

BAB 1

PENDAHULUAN

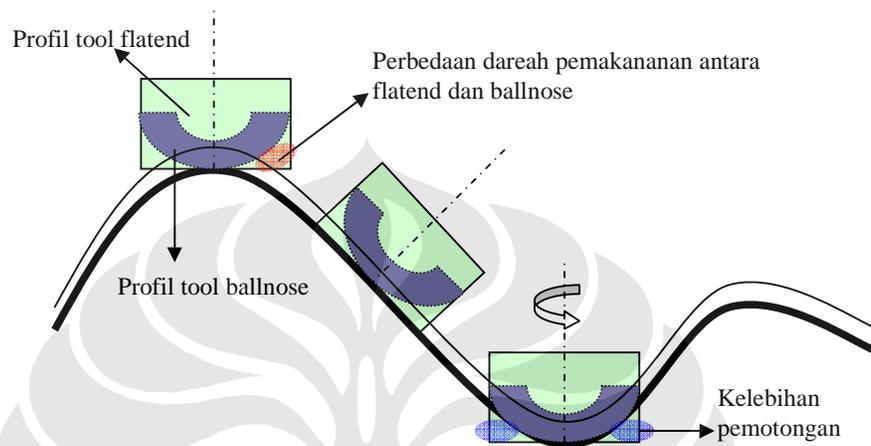
1.1 LATAR BELAKANG

Industri manufaktur sudah semakin maju seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan penemuan – penemuan proses dan teknik pemotongan logam (*metal cutting*). Ini terlihat jelas dengan semakin banyaknya bentuk produk baik itu variasi dan juga jenisnya. Kontur – kontur dari produk tersebut sudah tidak memakai bentuk yang general seperti; kotak dan silinder. Dalam perkembangan bentuk sudah banyak ditemukan bentuk – bentuk variasi lengkung dari gabungan beberapa jenis kurva.

Seiring dengan perkembangan dunia manufaktur kebutuhan terhadap kualitas *metal cutting*, yang berhubungan dengan kualitas permukaan (*surface quality*) terus meningkat. Dengan begitu kebutuhan akan produk dengan toleransi produk yang presisi, telah mendorong industri pemotongan logam (*metal cutting*) untuk secara terus menerus mengembangkan metode serta teknologi proses pemotongan logam. Proses pemesinan *milling* merupakan salah satu proses pemotongan/pembuangan logam yang sangat mendasar dan banyak digunakan pada industri manufaktur. Dengan proses *milling* maka memungkinkan untuk membuat berbagai macam bentuk produk yang beragam. Perkembangan dalam teknologi *milling* sekarang ini juga mampu meningkatkan kualitas produk menjadi lebih baik. Salah satu indikator baik tidaknya suatu produk adalah kekasaran dan kerataan (*roughness* dan *waviness*) permukaan dari produk tersebut.

Kekasaran permukaan dan ketidak-rataan suatu produk pemesinan dapat mempengaruhi beberapa fungsi produk seperti, gesekan permukaan (*surface friction*), perpindahan panas, kemampuan penyebaran pelumasan, pelapisan dan lain - lain. Di samping hal – hal tersebut, keindahan dan estetika dari produk itu sendiri juga dapat dipengaruhi. Oleh karena itu kekasaran permukaan menjadi tolak ukur keakuratan dan kualitas permukaan suatu produk industri manufaktur masa kini.

Perbedaan pemesinan *5-axis* dengan pemesinan *3-axis* biasa adalah dalam proses pemesinan *5-axis tool* dalam berotasi dalam arah sumbu X atau sumbu Y atau juga gabungan dari kedua sumbu X dan Y. Saat *tool* ini berotasi maka akan terdapat kemiringan sudut terhadap orientasi *toolpath*. Kemiringan yang terjadi ini disebut sudut inklinasi.



Gambar 1.1 Perbedaan Pemakanan Dengan Tool Flatend dan Ballnose

Dalam proses pemakanan dengan permukaan berkontur seperti di atas maka untuk mendapatkan daerah pemakan yang lebih banyak arah sumbu pemakanan selalu normal terhadap bidang permukaan. Pada gambar di atas menjelaskan tentang perbedaan pemakanan dengan menggunakan *tool flatend* dengan *ballnose*. *Flatend* mempunyai daerah pemakanan yang lebih banyak dari pada *ballnose*. Namun pada daerah lekukan akan terjadi kelebihan pemotongan (*gouging*). Untuk menghindari *gouging* maka dilakukan pergantian *tool* dengan diameter yang lebih kecil.

