

**Perancangan Mesin Uji Kecepatan Potong Material Logam  
Berbasis Tingkah Laku Getaran pada Pemotongan Benda  
Silinder Arah Ortogonal pada Mesin Bubut**

**Tugas Akhir**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Kevin Josep Fernando

220322011



**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK  
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul

**Perancangan Mesin Uji Kecepatan Potong Material Logam  
Berbasis Tingkah Laku Getaran pada Pemotongan Benda  
Silinder Arah Ortogonal pada Mesin Bubut**

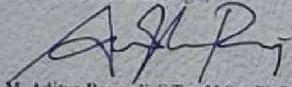
Oleh:  
Kevin Josep Fernando  
220322011

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 19 Agustus 2024

Disetujui,

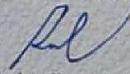
Pembimbing I,



M. Aditva Rovandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D.

NIP. 199411122024061001

Pembimbing II,



M. Rizal Ardiansyah, S.Tr., MT.

NIP. 223410002

Disahkan,

Penguji I,



Bustami Ibrahim, S.S.T., M.T.

NIP. 197609022003121001

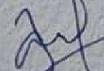
Penguji II,



Kevin Putranda, S.T., M.T.

NIP. 199801232024061002

Penguji III,



Ade Ramadan S.S.T., M.T.

NIP. 198008092008101001

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kevin Josep Fernando  
NIM : 220322011  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Perancangan Mesin Uji Kecepatan Potong  
Material Logam Berbasis Tingkah Laku  
Getaran pada Pemotongan Benda Silinder Arah  
Ortogonal pada Mesin Bubut

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 6 Agustus 2024  
Yang Menyatakan,



(Kevin Josep Fernando)  
NIM 220322011

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kevin Josep Fernando  
NIM : 220322011  
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur  
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Perancangan Mesin Uji Kecepatan Potong  
Material Logam Berbasis Tingkah Laku  
Getaran pada Pemotongan Benda Silinder Arah  
Ortogonal pada Mesin Bubut

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 6 Agustus 2024  
Yang Menyatakan,



(Kevin Josep Fernando)  
NIM 220322011

## ABSTRAK

Menurut beberapa penelitian yang ada, *cutting speed* menjadi peranan penting untuk mendapat permukaan benda kerja yang halus. Rekomendasi *cutting speed* saat ini hanya tersedia untuk material yang umum digunakan. Penentuan rekomendasi kecepatan potong seharusnya memperhatikan karakteristik dari mesin yang digunakan dan juga jenis material yang akan dipotong. Mesin uji kecepatan potong dapat menjadi solusi untuk membantu memberikan rekomendasi kecepatan potong. Rekomendasi kecepatan potong didapatkan dengan melakukan pengukuran dari getaran yang terjadi akibat proses pemotongan ortogonal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin uji kecepatan potong material logam berbasis tingkah laku getaran pada proses pemotongan ortogonal. Rancangan ini dilakukan dengan pendekatan metode perancangan VDI 2222. Penentuan dimensi dan cara kerja mesin ini mengadaptasi cara kerja *bench lathe machine* konvensional dengan melakukan modifikasi pada sebagian fungsi kerja yang memungkinkan konsistensi dari proses pemakanan dan pengukuran getaran yang terjadi selama proses pemotongan. Berdasarkan hasil rancangan, mesin uji ini dapat digunakan pada material aluminium dengan menggunakan motor servo dengan daya 750 *Watt* yang disalurkan melalui transmisi *timing pulley* sehingga dapat menghasilkan putaran sebesar 6400 rpm.

**Kata kunci:** kekasaran permukaan, *cutting speed*, pemakanan ortogonal, VDI 2222

## **ABSTRACT**

*According to several existing studies, cutting speed plays an important role in obtaining a smooth workpiece surface. Cutting speed recommendations are currently only available for commonly used materials. Determination of cutting speed recommendations should take into account the characteristics of the machine used and also the type of material to be cut. A cutting speed testing machine can be a solution to help provide cutting speed recommendations. Cutting speed recommendations are obtained by measuring the vibrations that occur due to the orthogonal cutting process. Therefore, this study aims to design a metal material cutting speed testing machine based on vibration behavior in the orthogonal cutting process. This design is carried out using the VDI 2222 design method approach. Determination of the dimensions and working method of this machine adapts the working method of a conventional bench lathe machine by modifying some of the work functions that allow consistency of the feeding process and vibration measurements that occur during the cutting process. Based on the design results, this testing machine can be used on aluminum materials using a servo motor with a power of 750 Watts which is distributed through a timing pulley transmission so that it can produce a rotation of 6400 rpm.*

