabung dalam perhitungan ongkos mesin dan kelengkapannya. Formula untuk menghitung ongkos produksi dalam penelitian ini adalah :

$$C_p = C_m + C_e$$

Dimana ;

C_m = ongkos pemesinan (Rp / produk) , $C_m = C_{om} \times t_m$

C_{om} = Ongkos operasi mesin (Rp/menit)

t_m = waktu pemesinan (menit)

C_e = ongkos pahat (Rp/produk) $C_e = c_e \frac{t_c}{T}$

c_e = ongkos pahat permata potong Rp/mata potong

$\frac{t_c}{T}$ = sebagian dari umur pahat (yang berkurang akibat pemakaian setiap menghasilkan satu produk) merupakan rasio antara waktu pemotongan efektif t_c dengan umur pahat T ; mata potong/produk

Dalam praktikum pemesinan, khususnya pemesinan bubut menggunakan pahat HSS yang dapat diasah ulang. Ongkos pengasahan tidak diperhitungkan karena proses pengasahan pahat dilakukan di luar praktikum pemesinan, sehingga dapat diasumsikan pahat telah siap untuk digunakan dengan umur pahat sesuai dengan parameter pemotongan yang akan dilakukan. Berdasarkan perbandingan antara jenis bahan pahat yaitu HSS dengan benda kerja berupa baja karbon medium dihasilkan kecepatan potong moderat berkisar antara 30 m/menit s.d. 50 m/menit dengan kecepatan pemakanan antara 0,1 mm/r sampai dengan 0,4 mm/r dihasilkan umur pahat sekitar 60 menit. (Taufiq Rochim, 1993 : 122). Formula ongkos mata potong pahat menggunakan rumus pahat yang dapat diasah tanpa memasukan ongkos penyetelan pahat pada *tool shank* karena pahat langsung dipasang pada *tool post*. Formula ongkos mata potong pahat adalah sebagai berikut .

$$c_e = \frac{C_{otb} + r_g c_g t_g}{r_g + 1}$$

dimana,

c_e = ongkos mata potong pahat ; Rp/mata potong

C_{otb} = harga pahat HSS atau pahat dengan karbida sisipan yang dipatri keras (*brazed carbide tip*) dalam kondisi siap pakai (tajam) ; Rp

r_g = jumlah pengasahan yang mungkin dilakukan, sampai mata potong menjadi pendek (diperkirakan sekitar 4 s.d. 15 kali)

$c_g t_g$ = ongkos pengasahan pahat, tergantung pada ongkos operasi permenit untuk proses pengasahan c_g , dan waktu pengasahan t_g

Berdasarkan uraian di atas maka formula biaya praktikum yang dihasilkan dari penelitian ini secara garis besar terdiri atas tiga komponen, yaitu : ongkos material, ongkos operasi mesin, dan ongkos pahat. Ketiga komponen tersebut dapat dirumuskan dalam suatu formula sebagai berikut.

$$C_u = C_M + C_m + C_e$$

Atau secara rinci dapat dituliskan sebagai berikut.

$$C_u = \left\{ \left[\frac{L_{BK}}{L_{MT}} \times H_{MT} + C_{MI} \right] + \left[(C_{fx} + C_d + C_i) \times t_m \right] + \left[\left(\frac{C_{otb} + r_g \cdot C_g \cdot t_g}{r_g + 1} \right) \times \frac{t_c}{T} \right] \right\}$$

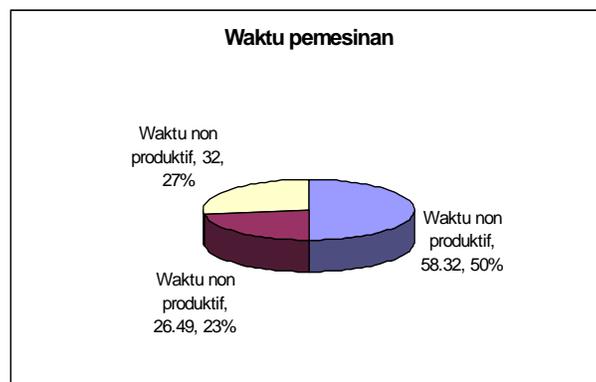
3. Perhitungan ongkos praktikum pemesinan

Berdasarkan komponen-komponen pada formula yang telah disusun di atas, kemudian dikumpulkan data-data yang akan digunakan dalam perhitungan. Komponen-komponen ongkos yang dihitung yaitu : ongkos material, ongkos operasi mesin, dan ongkos pahat.

Berdasarkan desain produk yang diteliti, kemudian dibuat tabel perencanaan dan analisis proses pemesinan. Dalam tabel ini berisi hal-hal pokok pemesinan, diantaranya adalah urutan proses, elemen proses, gaya pemotongan, daya, waktu pemotongan dan sebagainya. Juga dibuat tabel analisis waktu pemesinan yang meliputi waktu non produktif, waktu penggantian pahat, dan waktu pemotongan.

Perencanaan proses produksi menghasilkan enam tahapan proses, yaitu bubut rata dan muka, kartel, benda dibalik dilanjutkan dengan proses bubut muka dan rata, bubut alur, bubut tirus luar, dan bubut ulir segi tiga luar. Perhitungan elemen proses, yaitu kecepatan potong (v), kecepatan putaran (n), dan kecepatan makan (f) selain bergantung pada bahan dan geometri pahat serta material benda kerja juga bergantung pada kemampuan mesin yang dipergunakan. Dalam perencanaan operasi, putaran yang digunakan adalah putaran dibawah harga putaran teoritis ekonomis. Hal ini karena adanya keterbatasan tingkat putaran yang dimiliki mesin, kendala daya, dan demi mendapatkan umur pahat yang optimum.