Pemotongan dengan *ballnose* juga cenderung menghasilkan ketidaksempurnaan pemotongan karena kecepatan titik pada sumbu putar nol. Hal ini terjadi karena karakter dari bentuk *tool ballnose* yang melengkung. Biasanya untuk menghindari terjadinya ketidaksempurnaan pemotongan dengan *ballnose* maka dilakukan penambahan sudut inklinasi (dimiringkan).

Pemakanan dengan menggunakan *tool flatend* pada permukaan yang berkontur seperti di atas, untuk mengurangi tingkat kekasaran yang terbentuk, maka dilakukan pemakanan dengan arah *tool* normal (tegak lurus) terhadap

bidang permukaan. Oleh karena itu untuk dapat melakukan pemakanan normal terhadap bidang kontur permukaan *tool* harus melakukan inklinasi mengikuti kontur pada bidang tersebut. Inklinasi juga diperlukan untuk menghindari adanya kelebihan daerah pemotongan (*gouging*) yang akan merusak kualitas permukaan dari benda.

Masing-masing cara pemakanan dan tipe pahat yang digunakan pada saat proses *finishing* tersebut akan menghasilkan kualitas permukaan (*roughness* dan *waviness*) yang berbeda, serta masing-masing mempunyai keuntungan dan kerugian. Berdasarkan hal tersebut diatas penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul: **“PENGARUH PERUBAHAN SUDUT INKLINASI PADA PROSES PEMESINAN TERHADAP KUALITAS PERMUKAAN HASIL PEMESINAN PRODUK BERKONTUR”**.

1.2 RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH

Kualitas permukaan yang dimaksud pada penelitian ini adalah menyangkut kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*) pada permukaan hasil pemesinan *milling*. Banyak faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan dari hasil akhir proses pemesinan khususnya pemesinan *milling*, diantaranya kondisi pemotongan (kecepatan potong, laju pemakanan, kedalaman pemotongan, diameter pahat), material perkakas potong, material benda kerja, kondisi mesin, sistim pendinginan selama proses pemesinan dan bentuk penampang *scallop* dari material sisa sebelum proses *finishing* serta arah pemakanan pada saat *finishing*.

Sehubungan dengan banyaknya faktor yang mempengaruhi kualitas permukaan tersebut, pada penelitian ini dibuat beberapa batasan dan asumsi sebagai berikut:

- 1 Penelitian ini difokuskan pada pengaruh sudut inklinasi pada pemesinan *milling* terhadap kualitas permukaan produk, sedangkan kondisi pemotongan dibuat tetap sesuai dengan kondisi ideal.
- 2 Kondisi pemotongan *milling* yang dipakai adalah proses *roughing*.
- 3 Material benda kerja adalah ST 41 dengan ukuran 50 x 100 x 100 mm.

- 4 Material perkakas potong (*cutting tool*) adalah solid carbide dengan dua tipe yaitu *flat end*.
- 5 Kedalaman pemotongan (*DOC*) adalah 1 mm.
- 6 Sudut inclinasi yang digunakan adalah 10, 20, 30 dan 45 derajat.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan utama yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut inklinasi terhadap hasil potongan dan juga perubahan sudut inklinasi pada permukaan benda secara individu maupun interaksinya dengan parameter lain pada proses pemesinan *milling*. Selain itu juga ingin diketahui perbedaan kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*) yang mungkin terbentuk dengan tingkatan laju pemakanan tertentu untuk tiap perubahan sudut yang berbeda dengan jarak tertentu.

