BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dalam topik penelitian ini, ada beberapa hasil yang telah dicapai dalam penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan distribusi panas yang terjadi pada proses pemesinan. Kajian pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Rendy Chandika. Penelitian tersebut dilakukan untuk memprediksi temperatur pahat dan benda kerja yang dihasilkan. Proses pemesinan dilakukan secara simulasi dengan menggunakan perangkat lunak DEFORM 3D™. Metode yang digunakan untuk simulasi pemotongan logam menggunakan metode elemen hingga, kemudian rumus langrangian digunakan karena pemodelannya lebih mudah (Chandhika, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rendy Chandika data yang digunakan adalah kecepatan putar yang digunakan 443, 635, dan 970 RPM dan gerak makan yang digunakan 0,1, 0,18, dan 0,24 mm/rev. Pahat yang digunakan HSS (*High Seed steel*) dan menggunakan material baja AISI 1045. Hasil dari pengujian temperatur pahat pada kecepatan putar 443, 635, dan 970 RPM secara eksperimental tidak berbeda jauh dengan hasil prediktif yang didapatkan secara simulasi, tetapi hasil temperatur secara simulasi mempunyai hasil yang tinggi bila dibandingkan dengan hasil yang dilakukan secara eksperimental. sebelumnya untuk mendapatkan temperatur pada pahat dilakukan proses simulasi pada gurdi sehingga menghasilkan grafik temperatur terhadap kecepatan putar dan grafik temperatur terhadap gerakan makan.

Pada penelitian lain yang diteliti oleh Hengki Inata. Penelitian tersebut dilakukan mengukur temperatur pada saat proses penggurdian dengan metode *embedded thermocouple*. Dan menganalisis pengaruh parameter pemotongan terhadap temperatur pemotongan tanpa cairan pendinginan utamanya pada daerah deformasi geser selama proses pemesinan gurdi (Inata, 2010).

Hasil dari penelitian yang dilakukan Hengki Inata yang menggunakan kecepatan putar 443, 635 dan 970rpm. Gerak makan yang digunakan 0,1, 0,18

dan 0,24 mm/rev. Pahat yang digunakan HSS (*High Seed steel*) dan menggunakan material baja AISI 1045. Hasil dari pengujian temperatur pahat pada kecepatan putar 443, 635, dan 970 RPM memiliki temperatur pemotongan paling tinggi sebesar 218,557 °C pada kondisi pemotongan (V: 970 rpm, f: 0,24 mm/rev), sedangkan temperatur terendah sebesar 131,071°C pada kondisi pemotongan (V : 443 rpm, f : 0,10 mm/r). Sehingga pengaruh tingginya pengukuran suhu yang terjadi dikarenakan besarnya kecepatan putar dan besarnya gerak makan (Chandhika, 2012).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pemesinan

Pemesinan adalah satu proses pembuangan atau pemotongan sebagian bahan dengan maksud untuk membentuk produk yang diinginkan. Proses pemesinan yang biasa dilakukan adalah proses *milling*, *turning*, *sawing*, *shaping*, *broaching* dan *grinding*.

2.2.1.1 *Milling*

Milling adalah salah satu proses pemesinan yang digunakan untuk menghasilkan bentukan pada benda bidang datar. Dimana proses pemotongan terjadi karena adanya kontak antara alat potong atau pahat yang berputar dengan benda kerja yang tercekam pada meja kerja. Prinsip dasarnya adalah benda kerja diam dan pahat yang berputar

Milling berdasarkan gerak *spindle*-nya *miling* dapat dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu mesin *milling* horizontal, vertikal dan universal.

2.2.2 CNC

CNC adalah singkatan dari *Computer Numerical Control*. CNC adalah perangkat yang menjadikan satu mesin perkakas atau produksi dapat beroperasi secara otomatis. Supaya mesin CNC bergerak diperlukan *G-Code* yang didapatkan dari melakukan konversi terhadap data *file* CAD menjadi *G-Code* untuk melakukan ini diperlukan perangkat lunak CAM

2.2.3 Logam Aluminium

Logam Aluminium adalah logam yang mempunyai sifat ringan yang pemanfaatannya sangat luas. Selain ringan juga memiliki kelebihan lain seperti pengantar panas yang baik. Penggunaan logam aluminium sebagai logam setiap tahunnya berada pada urutan kedua setelah baja dan besi, yang tertinggi di antara logam non fero.

