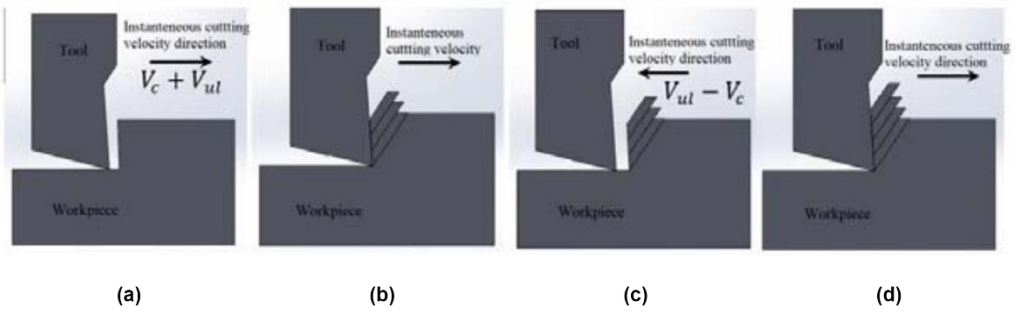
BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tantangan industri modern berfokus pada pencapaian kualitas yang tinggi dalam hal akurasi dimensi, permukaan akhir, tingkat produksi yang tinggi, umur pada alat pemotongan, dan meningkatkan kinerja produk. Dari berbagai teknik permesinan yang ada, *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT) muncul sebagai teknik untuk mengatasi tantangan terkait pemesinan, terutama ketika bekerja dengan material yang sulit dipotong (Afiff dkk., 2017).

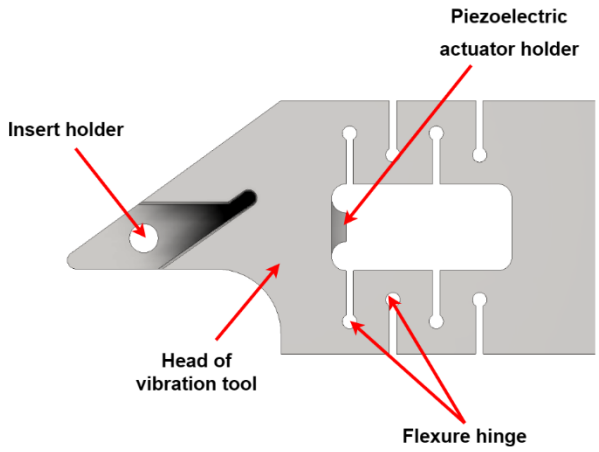
Ultrasonic Vibration Assisted Turning (UVAT) pada industri manufaktur merupakan teknik pemotongan benda kerja dengan memanfaatkan getaran pahat yang dihasilkan oleh *piezoelectric*. Mekanisme pemotongan pada UVAT dilakukan dengan *intermittent cutting mechanism* yaitu adanya gerakan pemisahan antara permukaan penggaruk alat pemotong (mata pahat) dengan material yang belum dipotong. Lalu, dengan adanya mekanisme UVAT membuat terjadiya pengurangan pada *cutting force* dan cu*tting temperature* (Brehl & Dow, 2008).



Gambar I.1 Ilustrasi pemotongan teknik Ultrasonic Vibration Assisted Turning (UVAT) (a) *cutting tool* mendekati *workpiece*, (b) posisi pemakanan awal, (c) posisi intermiten dan (d) melanjutkan pemakanan

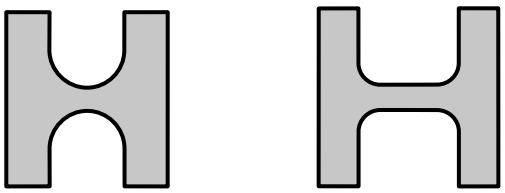
Intermittent cutting mechanism yang digunakan dalam mekanisme UVAT diakibatkan oleh getaran yang berasal dari modul vibrator ataupun *piezoelectric* sehingga munculnya gerakan pemisahan yang dapat memengaruhi gaya yang bekerja pada mata pahat. *Piezoelectric* ditujukan untuk menghasilkan gerakan presisi dengan gaya yang konsisten dan dapat menghasilkan getaran berfrekuensi tinggi (Mohith dkk, 2021). Dengan adanya *piezoelectric* tetap tidak cukup untuk

menghasilkan deformasi yang lebih baik sehingga adanya desain yang disebut *flexure hinge* yang digunakan untuk membantu meningkatkan getaran yang dihasilkan oleh *piezoelectric*.