1.4 METODOLOGI PENELITIAN

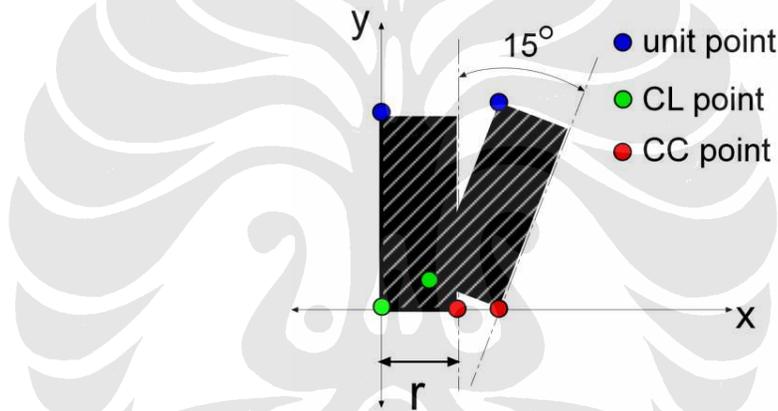
Tahap awal penelitian ini dimulai dengan studi literatur tentang proses pemesinan *milling*, kemudian dilakukan perencanaan eksperimen dan persiapan simulasi *toolpath* sebelum melakukan percobaan langsung pada mesin CNC 5 aksis. Persiapan ini dimaksudkan untuk mendapatkan *toolpath* yang akan digunakan pada mesin nanti.

Tahap persiapan dimulai dengan menentukan panjang dari sampel yang akan dikerjakan. Dalam hal ini digunakan 100 mm untuk tiap *path*. Lalu dilanjutkan dengan pemilihan variasi sudut inklinasi yang akan digunakan. Pada penelitian ini di tujukan untuk *inclination angel* dengan sudut tertentu. Pada tahap ini juga dilakukan pendugaan terhadap hasil dari penelitian nantinya, yaitu dugaan tentang pengaruh perubahan sudut inklinasi terhadap kualitas permukaan benda pada proses pemesinan *milling*.

Tahap berikutnya adalah dengan proses perancangan penelitian yaitu cara – cara yang akan dilakukan dalam penelitian. Pertama adalah dengan pemahaman tentang *toolpath*. Kemudian dilanjutkan dengan menentukan titik sentuh dari

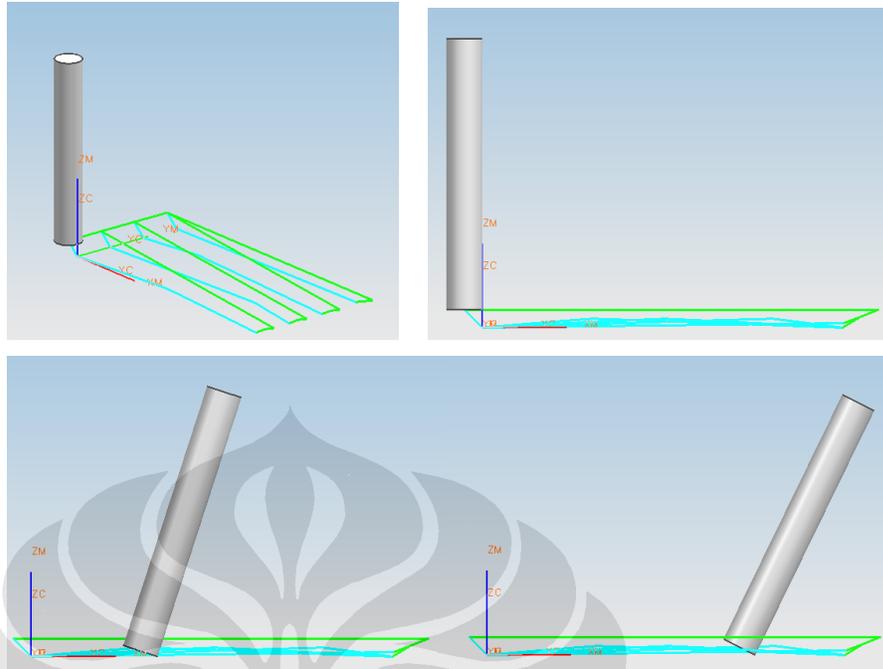
pahat (*tool*) terhadap benda kerja. Titik ini dinamakan *cutter contact point*. Dengan adanya titik sentuh pahat dan juga dengan diketahuinya diameter *tool* yang digunakan maka dapat diketahui titik lokasi dari pahat dan juga orientasi dari pahat tersebut. Titik ini dinamakan *cutter location* dan arah dari *tool* ini disebut *tool orientation*.