Aluminium memilik beberapa sifat karakteristik fisis antara lain memiliki berat jenis sekitar 2,65-2,8 gr/cm^3 mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik, tahan terhadap korosi, memiliki titik lebur 658°C

2.2.4 Pahat HSS

Baja kecepatan tinggi (sering di singkat HSS/HS) adalah suatu material yang biasanya digunakan sebagai material pahat potong (*cutting tools*). Bahan HSS lebih kuat daripada material perkakas baja karbon tinggi yang mulai di gunakan pada tahun 1940-an dimana kandungan karbonnya adalah 0,70 % - 1,50 %. Pada suhu-kamar HSS dan baja karbon tinggi mempunyai kekerasan yang tidak jauh berbeda, hanya pada suhu yang sudah diatur HSS menjadi lebih menguntungkan. Adapun aplikasi dari penggunaan utama dari baja kecepatan tinggi digunakan pada manufaktur untuk berbagai pahat potong: *drills, taps, milling cutters, tool bits, gear cutters, saw blades,* dll. Baja karbon tinggi menjadi suatu pilihan yang baik untuk aplikasi kecepatan rendah di mana suatu ketajaman tepi sangat diperlukan, seperti alat pemotong, pahat dan mata pisau.

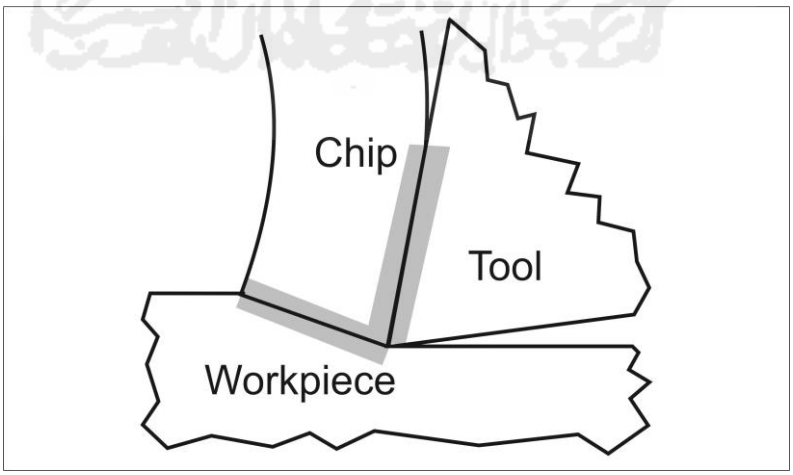
Baja kecepatan tinggi menjadi Fe-C-X *multicomponen* bercampur menjadi sistem logam di mana X mewakili; menunjukkan unsur logam pelapis *chromium*, *tungsten, molibdenum, vanadium*, atau unsur kimia kobalt. Secara umum, komponen X hadir lebih dari 7%, dengan karbon lebih dari 0,60%. Tingkatan T-1 dengan *tungsten* 18% tidak berubah komposisinya sejak tahun 1910 dan penggunaan tipe utama pada 1940, ketika diganti oleh *molibdenum*. Sekarang ini, hanya 5-10% dari HSS di Eropa dan hanya 2% di Amerika Serikat yang berasal dari jenis ini.

Penambahan 10% dari *tungsten* dan *molibdenum* secara keseluruhan memaksimalkan secara efisien kekerasan dan ketahanan dari baja kecepatan

tinggi dan memelihara sifat-sifat pada temperatur tinggi yang dihasilkan ketika pemotongan logam (Krar & Check, 1997).

2.2.5 Temperatur Pemotongan

Hampir seluruh energi pemotongan diubah menjadi panas melalui proses gesekan, antara geram dengan pahat dan antara pahat dengan benda kerja. Panas yang ditimbulkan cukup besar karena tekanan yang besar akibat gaya pemotongan dan luas bidang kontak relatif kecil maka temperatur pahat dan bidang utamanya akan sangat tinggi temperaturnya. Meskipun persentase panas yang terbawah geram sangat tinggi tidaklah berarti bahwa temperatur geram menjadi lebih tinggi dari pada temperatur pahat. Panas mengalir bersama sama geram yang selalu terbentuk dengan kecepatan tertentu, sedangkan panas yang merambat melalui pahat terjadi sebagai proses konduksi panas yang dipengaruhi oleh konduktivitas panas material pahat serta penampang pahat yang relatif kecil. Panas dalam proses pemesinan ketika logam dipotong, sejumlah energi dibutuhkan dalam mendeformasi geram (*chip*) dan mengatasi gesekan antara pahat dan benda seperti terlihat pada gambar. Hampir semua energi yang dibutuhkan itu diubah menjadi panas (sekitar 98%) (Shaw, 1984), menghasilkan suhu yang tinggi dalam area zone deformasi (*primary and secondary deformation zone*) yang terlihat pada Gambar 2.1 (Shaw, 1984). Ini dapat menyebabkan suhu panas yang sangat tinggi pada benda kerja dan pahat, energi yang tersisa sekitar 2% adalah tetap dipertahankan sebagai energi elastis dalam chip.



Gambar 2.1 Daerah zone deformasi selama proses pemotongan

Suhu pemotongan (*cutting temperature*) adalah perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi unjuk kerja proses pemesinan. Temperatur pada daerah zone deformasi utama (*primary deformation zone*), dimana terjadi deformasi benda kerja menjadi geram akibat tegangan geser, mempengaruhi sifat mekanik benda kerja dan selanjutnya gaya pemotongan (Stephenson, 1993) serta keausan tepi pahat. Sedangkan temperatur pada zone deformasi kedua (*secondary deformation zone*) sangat mempengaruhi umur pahat utamanya akibat keausan kawah. Peningkatan temperatur pada zone ini menyebabkan pahat penjadi lunak dan keausannya menjadi cepat melalui proses abrasi dan deformasi plastik.