Gambar I.2 Komponen pada *vibration tool* yang sedang dikaji

Vibration tool dengan mekanisme UVAT memanfaatkan desain *flexure hinge* untuk membantu dalam menghantarkan getaran yang dihasilkan oleh *piezoelectric* menuju *tool insert.* Ditemukan bahwa rentang perpindahan getaran yang terkait dengan aktuator piezo relatif kecil. Karena perpindahan getaran yang relatif kecil dan output gaya tinggi, *piezoelectric* diletakkan bersamaan dengan *flexure hinge* untuk memaksimalkan deformasi yang dihasilkan oleh *piezoelectric* (Rachmat dkk., 2017).

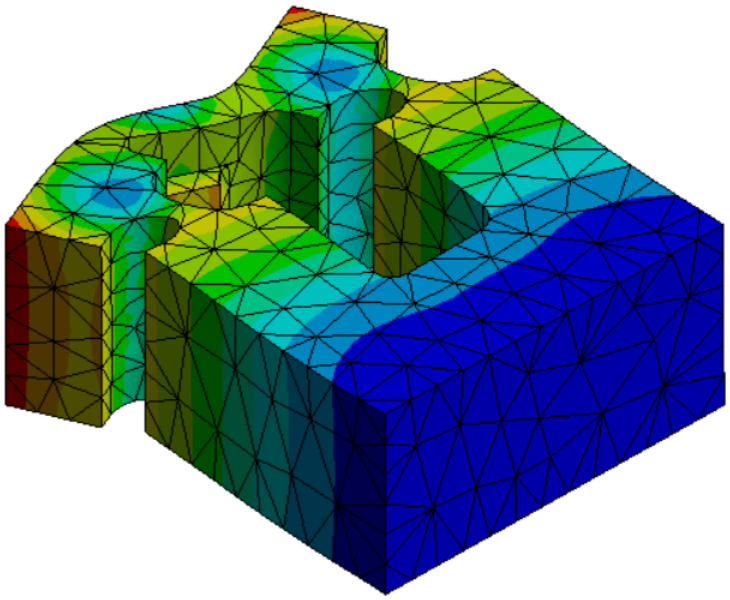


(a) (b)

Gambar I.3 Tipe *Flexure Hinge*, (a) Symmetric *Notch Hinge*, (b) Symmetric *Leaf Spring Hinge*

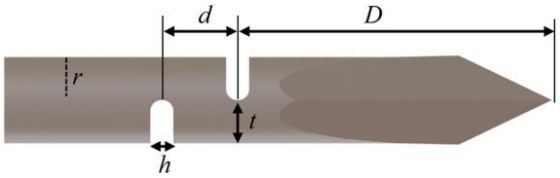
Flexure hinge merupakan bagian dinding tipis antara dua bagian kaku yang berdekatan melalui bentuk pelenturan atau pembengkokan (Ying dkk., 2020). Tipe *flexure hinge* yang umum digunakan adalah *symmetric notch hinge* dan *symmetric*

leaf hinge. *Symmetric notch hinge (a)* memiliki celah dengan bentuk lengkungan setengah lingkaran, berbeda dengan *symmetric leaf spring hinge (b)* memiliki celah yang bersifat tegak lurus dan berbetuk siku-siku. *Symmetric notch hinge* memiliki kekuatan yang lebih baik, akurasi yang lebih baik, dan deformasi yang lebih terpusat jika dibandingkan dengan deformasi pada *symmetric leaf spring hinge* yang lebih tersebar pada *vibration tool* (Wu dkk., 2018).



Gambar I.4 Pemanfaatan *symmetric notch hinge* pada vibration tool

S*ymmetric notch hinge* memiliki sejumlah keunggulan tetapi dengan luas penampang yang kecil pada satu bagian dapat memengaruhi deformasi dan *stress* yang dihasilkan. Luas penampang yang kecil dapat menghasilkan *stress* yang terkonsentrasi pada satu bagian sehingga lebih mudah mengalami peregangan dan lebih mudah mengalami kerusakan struktural, namun regangan yang dihasilkan cenderung bergerak menuju ke arah kanan dan kiri. Oleh karena itu dibutuhkan luas penampang yang besar agar dapat menghasilkan *stress* yang lebih tersebar dan memiliki sifat regangan yang cenderung bergerak menuju ke arah depan agar deformasi lebih terfokus kearah depan dan tidak mudah mengalami kerusakan struktural. Luas penampang yang lebih besar dan sifat regangan yang cenderung bergerak ke arah depan dapat dihasilkan dengan desain *asymmetric notch hinge.*



Gambar I.5 Parameter desain *Asymmetric Notch Hinge*

Parameter desain pada *Asymmetric Notch Hinge* yaitu tebal hinge (t), radius hinge (h), dan jarak antar hinge (d). Berdasarkan kajian seperti (Long dkk., 2013) dan (Brehl & Dow, 2008) belum adanya pembahasan mengenai penggunaan *asymmetric notch hinge* pada *vibration tool,* tidak adanya pembahasan parameter desain dengan tujuan untuk menghasilkan deformasi yang maksimal dan *stress* yang minimum sehingga kajian mengenai optimisasi parameter desain *Asymmetric Notch Hinge* dengan metode elemen hingga layak dilakukan guna menghasilkan desain yang optimal dalam memaksimalkan deformasi (*w*) serta meminimalkan *stress* (σ) untuk diterapkan pada permesinan UVAT.

