

## **Pengaruh Kedalaman Potong dan Laju Pemakanan Terhadap Gaya Potong Pada Pemesinan Bubut Inconel 718**

**Gusri Akhyar Ibrahim<sup>1\*</sup>, Arinal Hamni<sup>2</sup>, Achmad Yahya<sup>3</sup>, Bayu Frans Wijaya<sup>4</sup>, Hendra<sup>5</sup>, Yovial Mahyudin<sup>6</sup>**

<sup>1234</sup> Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No 1, Bandara Lampung

<sup>5</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten

<sup>6</sup> Jurusan Teknik Mesin Universitas Bung Hatta, Padang

\*E-mail: [gusri.akhyar@eng.unila.ac.id](mailto:gusri.akhyar@eng.unila.ac.id)

### **Abstrak**

Inconel 718 merupakan bahan paduan berbasis nikel yang dapat bertahan pada suhu yang tinggi, baik ketahanan terhadap oksidasi yang tinggi ataupun ketahanan korosi pada suhu yang tinggi. Maka, inconel 718 dapat dijadikan bahan paduan yang ideal untuk aplikasi bidang industri seperti komponen mesin pesawat terbang, sektor otomotif dan kendaraan ruang angkasa. Karena memiliki karakteristik yang ekstrim, material inconel 718 dianggap sebagai material yang sulit dipemesinakan. termasuk dalam pemesinan bubut. Pada pemesinan bubut inconel 718, umur pakai pahat lebih potong cepat mengalami keausan dibandingkan dengan material baja karena panas yang berlebih di wilayah pemotongan. Panas yang timbul disebabkan oleh gesekan antara pahat dan benda kerja, sehingga berdampak terhadap gaya potong. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh faktor kedalaman potong dan kadar pemakanan terhadap gaya potong yang terjadi selama proses pemesinan berlangsung dengan variasi beberapa parameter pemesinan. Gaya potong yang terjadi menjadi penting untuk diketahui agar mendapatkan hasil yang optimal bila melakukan pemesinan menggunakan material inconel 718. Besar kecilnya gaya potong dipengaruhi oleh parameter pemotongan seperti kecepatan potong, laju pemakanan, kedalaman potong dan geometri pahat potong. Untuk mengetahui besaran gaya pada proses pembubutan inconel 718 digunakan alat ukur gaya potong yaitu strain gauge yang dipasang di pemegang pahat karbida. Pada penelitian ini parameter pemotongan yang dipilih adalah kecepatan potong 340 rpm dan 640 rpm, laju pemakanan 0.5, 1 dan 1.5 mm/rev dan kedalaman potong sebesar 0.5, 0.75 dan 1 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya potong lebih rendah pada kecepatan spindle 640 rpm daripada kecepatan spindle 340 rpm. Meningkatnya laju pemakanan dari 0.5 hingga ke 1.5 mm/rev mengakibatkan gaya pemotongan yang dihasilkan semakin besar. Demikian juga bila semakin besar nilai kedalaman potong maka semakin besar juga nilai gaya potong yang dihasilkan. Oleh karena itu, baik kedalaman potong ataupun kadar pemakanan memberikan kontribusi yang nyata terhadap gaya potong yang dihasilkan selama proses pemesinan berlangsung.

**Kata kunci:** Inconel 718, kedalaman potong, pemakanan, Gaya Potong

### **1. Pendahuluan**

Material jenis inconel 718 merupakan salah satu bahan paduan berbasis nikel yang tahan bila bekerja pada lingkungan suhu tinggi. Inconel 718 memiliki sifat yang unggul antaranya adalah kemampuan untuk mempertahankan ketahanan korosi pada suhu yang tinggi, ketahanan oksidasi yang tinggi dan dapat mempertahankan kekuatan mekanik yang tinggi. Dengan kondisi tersebut, inconel 718 dapat digunakan sebagai bahan paduan ideal untuk aplikasi di bidang industri seperti

komponen pesawat terbang, kendaraan luar angkasa dan sektor otomotif [1,2,3]. Namun dengan berbagai kelebihan tersebut inconel 718 juga tidak luput dari memiliki beberapa kelemahan, seperti mudah bereaksi dengan pahat potong, dapat menyebabkan panas yang tidak dapat menyebar atau dapat mengakibatkan panas berlebih pada area pemotongan. Dengan demikian sifat yang demikian akan merusak kualitas permukaan bahan benda kerja setelah dilakukan proses pemesinan. Dari sifat-sifat tersebut, kemudian inconel 718 dinyatakan sebagai material yang sulit

untuk di pemesinan (difficult to cut material) [4].

