

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi pemesinan saat ini telah berkembang sangat pesat, bermula pada tahun 1940-an dimana pembuatan produk benda masih menggunakan mesin perkakas konvensional seperti mesin bubut, mesin bor dan mesin frais (*milling*) dan lain-lain. Seiring perkembangan teknologi, mesin konvensional dinilai kurang efisien untuk memproduksi suatu benda kerja dengan material-material baru yang memiliki sifat kekerasan yang sangat tinggi atau pengerjaan benda kerja dengan geometri yang semakin kompleks dan rumit. Salah satu contohnya adalah pengerjaan pembuatan roda gigi dengan spline-dalam dengan bahan material baja perkakas yang bersifat sangat keras. Apabila dikerjakan dengan mesin konvensional akan kurang efisien karena membutuhkan beberapa proses seperti *drilling* dan *broaching* atau dengan *mesin punching*. Untuk mengatasi hal tersebut maka dikembangkannya pemesinan non-konvensional.

Salah satu mesin non-konvensional yang telah dikembangkan saat ini adalah *Electro Chemical Machine* (ECM). Di mana pada mesin ini proses pengerjaan material tidak ada kontak langsung antara pahat dengan benda kerja. Proses pemesinan ECM ini dikendalikan oleh komputer. Prinsip kerja dari ECM yaitu ECM dihubungkan dengan sumber arus searah, pada benda kerja (*workpiece*, selaku anoda) dihubungkan dengan sumber arus yang bermuatan positif (DC+) sedangkan pahat (*electrode*, selaku katoda) dihubungkan dengan sumber arus yang bermuatan negatif (DC-) dan melalui celah (*gap*) antara benda kerja dan pahat dialiri cairan elektrolit dimana cairan elektrolit tersebut akan melepas partikel-partikel logam dari benda kerja (anoda), partikel-partikel tersebut kemudian melekat pada katoda. Jika aliran elektrolit cukup kuat, akan mencegah partikel logam melekat pada katoda. Cairan elektrolit tersebut juga berfungsi sebagai fluida pendingin selama proses permesinan berlangsung. Pada pemilihan

elektrolit harus tepat seperti elektrolit harus bersifat konduktor listrik, sifat korosifitas yang rendah terhadap peralatan, dan juga mempunyai sifat kimia yang stabil, sehingga memungkinkan terjadinya reaksi elektrokimia yang baik.

Kualitas dari hasil pemesinan ECM pemesinan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: beda tegangan (*voltage*) dimana perbedaan tegangan antara kedua jenis logam tersebut akan menentukan besar-kecilnya arus yang mengalir dalam pemesinan, ukuran diameter pahat, jenis material pahat, jenis cairan elektrolit yang digunakan, jenis material *workpiece*, dan jarak gap antara elektroda dan *workpiece*. Parameter kualitas pemesinan meliputi besarnya nilai toleransi suaian dari dimensi rencana yang akan dibuat (*overcut*), efek ketirusan, *material removal rate* (MRR), serta kualitas tingkat kekasaran permukaan *workpiece* setelah di *machining* (*surface roughness*) (El-Hofy, 2005).

Haisch (2002) melakukan eksperimen untuk mengetahui pengaruh larutan elektrolit yang dipakai pada pemesinan ECM terhadap struktur mikro yang terbentuk oleh karbida pada lapisan permukaan (*surface films*), MRR, serta efisiensi arus pemesinan. Larutan elektrolit yang digunakan adalah Natrium Klorida (NaCl) dan Natrium Nitrat (NaNO₃). Eksperimen ini menggunakan baja 100Cr₆ sebagai spesimennya. Pemilihan jenis elektrolit sangat berpengaruh terhadap hasil pemesinan ECM pada baja 100Cr₆, penelitian menggunakan elektrolit NaCl dan NaNO₃. Pengamatan *removal* logam sudah dapat diamati mulai dari kerapatan arus yang rendah, jika elektrolit yang dipakai adalah NaCl sedangkan pada pemakaian elektrolit NaNO₃, pengamatan *removal* logam baru terlihat setelah kerapatan arus sebesar 9 A/cm^2 . Kesimpulan yang diperoleh pada penelitian tersebut adalah pemilihan jenis elektrolit (NaCl dan NaNO₃). Studi eksperimental lain juga dilakukan oleh Cirilo, dkk., (2006) yaitu dengan mempelajari MRR, *surface roughness*, dan *overcut* pada pemesinan ECM dengan benda kerja SAE-XEV F Valve Steel (baja untuk katup mesin pembakaran dalam). Parameter yang diubah pada saat dilakukan penelitian adalah *feed rate*, tipe elektrolit, *flow rate*, dan tegangan yang bekerja. Elektrolit yang digunakan adalah Natrium Klorida (NaCl) dan Natrium Nitrat (NaNO₃). *Tool Feed rate* berbanding lurus dengan nilai MRR,