Metode elemen hingga digunakan untuk melakukan kajian tersebut dengan tujuan memperoleh data dengan bantuan software Ansys Workbench untuk melakukan simulasi getaran dari *piezoelectric*. Dengan variasi parameter desain, Metode *Full Factorial* digunakan untuk menentukan kombinasi parameter desain untuk model yang disimulasikan dengan metode elemen hingga. Model yang optimal dapat ditentukan dengan metode *grey relational analysis* yang menggunakan respons yaitu memaksimalkan deformasi (*larger the better*) dan meminimalkan *stress* (*smaller the better*).

I.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disajikan, maka perumusan masalah pada kajian yang dilakukan yaitu bagaimana optimisasi parameter desain *Asymmetric Notch Hinge* untuk penggunaan pada *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT) dengan metode elemen hingga untuk menghasilkan nilai deformasi maksimum dan *stress* minimum?

I.3 Tujuan Kajian

Untuk perumusan masalah pada kajian bertujuan untuk mengetahui optimisasi parameter desain *asymmetric notch hinge* untuk penggunaan pada *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT) dengan metode elemen hingga.

I.4 Manfaat Kajian

Berdasarkan tujuan kajian yang telah dijelaskan berikut merupakan manfaat jika tugas akhir ini dilakukan.

1. Bagi mahasiswa, tugas akhir ini dapat menjadi referensi untuk melakukan pengamatan selanjutnya terkait dengan optimisasi parameter desain *aymmetric notch hinge* pada *Ultrasonic Vibration Assisted Turning* (UVAT) dengan metode elemen hingga.
2. Menghasilkan referensi karakteristik *Vibration Tool* dengan desain flexure hinge yaitu *asymmetric notch hinge* dengan metode elemen hingga.

I.5 Sistematika Penulisan

Tugas akhir terdiri dari beberapa bagian yang masing-masing memuat deskripsi dan penjelasan tentang aktivitas yang telah dilakukan selama studi berlangsung. Setiap bagian ditulis dengan cara yang terperinci sesuai dengan judul yang diberikan agar pembahasan masalah yang diangkat dapat diuraikan secara spesifik.

BAB I PENDAHULUAN

Latar belakang permasalahan dari pemanfaatan desain *asymmetric notch hinge* untuk aplikasi pada proses permesinan UVAT dibahas pada bab ini. Sehingga dapat diketahui permasalahan, perumusan masalah, tujuan kajian, manfaat kajian dan sistematika penulisan yang akan dikaji.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II membahas mengenai studi literatur dan dasar teori pendukung dari masalah yang dikaji. Tujuan dari bab ini yaitu memahami dasar dari kajian yang dilakukan agar dapat melakukan optimisasi parameter desain *asymmetric notch hinge* untuk penggunaan pada *Ultrasonic Vibration Assisted Turning (UVAT)* serta alasan

pemilihan *Full Factorial* sebagai metode dalam melakukan eksperimen dan metode elemen hingga untuk memperoleh data dan *Grey Relational Analysis* untuk menentukan model yang optimal.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Sistematika dalam melakukan kajian untuk menyelesaikan masalah serta identifikasi sistem terintegrasi dibahas pada bab ini. Menentukan batasan dan asumsi kajian yang akan menjadi batas pada permasalahan serta identifikasi komponen sistem integral untuk mengetahui elemen yang ada pada sistem.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Kajian yang sudah dibahas sebelumnya dilakukan pengambilan data berdasarkan dengan metode yang telah ditentukan dan dilakukan pengolahan data dengan mengidentifikasi perubahan yang terjadi pada setiap parameter dengan *Design of Experiment* dan *Grey Relational Analysis*.

BAB V ANALISIS

Hasil pengolahan data sebelumnya akan dilakukan analisis pengaruh dari parameter desain *asymmetric notch hinge* pada *vibration tool* dengan mengamati perubahan data yang dihasilkan. Pada bab ini juga diambil kesimpulan parameter yang optimal untuk diterapkan pada proses permesinan UVAT.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab VI berisi hasil analisis yang didapatkan pada bab sebelumnya untuk dibuat menjadi kesimpulan yang diharapkan dapat menjawab dari perumusan masalah yang telah ditentukan sebelumnya. Pada bab ini juga diberikan saran agar kajian selanjutnya dapat lebih baik.