Pada proses pemesinan inconel 718 dengan menggunakan mesin bubut, umur pahat cenderung lebih pendek karena pahat cepat mengalami keausan. Hal ini dikarenakan oleh adanya gaya yang timbul akibat proses pemotongan antara benda kerja dan pahat. Bahkan ini dipengaruhi oleh banyak faktor seperti parameter pemotongan laju pemakanan, kedalaman potong dan kecepatan putar spindel. Pada penelitian oleh Thakur et al. [5] tentang pengaruh parameter pemotongan kecepatan tinggi terhadap gaya potong pada material inconel 718 dengan pemesinan bubut pada kondisi pemesinan tanpa cairan pendingin. Gaya potong diukur menggunakan alat ukur gaya potong berupa kistler piezoelectric dynamometer. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan pada kecepatan potong meningkat dengan laju pemakanan rendah dan kedalaman potong yang konstan (0,5 mm) maka gaya potong akan berkurang. Namun, jika kecepatan potong yang rendah dan laju pemakanan yang tinggi maka gaya potong akan lebih tinggi karena koefisien gesek yang lebih tinggi antara pahat dan benda kerja. Jadi gaya potong dan gaya makan dapat menentukan machinability dari material inconel 718.

Penelitian lain yang terkait dengan pemesinan bubut inconel 718 adalah yang dilakukan oleh Pawade et al. [6] tentang investigasi gaya potong dan kerusakan permukaan inconel 718 menggunakan pemesinan bubut CNC dengan kondisi pemesinan kering. Pada penelitian tersebut gaya potong diukur menggunakan kistler type piezoelectric dynamometer. Jenis pahat potong yang digunakan adalah CBN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis statistik dan hasil eksperimen menemukan bahwa parameter yang berkontribusi terhadap volume dan tingkat akumulasi dari bahan pemotongan tepi yaitu kedalaman potong dan kecepatan

makan memiliki pengaruh signifikan terhadap besarnya gaya potong.

Penjelasan pada penelitian sebelumnya mengenai penyelidikan material inconel 718 yang dianggap sebagai material yang sulit untuk di pemesinan. Salah satu faktor utama adanya gaya pemotongan saat proses pembubutan yang membuat pahat lebih cepat mengalami keausan. Untuk mengetahui gaya yang terjadi selama proses pembubutan pada penelitian ini menggunakan alat ukur yang dibuat oleh penelitian sebelumnya Sutrisno [7] tentang pengujian alat ukur gaya potong pemesinan bubut menggunakan sensor strain gauge.

Uraian-uraian tentang penelitian terdahulu di atas menjadikan acuan dalam membahas dan mengkaji tentang pengaruh kedalaman potong dan laju pemakanan terhadap gaya potong pada pemesinan bubut menggunakan material inconel 718. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh parameter kedalaman potong dan laju pemakanan terhadap gaya potong yang terjadi selama proses pemotongan berlangsung pada beberapa kondisi parameter pemotongan.

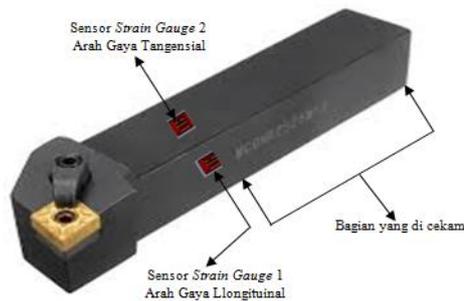
## 2. Metodologi

Penelitian dilakukan menggunakan mesin bubut konvensional (Gambar 1) dengan mata pahat jenis karbida. Alat ukur gaya potong berupa sensor *strain gauge*, yang mana dipasang pada bagian holder pahat (Gambar 2), sementara itu material yang digunakan adalah jenis inconel 718 (Gambar 3). Penelitian dilakukan guna untuk menganalisa seberapa besar pengaruh parameter pemotongan terhadap gaya potong yang dihasilkan. Material inconel 718 bersifat ulet dan keras, sehingga beberapa variasi parameter dipilih untuk mendapatkan nilai bacaan alat ukur sensor *strain gauge*. Parameter pemesinan yang akan dilakukan adalah kecepatan spindel sebesar 340 rpm dan 640 rpm, kedalaman potong sebesar 0.5,

0.75 dan 1 mm, dan laju pemakanan sebesar 0.5, 1 dan 1.5 mm/rev.



