

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

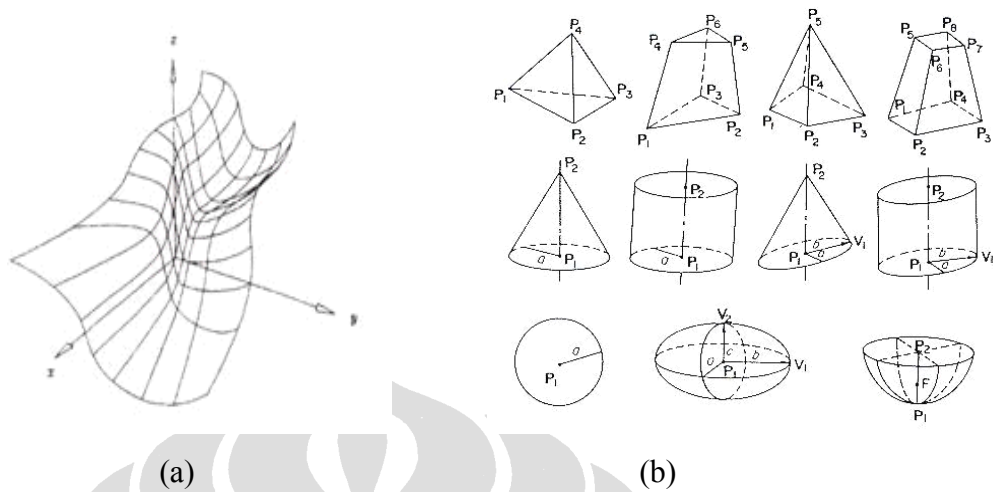
CAD/CAM, (*Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*), saat ini sudah menjadi bagian yang tidak terpisahkan dalam suatu desain produk. Hal ini karena kompleksitas bentuk produk yang diinginkan konsumen semakin tinggi dengan tingkat kepresisian yang tinggi dan harga yang cukup kompetitif. Contohnya terdapat pada produk komponen sepeda motor yang memiliki bentuk yang cukup kompleks, seperti yang terdapat pada gambar 1.1., menuntut teknologi proses manufaktur, khususnya CAD/CAM dan proses pemesinan 5-aksis, yang cukup handal sehingga mampu memenuhi tuntutan pasar tersebut.



Gambar 1.1. Komponen Sepeda Motor [10]

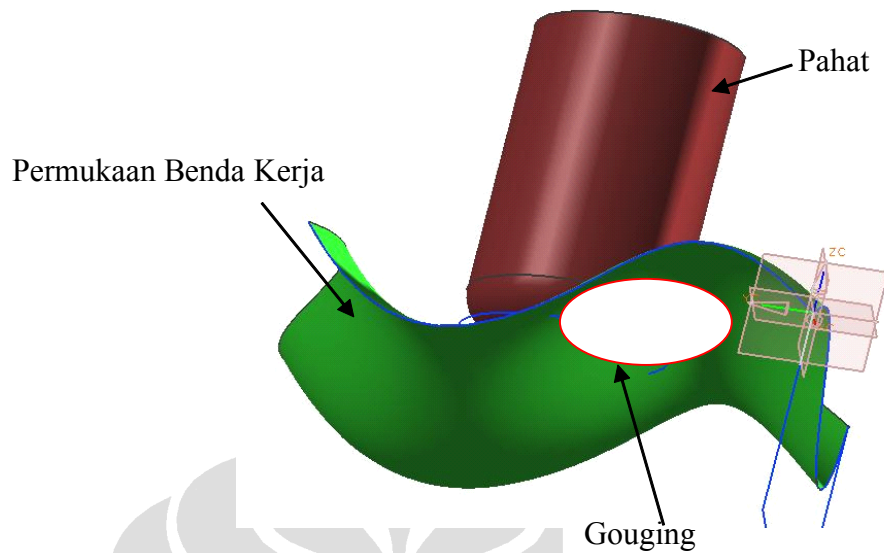
Kehandalan Sistem CAD/CAM yang ada harus ditunjang oleh mesin yang mampu memenuhi tuntutan tersebut, yang saat ini dapat dilakukan pada proses pemesinan multi-aksis, atau yang sering dikenal dengan Pemesinan 5-Aksis. Kelebihan mesin multi-aksis (5-axis) dibandingkan mesin 3-axis adalah : (1) kemampuan melakukan proses yang memiliki bentuk kompleks dengan bentuk permukaan yang bebas (*free-form surface*); (2) laju pembuangan material yang lebih baik; (3) kualitas permukaan akhir proses finish yang lebih baik; (4) waktu set-up yang lebih pendek; dan (5) menambah produktifitas. [1]. Pengembangan proses pemesinan 5-aksis yang digunakan oleh sebagian besar perangkat lunak yang ada (*UniGraphics* dan *CATIA*) masih menggunakan

model permukaan paramterik dan solid primitif, seperti yang terlihat pada gambar dibawah.