Dengan ditemukannya ketiga titik ini maka dapat dibuat *toolpath* dari suatu proses *milling*. *Toolpath* ini berisi titik – titik informasi tentang penjejakan pahat dan juga arah orientasi pahat saat melakukan proses pemesinan. Dalam simbol titik ini dinamakan (x, y, z) untuk *cutter location point* dan (i, j, k) untuk arah orientasi pahat relatif terhadap *cutter location point*.



Gambar 1.2 Titik Sentuh Pahat(CC), Titik Lokasi Pahat(CL), dan Unit Arah pada Tool

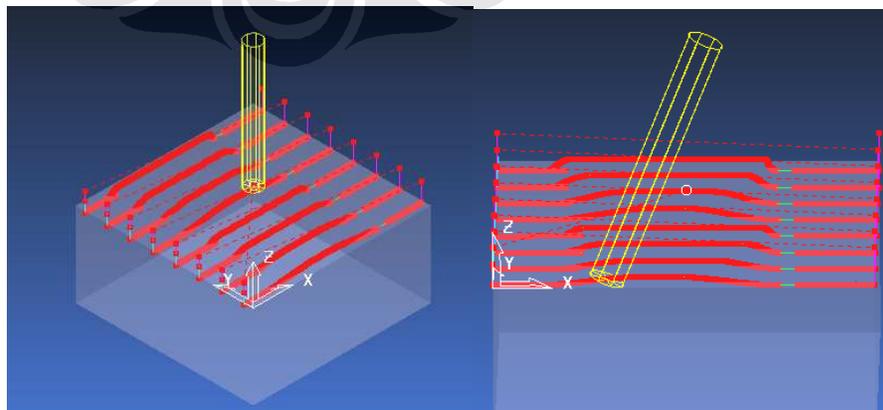
Proses pencarian titik – titik tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* MATLAB 6.5 dibantu dengan *excel microsoft office*, dan menghasilkan data titik (x, y, z, i, j, k) yang nantinya digunakan sebagai *CL file*. Dalam penggeneratan *toolpath* menggunakan Unigraphics NX-4 untuk menghasilkan *CL file*. Setelah *CL file* jadi maka akan dilakukan *postprocessing* untuk kemudian dihasilkan G-code dan N-code yang akan ditransferkan ke mesin CNC 5-axis yang akan digunakan. Selain dengan UG NX 4, juga digunakan *software* PowerMill 8.0. Pemilihan menggunakan UG NX 4 atau PowerMill 8.0 disesuaikan dengan kebutuhan *postprocess* pada mesin yang digunakan.



Gambar 1.3 Simulasi Toolpath pada UG NX4

Pada penelitian ini digunakan *software* PowerMill 8.0 untuk membuat *toolpath* dan juga simulasi pemesinannya. Pendesainan *toolpath* ini diawali dengan penentuan pola maka dari *tool* dan juga panjang dari sampel yang akan diambil dan ditambah dengan variasi jarak yang akan digunakan dalam

melakukan perubahan sudut inklinasi. Setelah didapat *toolpath* maka dilakukan penentuan pola pergerakan pahat dengan variasi sudut inklinasi yang ditentukan.