Waktu pemesinan dalam penelitian ini meliputi tiga komponen, yaitu waktu pemotongan t_c , waktu penggantian/pemasangan pahat t_d , dan waktu non produktif t_a . Waktu pemotongan t_c dihitung berdasarkan perencanaan proses pemesinan. Waktu non produktif meliputi waktu pemasangan benda kerja t_{LW} , waktu pengawalan t_{AT} , waktu pengakiran t_{RT} , waktu pengambilan produk t_{UW} , dan waktu persiapan t_s , sedangkan waktu untuk kegiatan pribadi operator tidak dihitung. Dua komponen waktu lainnya yaitu waktu non produktif t_a dan waktu penggantian/ pemasangan pahat t_d diperoleh berdasarkan pengamatan langsung terhadap kerja mahasiswa ketika melakukan praktikum. Hasil perhitungan menghasilkan waktu pemesinan total adalah 116,81 menit \approx 120 menit dengan komposisi waktu pemesinan diperlihatkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Komposisi waktu pemesinan

Ongkos total per produk (unit cost) atau ongkos praktikum pemesinan dihitung berdasarkan harga ketiga elemen ongkos di atas. Ongkos total per produk / ongkos praktikum pemesinan berdasarkan analisis jenis proses pada desain produk adalah sebesar Rp 11.444,81 atau dibulatkan menjadi Rp 11.650,00. Hasil perhitungan menunjukkan ongkos terbesar adalah ongkos operasi mesin yaitu sebesar 59,66% atau Rp 6.950,-, kemudian ongkos material 36,48% atau Rp 4.250,- dan ongkos pahat yang dihubungkan dengan umur pahat sebesar 3,86% atau Rp 450,-.

Simpulan dan saran

Secara umum hasil penelitian ini telah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini. Simpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Desain produk yang digunakan dalam praktikum pemesinan bubut adalah mandrel yang diproduksi dengan menggunakan lima jenis proses bubut, yaitu; bubut muka dan rata, bubut alur luar, bubut tirus luar, bubut ulir segitiga luar, dan kartel.
2. Komponen-komponen ongkos praktikum meliputi ongkos material benda kerja, operasi mesin, dan pahat yang ditulis dengan formula $C_u = C_M + C_m + C_e$ atau yang ditulis secara rinci :

$$C_u = \left\{ \left[\frac{L_{BK}}{L_{MT}} \times H_{MT} + C_{MI} \right] + \left[(C_{fx} + C_d + C_i) \times t_m \right] + \left[\left(\frac{C_{otb} + r_g \cdot C_g \cdot t_g}{r_g + 1} \right) \times \frac{t_c}{T} \right] \right\}$$

3. Besarnya ongkos praktikum pemesinan berdasarkan analisis jenis proses desain produk yang diteliti sebesar Rp 11.650,00 yang terdiri atas ongkos material, ongkos operasi mesin, dan ongkos pahat dengan proporsi masing-masing 36,48%, 59,66%, dan 3,86%.

Beberapa saran yang dapat dikemukakan diantaranya adalah :

1. Hendaknya dosen penanggung jawab mata kuliah pemesinan dapat mengembangkan desain produk pemesinan yang mempunyai kualitas fungsional yang tinggi, sehingga diharapkan produk yang dihasilkan dari kegiatan praktikum tersebut mampu menghasilkan nilai tambah.
2. Perlunya penelitian lanjutan untuk mengetahui ongkos operasi pemesinan lain dan ongkos praktikum lainnya sehingga dapat direncanakan anggaran praktikum keseluruhan secara lebih akurat.
3. Besarnya ongkos praktikum yang dihasilkan dalam penelitian ini bersifat relatif, artinya hanya benar sepanjang memenuhi batasan-batasan yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bedworth, David D. (1987), *Integrated Production Control System*, John Wiley & Sons Inc, New York.
2. Budi Santoso. (2000), *Pemodelan Pabrik untuk Pengelolaan Lini Produksi*, Thesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
3. Depdiknas,(2004), *Kurikulum Sekolah Menengah Kejuruan Edisi 2004: Garis-garis Besar Program Pendidikan dan Pelatihan Program Keahlian Teknik Proses Pemesinan*, Depdiknas, Jakarta.
4. Paul DeGarmo, (1990), *Material and Processes in Manufacturing 7th edition*, Macmillan Publishing Company, New York.
5. IAPSDP, (2001), *Competency- Based Training*, AusAID, Sydney.
6. _____, (2001), *Melakukan Pekerjaan dengan Mesin Bubut*, Pedoman Belajar Unit 7.6A V4, AusAID, Sydney.
7. Lembaga Sertifikasi Profesi Logam dan Mesin Indonesia, (2002), *Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Industri Logam dan Mesin*,
8. Sri Raharno, (1999). *Metode Penghitungan Ongkos Material dengan Pemodelan Berorientasi Objek*, Tugas Akhir Teknik Mesin ITB.
9. Suzaki, K. (1993), *The New Shop Floor Management*, The Free Press, New York.
10. Taufik Rochim, (1993), *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Higher Education Development Support Project, Jakarta.
11. Vincent Gaspersz, (1998), *Production Planning and Inventory Control*, John Wiley & Sons. Inc, New York.
12. Yatna Yuwana Martawirya, (2000). *Kumpulan Modul Sistem Produksi*, Jurusan Teknik Mesin FTI, Institut Teknologi Bandung