jika nilai *Tool Feed rate* semakin besar maka nilai MRR akan semakin besar. Pemesinan ECM menggunakan elektrolit Natrium Nitrat (NaNO_3) menghasilkan produk pemesinan dengan kekasaran permukaan (*surface roughness*) dan *overcut* yang lebih baik daripada dengan menggunakan elektrolit Natrium Clorida (NaCl). Ukuran diameter pahat berpengaruh terhadap *overcut* dan ketirusan. Dari percobaan diketahui nilai *overcut* dan ketirusan pada lubang akan semakin besar seiring meningkatnya penggunaan ukuran diameter pahat. Dengan pengisolasian pada bagian permukaan pahat yang tidak menjadi area kerja pahat akan mereduksi nilai *overcut* dan ketirusan (Hermawan, 2008). Penelitian lain menunjukkan hubungan variasi *voltage* terhadap ukuran *overcut*, ketirusan dan MRR menggunakan cairan elektrolit Kalium Clorida (KCl) dengan pahat terisolasi dan tanpa isolasi. Dari percobaannya dapat ditarik kesimpulan dengan meningkatnya *voltage* pada penggunaan pahat tanpa isolasi *overcut* pada lubang yang dihasilkan akan semakin besar, tetapi pada hal ini berbanding terbalik dengan pahat terisolasi (Wahyudi, 2010). Selain itu penelitian lain juga dilakukan dengan variasi nilai konsentrasi larutan pengaruhnya terhadap *overcut*, nilai MRR dan efek ketirusan pada pemesinan ECM. Semakin besar nilai konsentersasi maka nilai MRR akan semakin besar. Semakin besar nilai konsentrasi maka waktu pemesinan akan semakin turun atau semakin singkat (Budiman, 2012). Penelitian lainnya dilakukan oleh Esapermana (2012) yang mempelajari tentang pengaruh besarnya *feed rate* terhadap MRR, *overcut*, dan *surface roughness* yang terjadi setelah pemesinan berlangsung. Penelitian ini menggunakan *tool* elektoda aluminium, benda kerja *stainless steel* J-430, *working gap* 0,5 mm, cairan elektrolit menggunakan NaCl . Pada penelitiannya besarnya MRR yang terjadi pada benda kerja berbanding lurus dengan besarnya *feed rate*. Sebaliknya, *overcut* yang terjadi pada benda kerja berbanding terbalik dengan besarnya *feed rate*. *Surface roughness* yang dihasilkan pada pemesinan juga berbanding terbalik dengan laju pemakanan / *feed rate*. Penelitian lain dilakukan oleh Prasetya (2014) yaitu perancangan dan pembuatan mesin *electrochemical machining* serta pengujian pemesinan pada pembuatan *multi-layered microfilters* dengan *tool* tembaga dan benda kerja aluminium terisolasi dengan variabel konsentrasi NaCl . Pada penelitiannya Febri Prasetya

(2014) meneliti hubungan perubahan nilai konsentrasi elektrolit terhadap laju pelepasan material MRR, *overcut*, dan *surface roughness* pada proses ECM. Penelitian dilakukan dengan variable konsentrasi NaCl pada larutan elektrolit sebesar: 5, 10, 15, 20 dan 25%. Pengujian MRR dan pengujian *surface roughness* dilakukan dengan benda kerja (anoda) aluminium dengan ketebalan 0,3 mm dan *tool* (katoda) tembaga dengan dimensi permukaan 35×25 mm sedangkan pengujian *overcut* dilakukan dengan *tool* Tembaga yang mempunyai diameter dalam 8 mm dan diameter luar 10 mm. Hasil pengujian *overcut* ekuivalen dengan hasil pengujian MRR. Semakin tinggi nilai MRR maka semakin tinggi nilai *overcut* yang dihasilkan dalam waktu yang sama. Hasil percobaan diketahui bahwa hasil pemesinan yang optimal didapatkan pada penggunaan konsentrasi NaCl dalam elektrolit sebesar 25%. dengan MRR paling tinggi $1,59 \times 10^{-3}$ g/dt, dan *surface roughness* paling rendah sebesar 3,03 μm .