Perhitungan dan kenaikan dari model penggabungan termodinamika yang utama berdasarkan koefisien konveksi dari nilai perbedaan sumber utama kenaikan panas dan komponen perpindahan panas dan kondisi batas kenaikan panas dari komponen utama. Perhitungan pada beban dudukan pahat dan itu memperoleh temperatur bidang keadaan-tunak dan pemindahan deformasi panas. Ketika gradien temperatur bagian internal muncul, panas akan ditransfer dari bagian yang panas ke bagian yang lebih rendah. Sebagai tambahan, ketika bagian dari perbedaan temperatur saling bersentuhan. Panas akan ditransfer dari bagian yang panas ke bagian yang lebih rendah, meskipun keadaannya tidak ada yang ditransfer. Seperti itu umumnya yang ditunjukkan perpindahan panas kepada konduktivitas termal dan pembatas termal. Akar masalah dari konduksi termal seharusnya pergerakan termal yang tidak teratur dari partikel zat mikroskopik. Pemecahan bidang temperatur didapat pertama fungsi dari temperatur.

2.2.6 Pengukuran Temperatur Pemotongan

Temperatur pemotongan lebih sulit diukur secara akurat dibandingkan dengan gaya pemotongan. Gaya pemotongan adalah vektor yang dipengaruhi oleh tiga komponennya, sedangkan temperatur adalah besaran skalar yang memiliki banyak komponen dalam sistem dan tidak secara unik dapat dideskripsikan dalam beberapa poin tertentu. Untuk alasan-alasan ini, tidak ada perbandingan sederhana untuk dinamometer gaya pemotongan untuk mengukur temperatur pemotongan, jika dibandingkan.

Berikut ini dijelaskan beberapa metode yang umum digunakan dalam mengukur temperatur pemotongan.

2.2.6.1 Metode *Thermocouple tool-work*

Metode yang paling sering digunakan untuk mengukur temperatur pemotongan adalah metode *thermocouple tool-work*, pertama kali dikenalkan pada tahun 1920 (Stephenson, 1993). Metode ini menggunakan pahat (*tool*) dan benda kerja sebagai elemen dari *thermocouple*. *Hot Junction* adalah *interface* pahat dan bidang kerja, *cold junction* adalah dibentuk oleh bagian yang terpisah dari pahat dan benda kerja yang harus dihubungkan dengan arus listrik dan diperlakukan pada keadaan temperatur konstan.

Metode ini hanya dapat digunakan ketika pahat dan benda kerja adalah bahan konduktor yang mempunyai sifat listrik, dan metode ini tidak dapat digunakan pada berbagai pahat potong keramik. Daya termoelektrik dari sirkuit biasanya kecil dan harus diestimasikan dengan melakukan kalibrasi sirkuit terhadap *thermocouple* (Stephenson, 1993).

2.2.6.2 Metode *Thermocouple* Konvensional

Thermocouple konvensional dapat ditanam pada pahat atau pada benda kerjanya untuk memetakan distribusi temperatur Metode pengukuran ini tidak dapat diaplikasikan secara menyeluruh karena persiapan spesimen yang cukup besar dibutuhkan. Tetapi metode pengukuran ini relatif akurat dimana hasil pengukurannya lebih akurat dibandingkan dengan metode *thermocouple Tool-Work* (Stephenson, 1993).

2.2.6.3 Metode Inframerah

Temperatur pemotongan juga dapat dihitung dengan mengukur radiasi inframerah yang keluar dari daerah pemotongan. Studi terbaik mengenai hal ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Reichenbach menggunakan titik sensor yang digabung dengan lubang bor yang sempit dan temperatur permukaan. Metode pengukuran ini telah dimanfaatkan oleh banyak peneliti untuk mengukur temperatur permukaan menggunakan sensor pada proses pemotongan dan

penggerindaan. Boothroyd menggunakan potografi inframerah penuh dari daerah pemotongan dengan kecepatan potong rendah. Dikarenakan sensitifitas film yang rendah, maka sampel percobaan dipanaskan lagi dengan temperatur tinggi untuk mendapatkan sinyal inframerah yang kuat (Stephenson, 1993).

2.2.6.4 Metode Metalurgi

Material logam sering berhubungan dengan transformasi metalurgi atau perubahan kekerasan yang dapat pula berhubungan dengan temperatur. Fakta ini membuat kemungkinan untuk memetakan distribusi temperatur pada pahat dengan membagi daerah pahat setelah dilakukan pemotongan dan kita lakukan pemeriksaan metalografi atau mikroskopis. Metode ini membutuhkan pengukuran postmortem dan oleh karena itu sangat sulit untuk digunakan pada pemeriksaan rutin (Stephenson, 1993).