**Gambar 1.** Mesin bubut yang digunakan pada penelitian ini mesin bubut konvensional



**Gambar 2.** Pahat karbida dan pemegang pahat yang digunakan telah terpasang sensor *strain gauge*.



**Gambar 3.** Material paduan nikel, inconel 718 yang digunakan pada penelitian ini

Untuk mendapatkan nilai ukuran yang dapat diterima, maka sebelum dilakukan pengukuran dan pengambilan data dilaksanakan kalibrasi alat sensor. Selanjutnya pengukuran gaya potong

dilakukan untuk setiap variasi pemotongan berdasar level kedalaman potong dan kadar pemakanan. Rumus yang dipakai untuk mendapatkan nilai gaya pemotongan dengan menggunakan rumus persamaan berikut ini :

$$\frac{(n-n_0) \times N}{n_1 - n_0} = \frac{(n-n_0) \times N}{n_{selisih}} \quad (1)$$

Dimana :

$n$  = nilai keluaran sensor hasil pembubutan

$n_0$  = nilai keluaran sensor tanpa beban

$n_1$  = nilai keluaran saat diberi beban

$N$  = berat beban ( $\text{kg.m/s}^2$ )

$n_{selisih} = n_1 - n_0$

**Tabel 1.** Faktor dan level yang digunakan dalam percobaan.

| Faktor                  | Level |      |     |
|-------------------------|-------|------|-----|
|                         | 1     | 2    | 3   |
| Kecepatan Spindel (rpm) | 340   | 640  |     |
| Kedalaman potong (mm)   | 0.5   | 0.75 | 1   |
| Laju pemakanan (mm/rev) | 0.5   | 1    | 1.5 |

Setelah mendapatkan data pada hasil penelitian maka selanjutnya akan dilakukan analisa guna untuk mendapatkan besar gaya potong pada kondisi pemotongan yang berbeda-beda. Analisa yang dilakukan yaitu menentukan pengaruh parameter pemotongan yang telah dimasukkan ke dalam tabel karakterisasi tiap faktor terhadap nilai gaya potong hasil keluaran dari sensor *strain gauge* 1 dan sensor *strain gauge* 2. Dimana pada sensor *strain gauge* 1 menyatakan bahwa gaya longitudinal atau gaya yang dihasilkan pada arah laju pemakanan dan sensor *strain gauge* 2 menyatakan gaya tangensial atau gaya yang dihasilkan pada arah kedalaman potong. Nantinya, dari kedua gaya yang bekerja tersebut akan membentuk resultan gaya. Resultan gaya

ini yang memberikan gambaran terhadap besaran vektor (yang memiliki besar dan arahnya) gaya pemotongan. Sedangkan untuk mencari besaran resultan gaya dapat dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut ini:

$$FR = \sqrt{(Fx)^2 + (Fy)^2 + (Fz)^2} \quad (2).$$

### 3. Hasil dan pembahasan

Pada penelitian ini pengujian dilakukan sebanyak 18 kali untuk masing-masing kondisi pemotongan dengan variasi kedalaman potong dan kadar pemakanan. Hasil pengukuran dan perhitungan gaya potong di tampilkan untuk masing-masing keadaan Berikut ini adalah data dari berbagai variasi parameter pemotongan yang didapatkan dari hasil data pengujian sebagai berikut:

**Table 2.** Data gaya potong longitudinal dan tangensial hasil pengujian.

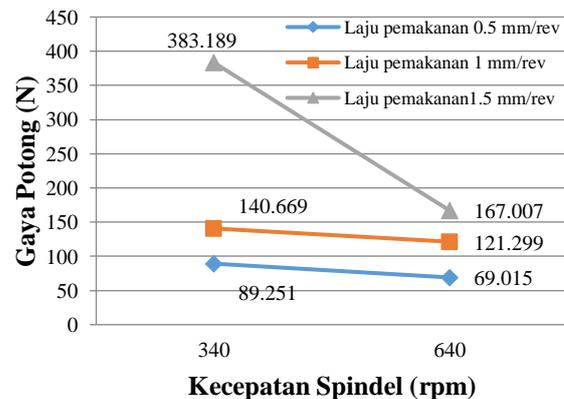
| Gaya Longitudinal (N) | Gaya Tangensial (N) |
|-----------------------|---------------------|
| 82,440                | 31,726              |
| 86,574                | 39,955              |
| 98,740                | 49,646              |
| 115,630               | 50,575              |
| 131,456               | 65,177              |
| 174,921               | 73,540              |
| 336,732               | 138,053             |
| 382,205               | 146,947             |
| 430,630               | 166,062             |
| 58,937                | 11,814              |
| 61,181                | 17,256              |
| 86,929                | 31,725              |
| 95,315                | 37,832              |
| 124,133               | 56,416              |
| 144,449               | 57,079              |
| 146,929               | 57,610              |
| 161,811               | 60,265              |
| 192,283               | 72,212              |