Gambar 1.2 Model CAD (a) Parametrik; (b) Solid Primitif [5]

Model tersebut sangat bagus pada tampilan CAD namun cukup sulit ketika melakukan proses CAM. Hal tersebut karena proses transformasi data dari model CAD ke model CAM menggunakan persamaan matematik parametrik yang memerlukan penurunan persamaan bidang yang cukup kompleks apabila CAD data modelnya kompleks. [6]. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, di Laboratorium Manufaktur Teknik Mesin UI sedang dikembangkan Sistem CAM berbasis model faset 3D [4]. Perbedaan utama sistem yang sedang dikembangkan (model faset) dengan sistem solid parametrik terdapat dalam proses penerjemahan CAD data ke dalam CAM. Penerjemahan data tidak berdasar pada perpotongan dua bidang vector matematika, tetapi dengan mapping dan lokalisasi segitiga model faset. **Kelemahan utama** yang terdapat pada sistem CAD/CAM yang ada (UG, CATIA, dll) selain masalah tranformasi data adalah : Belum adanya *tools* yang mampu menanggulangi permasalahan pada proses pemesinan 5-aksis, yaitu **Gouging** atau **Interferensi**. Fenomena interferensi dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 1.3. Fenomena *Gouging* (Interferensi)

Sampai saat ini, Unigraphics telah memberikan *tools* untuk mendeteksi interferensi namun belum mampu memberikan solusi yang cermat untuk menanggulangi masalah tersebut. Solusi yang diberikan adalah sistem mengabaikan interefensi (pahat tetap melakukan proses pemesinan) atau pahat diangkat (*retract*) supaya tidak terjadi interferensi.

**Kelebihan** Sistem CAD/CAM berbasis model faset yang sedang dikembangkan di Lab Manufaktur Universitas Indonesia sudah dilengkapi dengan *tools* yang mampu mendeteksi interferensi dan memberikan solusi yang cerdas dengan masalah tersebut. Yang sudah dilakukan sampai saat ini adalah memberikan solusi pengangkatan pahat pada saat terjadi interferensi sesuai dengan kasus apakah interferensi tersebut terjadi di vertex, edge, atau face dari sebuah model facet. Namun sampai saat ini, solusi tersebut masih terbatas pada kasus proses pemesinan multi-aksis yang menggunakan pahat flat-endmill dan ball-endmill, dan untuk pahat filletd-endmill belum ada. Dengan demikian maka *state of the-art* dari penelitian tersebut adalah pengembangan sistem CAD/CAM berbasis model faset dalam mendeteksi dan mengeliminasi interferensi pada proses pemesinan 5-aksis berbasis model faset untuk kasus proses pemesinan yang menggunakan pahat Toroid

(*Filleted-Endmill*). Penelitian yang terkait dengan masalah eliminasi interferensi, khususnya untuk kasus proses pemesinan yang menggunakan pahat toroid, dilakukan untuk kasus pemesinan 3-aksis dengan metode pengangkatan pahat [8]. Eliminasi interferensi dengan metode pengangkatan pahat pada proses pemesinan 5-aksis berbasis model faset yang menggunakan pahat Flat-Endmill dan Ball-Endmill [6].

## **1.2. Perumusan Masalah**

Pengembangan CAD/CAM berbasis model faset yang bebas interferensi saat ini telah sampai pada pemakaian pahat Flat-Endmill dan Ball-Endmill, namun belum dilengkapi untuk pahat Filleted-Endmill. Dengan demikian maka permasalahan utama dalam penelitian tersebut adalah belum adanya model matematika untuk eliminasi interferensi proses pemesinan 5-aksis berbasis model faset.

## **1.3. Tujuan**

Dari beberapa uraian diatas, maka penelitian dengan judul Pemodelan Matematika Untuk Eliminasi Interferensi Pada Proses Pemesinan 5 Aksis bertujuan untuk : menentukan model matematika yang dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan algoritma eliminasi gouging dalam proses pemesinan 5-axis berbasis model faset.