**Keywords:** *surface roughness, cutting speed, orthogonal feeding, VDI2222*

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Industri manufaktur terus meningkat sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Hal tersebut dapat dilihat dari peningkatan hasil produksi. Peningkatan hasil produksi harus diimbangi dengan peningkatan kualitas hasil produksi. Ditemukannya mesin-mesin produksi sangat membantu dalam peningkatan kualitas tersebut terutama dalam pembuatan komponen - komponen mesin [1]. Sekitar 70 % dari total proses produksi industri menggunakan proses permesinan. Keutamaan proses permesinan adalah hasil prosesnya (produk) mempunyai dimensi dan kehalusan permukaan yang lebih presisi dibandingkan dengan proses produksi yang lain seperti pembentukan ataupun proses produksi lainnya [2]. Untuk dapat menghasilkan produk dengan jumlah yang banyak dan mempunyai kualitas sesuai dengan apa yang diharapkan para pelaku industri kebanyakan menggunakan mesin sebagai alat bantu untuk memotong/membentuk produk.

Permesinan adalah suatu proses produksi dengan menggunakan mesin perkakas dengan memanfaatkan gerakan relatif antara pahat dengan benda kerja sehingga menghasilkan suatu produk sesuai dengan hasil geometri yang diinginkan [3]. Beberapa parameter yang bisa mempengaruhi proses permesinan adalah *cutting speed* yang berhubungan dengan dengan putaran motor dan diameter alat potong, *feedrate* berhubungan dengan kecepatan pemakanan, dan *depth of cut* (kedalaman pemakanan). Ketiga parameter pemakanan tersebut merupakan parameter penting dalam sebuah proses permesinan. Pemilihan parameter pemotongan yang tepat dalam proses permesinan adalah hal yang sangat penting untuk meraih kualitas produk yang baik serta proses yang ekonomis dan produktif [4].

Penentuan kombinasi parameter yang tepat untuk produk-produk permesinan yang memiliki beberapa performansi karakteristik cukup sulit dilakukan karena kompleksitas yang dimiliki dan harus mengandalkan sejumlah besar rangkaian

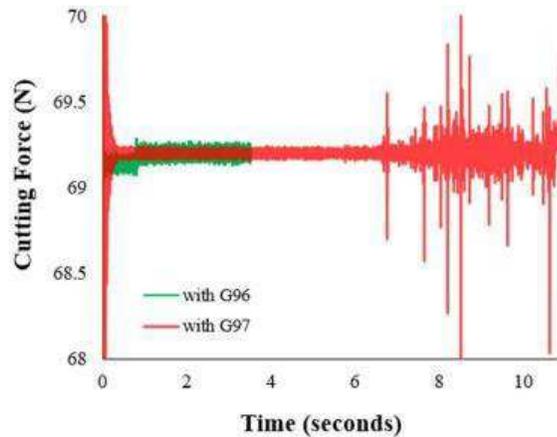
percobaan. Pada proses permesinan, penentuan parameter proses yang tepat untuk mencapai respon yang optimum sangat penting dilakukan secara efektif [5].

Penentuan kecepatan potong juga berpengaruh terhadap performa mesin dan juga umur pahat, dikarenakan jika kecepatan potong terlalu besar akan membutuhkan daya lebih besar dari yang seharusnya dan juga pahat akan mengalami gaya yang lebih besar sehingga umur pakai pahat akan berkurang dari yang telah diperhitungkan. Perkakas potong (*cutting tool*) juga merupakan bagian yang paling kritis dari suatu proses permesinan. Material, parameter dan geometri dari perkakas potong serta gaya pemotongan akan menentukan suatu proses permesinan dan akan mempengaruhi umur dari pahat/perkakas potong tersebut [6]. Pada penampang *chip* manapun, gaya pemotongan harus dijaga seminimal mungkin melalui pilihan kondisi pemotongan yang tepat. Semakin kecil gaya potongnya, semakin rendah tekanan di dalam alat dan mesin [7].

Kecepatan pemotongan adalah kemampuan alat potong untuk memotong benda kerja dengan kecepatan putaran spindel tertentu. Perhitungan kecepatan pemotongan tidak hanya berlaku untuk proses pemotongan pada mesin otomatis, tetapi juga pada mesin yang dioperasikan secara manual kecepatan potong juga harus diperhitungkan. Jadi perhitungan kecepatan spindel juga harus diperhitungkan selama terjadi mekanisme pemotongan material tertentu dengan gerakan memutar. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan potong merupakan parameter yang perlu diperhatikan saat melakukan permesinan. Saat ini, rekomendasi kecepatan potong diberikan sebagai seperangkat nilai tetap dari produsen material atau pemasok. Namun, rekomendasi ini hanya tersedia untuk material yang paling umum. Meskipun banyak penelitian telah dilakukan untuk mencari nilai optimal, hal ini belum banyak diterapkan karena proses pembuatannya tidak dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi mesin yang digunakan [8].

