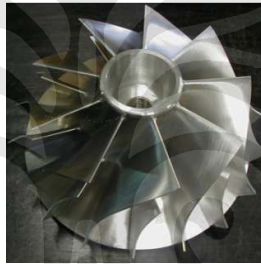


BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses produksi pembuatan suatu produk manufaktur yang ada didunia hampir seluruhnya memerlukan proses pemesinan. Contoh produk yang memerlukan proses pemesinan adalah pembuatan *propeller/impeller* (sudu) turbin atau kapal-laut (Gambar 1.1). Hampir seluruh produk manufaktur memerlukan proses pemesinan dalam pembuatannya [Gandjar et. al, 2008].



Gambar 1.1 Turbin blade [Gandjar et. al, 2008]

Proses pemesinan sendiri adalah proses melepaskan sebagian material dari suatu bahan dasar yang dapat berupa blok atau silinder pejal sehingga memenuhi bentuk dan kualitas yang diinginkan (sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan). Selain itu, proses ini merupakan salah satu proses manufaktur yang kompleks karena harus mempertimbangkan banyak faktor agar produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi kualitas yang ditetapkan.

Kualitas produk manufaktur hasil proses pemesinan selalu dikaitkan salah satunya dengan ketepatan dimensi-toleransi dan nilai kekasaran permukaan (*surface roughness*) dari produk hasil pemesinan tersebut. Hal inilah yang mendorong industri pemesinan khususnya pemesinan logam (*metal cutting*) secara terus menerus mengembangkan metode serta teknologi proses

pelepasan material. Kekasaran permukaan suatu produk hasil pemesinan dapat mempengaruhi beberapa fungsi produk seperti gesekan permukaan (*surface friction*), perpindahan panas, aliran fluida, kemampuan penyebaran pelumasan, estetika, dan lain-lain. Oleh karena itu kekasaran permukaan menjadi salah satu standar keakuratan dan kualitas permukaan produk manufaktur.

Kekasaran permukaan dalam pemesinan dipengaruhi oleh parameter pemesinan yaitu antara lain kecepatan potong (*cutting-speed*), kecepatan pemakanan/laju pemakanan (*feed-rate*), kedalaman pemotongan (*depth of cut*), jenis material benda-kerja, material pahat potong, geometri pahat potong, temperatur pemotongan (*cutting temperature*) dan juga sangat dipengaruhi oleh pemakaian fluida pendingin (*cutting fluid*) [Gandjar K. et. al, 2008] yang merujuk pada [Boothroyd, G dan Knight W.A., 1989][Black, et.al, 1995].

Sudah banyak metode yang digunakan untuk meningkatkan kualitas permukaan hasil pemesinan (menurunkan atau mendapatkan kekasaran permukaan sesuai spesifikasi yang ditetapkan) dengan melakukan pengaturan terhadap parameter pemesinan berupa : kecepatan potong, laju pemakanan, material pahat-potong, dan kedalaman potong [Gandjar K. et. al, 2005] [Gandjar K. et. al, 2008] yang merujuk pada [Armarego E.J.A. dan Brown R.H, 1969]. Namun masih sedikit sekali yang menggunakan fluida pendingin dengan karakteristiknya sebagai parameter yang dapat mempengaruhi kekasaran permukaan hasil pemesinan untuk mengatur temperatur pemotongan [Gandjar K. et. al., 2005]. Beberapa penelitian yang melibatkan penggunaan fluida pendingin baru pada proses pemesinan untuk mendapatkan hasil pemesinan yang lebih baik telah dilakukan [Jie Liu, Y. Kevin Chou, 2006] [N.R Dhar, M. Kamruzzaman, 2006]. Kekurangan kedua penelitian ini terletak pada banyaknya fluida pendingin yang digunakan untuk proses pemesinan (karena fluida pendingin yang tidak disirkulasikan kembali), dan perbaikan kualitas permukaan yang dihasilkan belum maksimal dibanding dengan pendingin yang ada sekarang. Selain itu, pendinginan jenis ini

memiliki kesulitan implementasi pada industri [Hong, S.Y., dan Ding Y., 2001].