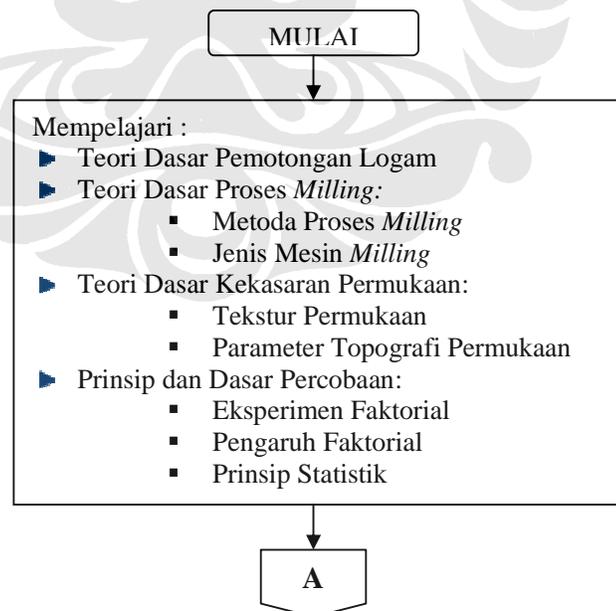


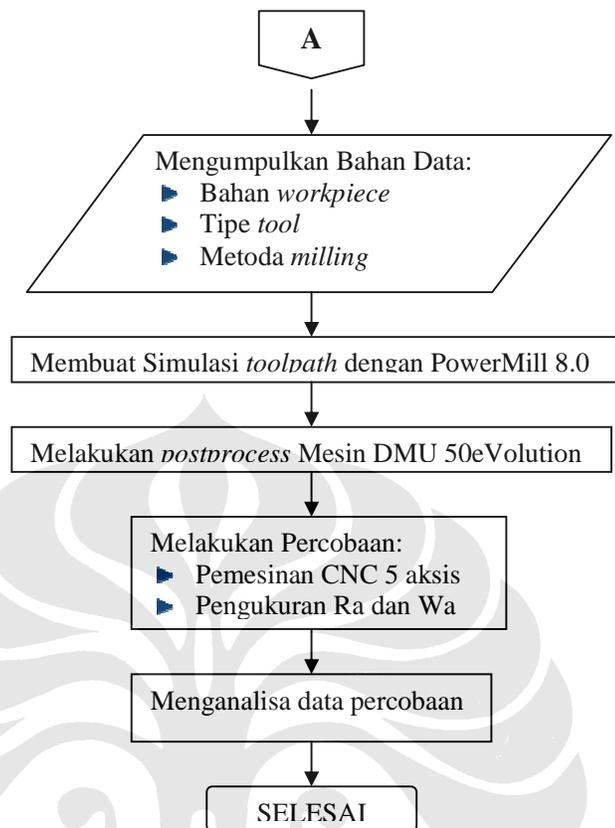
Gambar 1.4 Simulasi Toolpath dengan PowerMill 8.0

Penelitian dilakukan melalui studi eksperimental dengan menggunakan 4 variasi sudut inklinasi yaitu 10, 20, 30, dan 45 derajat. Di samping itu juga digunakan variasi pada jarak perubahan sudut (*dynamic inclination distance*) yaitu, 30, 20, 10, dan 5 mm dengan arah pemakanan pahat searah (*zig*). Sehingga jumlah order percobaan untuk kedua variasi ini adalah $2^5 = 32$ order percobaan.

Proses pemesinan dilakukan dengan jenis mesin CNC milling 5 aksis. Mesin 5 aksis yang digunakan adalah model DECKEL MACHO DMU50eVolution. Setelah proses pemesinan selesai dilanjutkan dengan pengukuran roughness dan waviness dengan menggunakan *surface tester* MITUTOYO S3000.

Selanjutnya data hasil percobaan tersebut dianalisa untuk mendapatkan tingkatan kualitas permukaan (*roughness* dan *waviness*). Pengaruh dari faktor percobaan tersebut terhadap kualitas permukaan kemudian dianalisa untuk mendapatkan keterkaitannya. Dari analisa tersebut didapatkan kesimpulan kualitas dan nilai kekasaran permukaan dari proses pemesinan *milling* dengan variasi sudut inklinasi tertentu. Bentuk *flowchart* proses penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.5 dibawah ini.





Gambar 1.5 Proses Flow Chart Penelitian

1.5 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini terdiri atas lima bagian pembahasan yang disusun dengan urutan sebagai berikut:

Bab 1 merupakan pendahuluan yang memaparkan tentang latar belakang permasalahan, ruang lingkup dan batasan masalah, tujuan yang ingin dicapai, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

Bab 2 menjelaskan tentang teori pemotongan logam yang berhubungan dengan proses *milling*, tekstur permukaan dan parameter topografi permukaan, prinsip dasar dalam melakukan percobaan dan cara menganalisa data

untuk dapat memahami dampak faktor yang diuji dalam proses *milling* terhadap kekasaran (*roughness*) dan gelombang (*waviness*).

Bab 3 membahas tentang rancangan dan proses pengujian. Pada bagian ini dijelaskan tentang pendekatan eksperimen, spesifikasi peralatan yang digunakan dalam penelitian, prosedur pengujian dan proses pengambilan data.

Bab 4 merupakan tampilan data yang didapatkan serta pembahasan dan analisisnya serta penjelasan tentang keterkaitan antara data dengan faktor lainnya.

Bab 5 merupakan penutup dari tugas akhir ini yang terdiri atas kesimpulan dan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut.