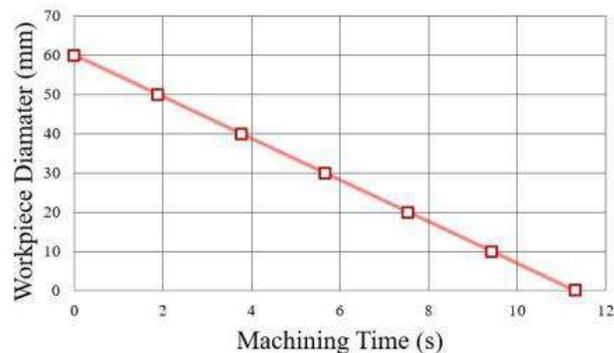
Pengaturan kecepatan pemotongan juga dapat dilihat dari pengukuran getaran yang dihasilkan dari gaya pemotongan. Kecepatan pemotongan yang sempurna akan menghasilkan getaran yang baik sehingga proses pemotongan akan berlangsung dengan cepat dan akan menghasilkan produk dengan kekasaran permukaan kecil. Royandi et al. [8] melakukan penelitian pengukuran pemotongan benda kerja

melalui proses simulasi dimana menggunakan CNC dengan perbandingan kode kerja G96 dan G97, sehingga didapatkan hasil pemotongan dengan program kerja G96 mengalami getaran lebih minim dibandingkan dengan G97 dan proses simulasi G96 lebih singkat dibandingkan dengan G97.



Gambar I-1 Perbedaan gaya potong antara G96 dan G97 [8]

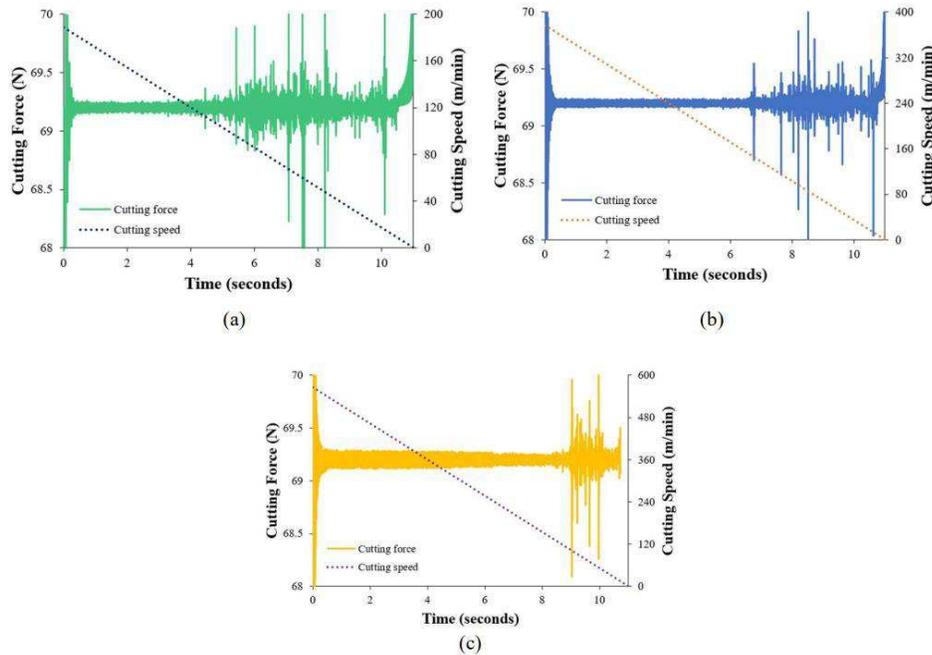
Pada penelitian yang dilakukan Royandi et al. [8] menjelaskan bahwa hal yang tidak diinginkan selama proses permesinan dapat dipengaruhi terhadap beberapa parameter proses permesinan.



Gambar I-2 Asumsi Diameter Benda Kerja [8]

Hasil simulasi terlihat pada Gambar I-3 Grafik tersebut menggambarkan gaya potong yang sesuai dengan pengaturan simulasi sebelumnya. Sumbu horizontal merepresentasikan waktu (dalam detik), sementara sumbu vertikal menunjukkan gaya potong (dalam Newton). Simulasi dilakukan dengan tiga kecepatan spindle yang berbeda, yaitu 1000 hingga 3000 radian per menit dengan kenaikan 1000 rad/menit. Tujuannya adalah untuk mengamati dampak kecepatan spindle pada

pemotongan ortogonal. Tiga perilaku dapat dilihat dalam gambar tersebut: pertama, gaya potong awal yang tiba-tiba muncul dengan nilai tinggi; kedua, gaya potong yang kemudian stabil; dan ketiga, gaya potong yang menunjukkan perilaku tak diinginkan pada waktu tertentu. Fenomena ini dapat digunakan untuk merekomendasikan kecepatan potong yang optimal.