Keberadaan fluida pendingin baru, nanofluida, yang terbukti meningkatkan konduktivitas termal fluida sampai 20% dibanding fluida dasar [Das, et.al., 2003] telah menarik perhatian penulis untuk memanfaatkan fluida ini pada proses pemesinan. Dengan berbagai karakter baru yang lebih unggul ini, diharapkan nanofluida mampu menurunkan temperatur pemesinan, memperpanjang umur alat, dan meningkatkan kualitas permukaan hasil pemesinan.

1.2 Perumusan Masalah

Pengembangan teknologi manufaktur yang dinamis menuntut ketersediaan proses pemesinan yang dapat memberikan hasil yang optimum baik dalam segi kualitas produk pemesinan atau pada efisiensi secara ekonomi. Berdasarkan kondisi ini dibutuhkan sebuah pengembangan berkelanjutan terhadap metode pemesinan yang ada. Salah satu contoh upaya dalam mencapai hasil yang optimum dalam proses pemesinan ialah dengan melakukan modifikasi *cooling fluids* dari sebuah proses pemesinan dengan menggunakan cairan pendingin jenis baru yang memiliki konduktivitas termal lebih tinggi dibandingkan dengan cairan pendingin jenis lama. Sehingga dapat dihasilkan produk hasil pemesinan yang semakin baik dan dapat mendatangkan keuntungan secara ekonomi.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan umum untuk "Mengembangkan nanofluida sebagai fluida Pendingin pada proses pemesinan, melihat pengaruhnya terhadap kualitas permukaan hasil pemesinan, dan menganalisa penggunaannya terhadap temperatur pemotongan"

Selanjutnya, tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi parameter pemesinan yang mempunyai pengaruh paling baik terhadap temperatur pemotongan dan kualitas permukaan hasil pemesinan.
2. Memproduksi nanofluida dengan beberapa variasi konsentrasi volume yang kemudian dimanfaatkan sebagai fluida pendingin pada proses pemesinan.
3. Mengidentifikasi konsentrasi volume nanofluida yang memberikan pengaruh paling baik terhadap temperatur pemotongan dan kualitas hasil permukaan hasil pemesinan.
4. Merekomendasikan kombinasi nanofluida dan parameter pemesinan yang paling optimal dalam menghasilkan temperatur pemotongan yang paling rendah dan kualitas permukaan hasil pemesinan yang paling baik.

1.4 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis menitikberatkan perhatian pada pengaruh penggunaan nanofluida sebagai fluida pendingin (*cooling fluid*) pada proses pemesinan dihubungkan dengan temperatur pemotongan (*cutting temperature*) yang terjadi selama proses berlangsung. Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan jenis nanofluida yang memberikan dampak paling maksimal terhadap temperatur pemotongan, *tool wear*, dan kualitas kekasaran hasil pemesinan dengan nanofluida dari campuran partikel Al_2O_3 (28 nm) dengan air suling. Serta campuran nanofluida dan *lubricant* dengan konsentrasi 3.3%.
2. Dalam proses pemesinan dengan nanofluida ini, digunakan beberapa variasi parameter pemesinan—putaran *spindle*, waktu pemesinan, dan jenis fluida pendingin—yang berbeda tetapi dengan kedalaman potong (*depth of cut*) konstan, serta material kerja adalah *Stainless Steel ST 41*.
3. Mesin yang digunakan pada percobaan ini adalah mesin *maximat super 11* buatan EMCO, Austria yang ada di Laboratorium *Computer Numerical Control* (CNC) Departemen Teknik Mesin, Universitas Indonesia.