Tabel 2 menunjukkan data keluaran sensor *strain gauge* 1 dan sensor *strain gauge* 2 yang telah diubah menjadi data

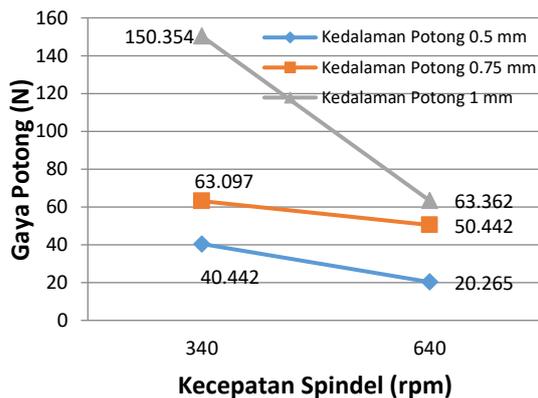
satuan gaya potong (N). Data yang telah diperoleh kemudian dibuat dalam bentuk grafik untuk melihat nilai gaya longitudinal dan gaya tangensial terhadap beberapa variasi parameter pemotongan pada mesin bubut. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa gaya potong longitudinal lebih besar dibandingkan dengan gaya potong tangensial. Gaya potong longitudinal searah dengan pergerakan gerak makan sementara itu gaya potong tangensial sangat kuat hubungannya dengan kedalaman potong. Gaya potong longitudinal yang paling besar adalah sebesar 430.63 N sedangkan untuk gaya potong tangensial yang terbesar adalah 166.062 N. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa gaya potong longitudinal yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan gaya potong tangensial. Pada pemotongan Inconel yang bersifat keras dan ulet, gaya yang diperlukan untuk mengeser butiran lebih besar, sehingga diperlukan gaya yang lebih besar juga. Berikut ini adalah data yang disajikan dalam bentuk grafik:

#### 3.1. Pengaruh Kecepatan Spindel Terhadap Gaya Potong

Pengaruh parameter kecepatan spindel terhadap gaya potong yang dihasilkan selama proses pemesinan material Inconel 718 dalam keadaan keriang, sebagaimana disajikan pada Gambar 4 dan 5 sebagai berikut ini :



**Gambar 4.** Grafik pengaruh kecepatan putar spindel terhadap gaya potong (Gaya Longitudinal).



**Gambar 5.** Grafik Pengaruh Kecepatan Spindel Terhadap Gaya Potong (Tangensial).

Gambar 4 dan 5 menunjukkan variasi besaran gaya longitudinal dan tangensial dengan perubahan kecepatan spindel. Pada Gambar 4 tampak bahwa pada garis hijau menunjukkan perubahan nilai gaya potong pada keadaan laju pemakanan 1.5 mm/rev, dimana terjadi lonjakan yang berbeda dari garis biru dan merah. Begitu juga pada Gambar 5 bahwa pada garis warna hijau menunjukkan perubahan nilai gaya potong pada kedalaman potong 1 mm terjadi lonjakan yang berbeda dari garis biru dan merah. Kemiringan garis pada laju pemakanan 1.5 mm jauh lebih besar dibandingkan dengan keadaan gaya potong pada kadar pemakan yang kecil. Ini menunjukkan bahwa laju pemakanan memiliki peran dan kontribusi yang besar terhadap besarnya gaya potong yang dihasilkan.