Plat baja perkakas SLD tersedia luas secara komersial mempunyai sifat mekanis keras tahan aus dan tahan terhadap panas dengan kadar Carbon (C) 1,44 %, Silicon (Si) 0,28 %, Mangan (Mn) 0,41 %, Phosphor (P) 0,024 %, Sulfur (S) 0,0008 %, Chrom (Cr) 11,93 %, Molybdenum (Mo) 0,83 %, Vanadium (V) 0,24 % (Hitachi Metals, Ltd.). Material ini biasa digunakan sebagai bahan roda gigi, pahat atau alat potong pada pemesinan (*cutting tools*), *punch*, dan *dies*. Namun untuk pembuatan roda gigi dengan bentuk spline-dalam dengan bahan ini akan kesulitan apabila menggunakan mesin konvensional. Bentuk pembuatan roda gigi dengan spline-dalam menggunakan proses pemesinan ECM akan lebih efektif dan efisien karena cukup dengan sekali proses pemesinan.

Berbagai penelitian ECM telah dilakukan akan tetapi pada penelitian-penelitian sebelumnya belum mempelajari mengenai pengaruh variasi jarak *gap* terhadap MRR dan *Surface Roughness* dengan cairan elektrolit NaCl sehingga perlu untuk diteliti lebih lanjut sejauh mana pengaruh variasi jarak *gap* tersebut khususnya terhadap material SLD.

1.2. Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan suatu permasalahan yang harus dipecahkan pada proses pemesinan ECM dengan *workpiece* plat baja perkakas SLD dan cairan elektrolit berupa NaCl yaitu :

1. Bagaimana pengaruh variasi *voltage* terhadap *overcut* dan efek ketirusan pada pemesinan ECM ?
2. Bagaimana pengaruh variasi *voltage* terhadap Nilai MRR dan *surface roughness* pada pemesinan ECM ?
3. Bagaimana pengaruh jarak gap antara elektroda dengan benda kerja terhadap nilai MRR dan *surface roughness* pada pemesinan ECM ?
4. Apa pengaruh jenis larutan elektrolit serta nilai konsentrasi larutan terhadap hasil pemesinan ECM ?
5. Bagaimana pengaruh jenis material elektroda serta diameter elektroda terhadap hasil pemesinan ECM ?

Berdasarkan perumusan masalah diatas, penelitian akan difokuskan pada rumusan masalah nomor 4.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi jarak gap terhadap nilai MRR pada *workpiece* plat baja perkakas SLD dan cairan elektrolit NaCl pada proses pemesinan ECM,
2. Mengetahui pengaruh variasi jarak gap terhadap nilai *surface roughness* pada *workpiece* plat baja perkakas SLD dan cairan elektrolit NaCl pada proses pemesinan ECM.

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan pembatasan masalah agar dapat menghasilkan suatu yang lebih bersifat khusus dan bermanfaat. Adapun batasan masalah yang diberikan adalah bagaimana pengaruh jarak celah (*gap*) terhadap nilai MRR dan *surface roughness* pada pemesinan ECM ?

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini:

1. Bagi dunia akademik dapat memberikan pengetahuan mengenai pemesinan non-konvensional ECM, dan dapat digunakan sebagai referensi dan pengembangan selanjutnya.
2. Bagi masyarakat dapat memberikan kontribusi positif sebagai pengetahuan bagaimana pentingnya pengembangan teknologi pemesinan non-konvensional dalam hal efektifitas dan efisiensi untuk meningkatkan jumlah produksi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini secara garis besar adalah:

BAB I : Pendahuluan, bab ini berisi latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan Penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II : Kajian Pustaka dan Dasar Teori, kajian pustaka,dasar teori meliputi pengertian ECM, Prinsip kerja ECM, elemen proses ECM, kekurangan dan kelebihan ECM akan dijelaskan dalam bab ini.

BAB III : Metodologi Penelitian, bab ini menjelaskan tentang tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, diagram alir penelitian, proses persiapan alat dan bahan.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan, dalam bab ini berisi tentang analisis MRR, *surface roughness* dari hasil pemesinan ECM.

BAB V : Kesimpulan dan Saran,berisi tentang kesimpulan, dan saran mengenai penelitian yang telah dilakukan.