1.5 Metodologi Penelitian

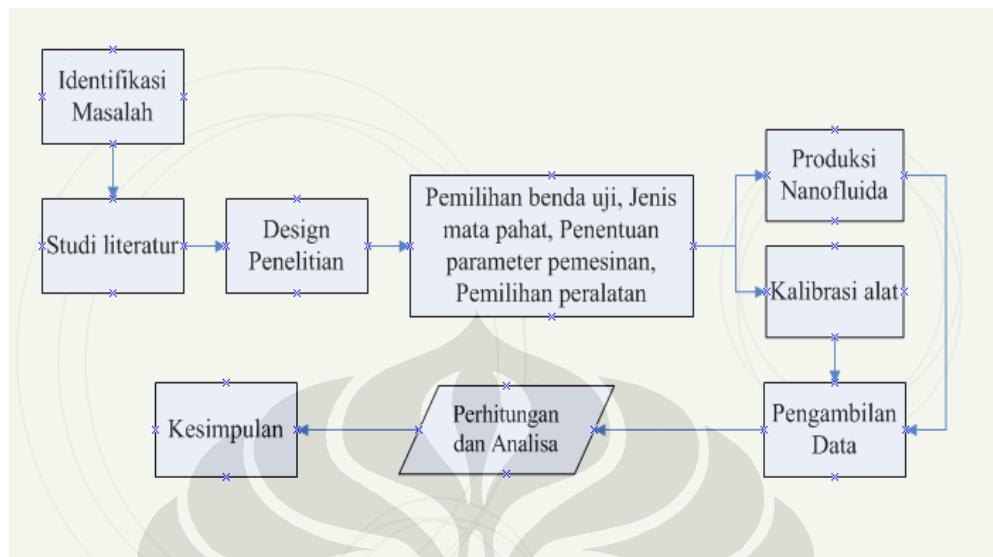
Penelitian ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan studi literatur tentang nanofluida dan proses pemesinan *turning*, yang dilanjutkan dengan identifikasi masalah yang berkaitan dengan topik penelitian.
2. Membuat instalasi pengujian untuk proses pemesinan yang akan dilakukan.
3. Menentukan material pengujian, parameter pemesinan, dan konsentrasi volume nanofluida yang akan digunakan.
4. Melakukan kalibrasi termokopel dan *roughness tester*.
5. Melakukan percobaan dengan variasi jenis pendingin sebagai berikut:
 - a. Konvensional (air + *lubricant* 3.3%)
 - b. Nanofluida 4% volume
 - c. Nanofluida 4% + *lubricant* 3.3%
 - d. Nanofluida 1%, serta
 - e. Nanofluida 1% + *lubricant* 3.3 %)

Dengan variasi putaran motor *spindle* (600, 1100, 2200 rpm), dan waktu pemesinan (10, 20, 30, dan 40 menit). Sedangkan kedalaman potong (*depth of cut*) dan laju aliran fluida pendingin konstan. Data yang didapat dari percobaan ini adalah temperatur pemotongan (temperatur di mata pahat), temperatur masuk fluida pendingin, dan temperatur keluar fluida pendingin (temperatur fluida pendingin setelah terjadi kontak antara fluida dan material benda kerja), serta kekasaran permukaan hasil pemesinan (*surface roughness*).

6. Melakukan perhitungan dan analisa terhadap hasil percobaan dengan menggunakan rumus-rumus empirik dan penggunaan DOE (*Design Of Experiment*) untuk mengolah data dan grafik yang didapatkan. Pada langkah ini kita dapat melihat interaksi antar parameter pemesinan yang digunakan terhadap temperatur pemotongan dan kekasaran permukaan material hasil pemesinan.
7. Penarikan kesimpulan penelitian.

Seluruh tahapan dalam penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1.2 Tahapan penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terbagi dalam beberapa tahap:

BAB I Pendahuluan

Bab ini menggambarkan latar belakang, tujuan, pembatasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan laporan akhir.

BAB II Teori Pemotongan Logam dan Pengukuran Kekasaran Permukaan

Bagian ini menjelaskan proses pemesinan, terutama proses *turning*, dan beberapa parameter pemesinan—kecepatan potong, kedalaman pemotongan, waktu pemesinan, kualitas kekasaran hasil pemesinan. Selain itu, pada bagian ini akan dijelaskan dasar-dasar percobaan dengan statistik.

BAB III Teori Nanofluida

Pada bab ini akan diberikan gambaran nanofluida; definisi, proses perpindahan panas—khususnya model konveksi—dan beberapa temuan yang telah didapat pada bidang ini.

BAB IV Instalalasi Alat Uji dan Produksi Nanofluida

Bab ini akan menguraikan proses perencanaan dan instalasi pengujian beserta proses pembuatan nanofluida yang digunakan pada penelitian.

BAB V Pengolahan dan Analisa Data

Pada bagian ini akan dijelaskan prosedur pengambilan dan pengolahan data serta analisa data yang diperoleh dengan pendekatan *inferential statistic*.

BAB VI Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan akhir yang didapat dari penelitian serta saran-saran penting untuk penelitian lanjutan pada tema ini.