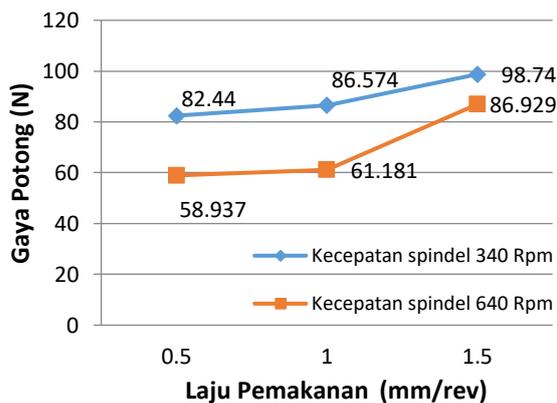
Secara umum nilai gaya potong yang dihasilkan meningkat ketika kecepatan potong rendah dan dengan penambahan kedalaman potong ataupun laju pemakanan yang besar. Baik kedalaman potong ataupun laju pemakanan memberikan pengaruh yang besar terhadap gaya potong yang dihasilkan. Bahkan kontribusi yang lebih besar terlihat pada saat memotong pada kecepatan potong yang rendah. Menurut Thakur et al., [5] mengatakan peningkatan gaya pemotongan disebabkan karena koefisien gesek yang lebih tinggi

antara pahat dan benda kerja yang akan mengakibatkan deformasi pada ujung pahat yang akan mengakibatkan keausan pahat lebih cepat. Perubahan struktur fisik bahan diawali dengan perubahan struktur yang dipengaruhi oleh peningkatan suhu potong. Pada kecepatan potong yang lebih tinggi, suhu yang dibangkitkan lebih besar sehingga proses pemotongan lebih mudah dilakukan.

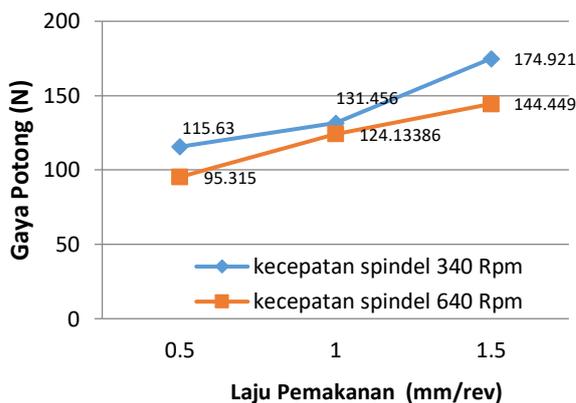
Sedangkan pada saat kecepatan spindel ditingkatkan hingga menjadi sebesar 640 rpm, laju pemakanan dan kedalaman potong yang ditetapkan masing-masing pada 0.5 dan 1 mm/rev dan 0.5 dan 1 mm. Pada kondisi tersebut, besarnya nilai kedua gaya potong menurun, baik untuk gaya potong longitudinal ataupun tangensial. Menurut Mishra et al., [8] mengatakan bahwa pada hal ini terjadi karena dengan meningkatnya kecepatan spindel, suhu di zona pemotongan naik yang mengarah ke pelunakan termal benda kerja. Maka gaya lebih rendah yang diperlukan untuk memotong di zona deformasi. Perubahan keadaan struktur bahan (yang sudah terdeformasi) lebih mudah dipotong dibandingkan dengan material yang masih ulit.

### 1.1 Pengaruh Laju Pemakanan Terhadap Gaya Potong

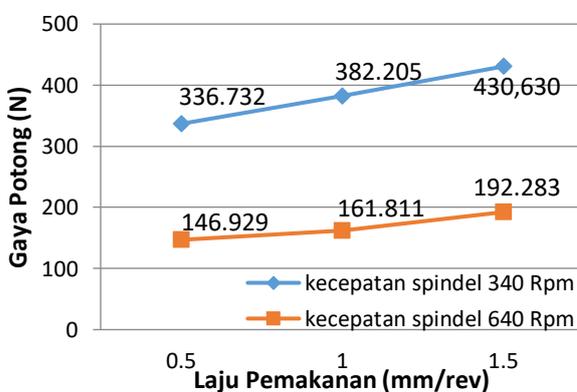
Data pengukuran pengaruh laju pemakanan terhadap gaya longitudinal diubah dalam bentuk grafik guna untuk memudahkan dalam analisa dan memahami pengaruh masing-masing faktor. Secara detail dan terperinci data disajikan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6, 7 dan 8.