## **1.4. Pembatasan Masalah**

Penyelesaian masalah eliminasi interferensi yang akan dilakukan dalam penelitian ini akan penulis batasi pada pekerjaan berikut.

1. Melakukan pengembangan metode dan algoritma pendeteksian interferensi pada model faset. Metode pendeteksian tersebut didasarkan atas proyeksi pahat terhadap permukaan model yang akan dilakukan proses pemesinan. Untuk menyederhanakan pencarian segitiga yang terkena interferensi, baik interferensi pada vertek, edge, maupun face maka dilakukan *Bucketing*. Langkah ini disebut sebagai deteksi interferensi (*Gouging detection*)

2. Melakukan pengembangan model matematika yang akan digunakan untuk menghindari / menghilangkan interferensi. Model matematika yang dikembangkan didasarkan atas metode inklinasi pahat.
3. Melakukan pengembangan algoritma penghilangan interferensi dari model yang dideteksi terkena interferensi dengan mengaplikasikan model matematika yang telah disusun pada tahap pengembangan model matematika. Langkah ini disebut sebagai penghilangan interferensi (*Gouging Avoidance*).

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Penyelesaian penelitian tersebut menggunakan langkah :

1. Melakukan studi literatur yang terkait dengan tema yang sedang diteliti
2. Melakukan pembuatan model CAD yang terkait dengan permasalahan interferensi
3. Melakukan penerjemahan data CAD dari Solid / Parametrik menjadi STL (dilakukan otomatis oleh Program CAD yang digunakan, yaitu UniGraphics)
4. Melakukan penggambaran ulang data file STL yang ada di program MATLAB
5. Melakukan pencocokan model CAD hasil bacaan STL dengan model CAD Solid / Parametrik
6. Melakukan penurunan persamaan matematika untuk melakukan inklinasi pahat agar tidak terjadi interferensi
7. Melakukan pemrograman untuk validasi persamaan matematika yang dihasilkan pada langkah 6 benar atau tidak. Dilakukan pertama kali dengan bantuan program CAD berbasis solid / parametrik (SolidWorks)
8. Setelah langkah 6 dan 7 tidak masalah, maka dilakukan pemrograman untuk mendeteksi sekaligus meng-eliminasi interferensi yang terjadi.
9. Setelah langkah 8 tidak bermasalah, maka berikutnya adalah membuat Graphical User Interface (GUI)

Kegiatan diatas seluruhnya dilakukan di Lab Manufaktur Teknik Mesin Universitas Indonesia dibawah supervisi Bapak Dr. Ir. Gandjar Kiswanto, M.Eng.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah pemahaman pembaca terhadap laporan hasil penelitian tersebut, maka penulis membagi laporan ini menjadi 5 Bab, dengan garis besar penjelasan masing-masing bab adalah sebagai berikut.

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi penjelasan mengenai latar belakang permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi, dan sistematika penulisan laporan.

### **BAB II TEORI DASAR**

Bab ini mendeskripsikan teori yang digunakan penulis sebagai kerangka acuan penelitian, antara lain : teori proses pemesinan 5-aksis, model faset, interferensi, dan persamaan matematika yang relevan dengan penelitian

### **BAB III ANALISIS INTERFERENSI PAHAT TOROID DENGAN MODEL FASET 3 D**

Bab ini berisi penjelasan mengenai analisis tentang berbagai kemungkinan interferensi yang terjadi antara model faset sebagai model permukaan benda kerja dengan pahat toroid, serta analisis pendeteksian interferensi yang dilakukan dalam penelitian.

### **BAB IV ANALISIS ELIMINASI INTERFERENSI DENGAN METODE INKLINASI PAHAT**

Bab ini berisi langkah-langkah penurunan model matematika yang dilalui dalam melakukan eliminasi interferensi. Penurunan model matematika dilakukan dengan metode analitik geometri (untuk kasus *vertex gouging*) dan numeric (untuk kasus *edge gouging* dan *face gouging*), algoritma untuk menghilangkan interferensi, serta simulasi hasil penurunan model matematika dengan bantuan program MATLAB

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN PENELITIAN LEBIH LANJUT

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran terhadap perbaikan yang mungkin dilakukan untuk penelitian selanjutnya dan saran-saran terhadap implementasi metode dalam sistem CAM yang sedang dikembangkan.