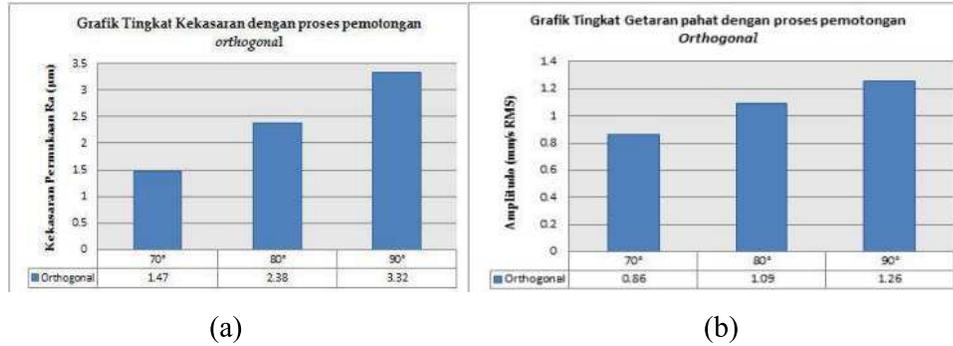


Gambar I-3 Hasil Simulasi untuk Material AISI 1045

(a) 1000 rpm, (b) 2000 rpm, (c) 3000 rpm [8]

Pada gambar 1-3 dapat disimpulkan bahwa perilaku permesinan yang tidak diinginkan terjadi seiring dengan berkurangnya diameter benda kerja/spesimen dengan menggunakan kecepatan spindle yang konstan. Lebih jauh lagi, nilai pemotongan yang disarankan dapat ditetapkan di luar rentang kecepatan pemotongan yang tidak diinginkan tersebut. Untuk material AISI 1045, nilai kecepatan pemotongan yang disarankan adalah 130–190 m/menit, 130–375 m/menit, dan 120–565 m/menit, untuk setiap pengaturan kecepatan spindle.

Pada penelitian yang dilakukan Erwin Dedi Saputra [9] dapat disimpulkan bahwa dalam poses pemotongan ortogonal, tingkat kekasaran permukaan berbanding lurus dengan besar getaran.



Gambar I-4 Gambar hasil proses pemotongan ortogonal

(a) Grafik tingkat kekasaran proses pemotongan ortogonal.

(b) grafik tingkat getaran pahat dengan proses pemotongan ortogonal. [9]

Dari kesimpulan permasalahan yang telah dibahas, salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan di atas yaitu dengan alat bantu merekomendasi *cutting speed* untuk material tertentu yang katalognya belum tersedia untuk khalayak umum. Dalam perancangan Tugas Akhir, penulis akan merancang mesin uji yang merferensi kepada konstruksi mesin bubut yang mampu memotong material pada arah ortogonal untuk mengukur *cutting speed* pada material tertentu. Rancangan yang dihasilkan nantinya dapat dipergunakan untuk referensi bagi pelaku industri manufaktur dalam memproduksi mesin ini secara permanen. Rancangan ini juga nantinya dapat dijadikan sebagai bahan edukasi bagi pelajar dengan menggunakan mesin uji kecepatan pemotongan/*cutting speed* sebagai media inovasi untuk dikembangkan dan nantinya dapat diproduksi.

## I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, perumusan masalah yang akan dibahas antara lain :

1. Bagaimana rancangan konstruksi alat uji kecepatan potong material berbasis tingkah laku getaran pada pemotongan silinder arah ortogonal?
2. Bagaimana analisis perhitungan yang dilakukan pada perancangan alat uji kecepatan potong material berbasis tingkah laku getaran pada pemotongan silinder arah ortogonal?

3. Bagaimana proses analisis menggunakan proses analisis digital menggunakan *software* CAE?

### **I.3 Batasan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. Penelitian ini hanya menghasilkan rancangan dan hasil analisis alat bantu perkomendasi kecepatan pemotongan.
2. Material yang digunakan merupakan material logam.

### **I.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menjadi salah satu syarat untuk melanjutkan proses Tugas Akhir Diploma 4 Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur.
2. Menghasilkan rancangan alat bantu perkomendasi kecepatan pemotongan untuk material tertentu.
3. Menghasilkan dokumen teknik berupa gambar teknik.
4. Melakukan perhitungan dan analisis kekuatan konstruksi mesin uji kecepatan potong.

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai salah satu jawaban dari permasalahan yang dialami para pelaku industri manufaktur.
2. Sebagai referensi bagi pihak-pihak yang akan melakukan penelitian lanjutan dari penelitian yang telah dilakukan di masa yang akan datang.

### **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil analisis dan perhitungan terhadap pemilihan komponen-komponen penunjang fungsi, kontrol terhadap kekuatan bahan, dan kontrol terhadap komponen elemen mesin.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari tujuan yang dicapai, serta saran-saran