**Gambar 6.** Grafik pengaruh laju pemakanan terhadap gaya longitudinal pada kedalaman potong 0.5 mm.



**Gambar 7.** Grafik pengaruh laju pemakanan terhadap gaya longitudinal pada kedalaman potong 0.75 mm.



**Gambar 8.** Grafik pengaruh laju pemakanan terhadap gaya longitudinal pada kedalaman potong 0.75 mm.

Gambar 6, 7 dan 8 menjelaskan pengaruh variasi laju pemakanan terhadap besarnya gaya longitudinal. Gaya potong

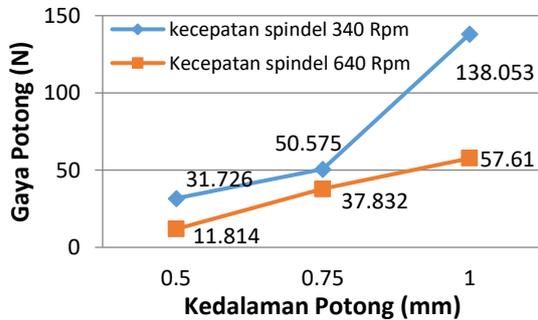
akibat gaya longitudinal atau gaya yang dihasilkan pada arah laju pemakanan meningkat seiring penambahan laju pemakanan dengan kondisi kecepatan spindel dan kedalaman potong yang sama. Pada ketiga grafik di atas gaya potong terjadi peningkatan yang tajam, dimana yang paling besar antara laju pemakanan 1 mm/rev hingga ke 1.5 mm/rev. Sedangkan semua nilai gaya yang paling rendah terjadi pada laju pemakanan 0.5 mm/rev. Hal di atas membuktikan bahwa laju pemakanan mempengaruhi gaya potong. Apabila laju pemakanan dan kedalaman potong semakin besar maka gaya potong longitudinal juga semakin besar. Sehingga besarnya laju pemakanan merupakan faktor yang mempengaruhi besarnya gaya pemotongan diantara semua parameter diikuti oleh kedalaman potong.

Sebagaimana yang disebutkan dalam teori, bahwa gaya potong akan meningkat dengan mempercepat laju pemakanan. Menurut Thakur et al., [5] mengatakan bahwa laju pemakanan yang rendah akan menurunkan gaya pemotongan dikarenakan terjadinya penurunan gaya gesek pada pahat dan benda kerja lebih kecil. Hal ini menyebabkan terjadinya deformasi pada ujung pahat sehingga akan menurun dan memperlambat keausan pada pahat potong. Ketika laju pemakanan meningkat dari tingkat pemakanan yang rendah hingga pada tingkat pemakanan yang tinggi akan mengakibatkan gaya pemotongan yang semakin besar [9].

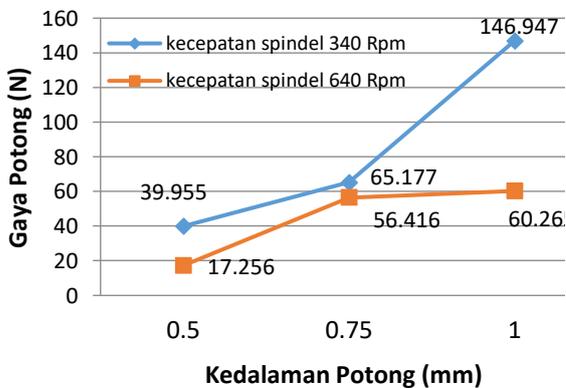
## 1.2 Pengaruh Kedalaman Potong Terhadap Gaya Potong

Gambar 9, 10 dan 11 menunjukkan pengaruh kedalaman potong terhadap gaya tangensial yang terjadi selama proses pemesinan Inconel 718 berlangsung. Pengamatan gaya tangensial dilakukan pada kondisi kecepatan potong yang berbeda yaitu pada kecepatan spindel sebedar 340 rpm dan 640 rpm. Secara umum terlihat bahwa kedalaman potong

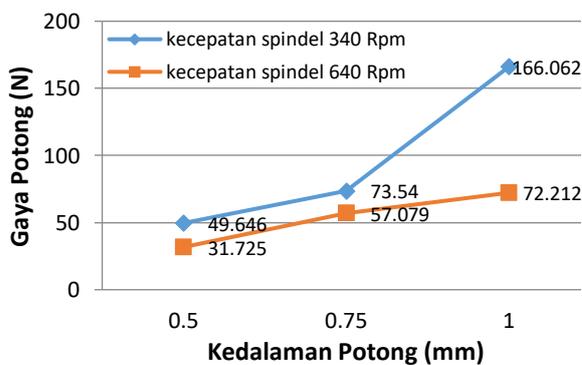
memberikan pengaruh yang nyata terhadap besarnya gaya potong demikian juga dengan kecepatan spindle. Baik kedalaman potong yang semakin besar ataupun kecepatan spindle, kedua-duanya menunjukkan bahwa semakin berpengaruh terhadap gaya potong tangensial.



**Gambar 9.** Grafik pengaruh kedalaman potong terhadap gaya tangensial pada laju pemakanan 0.5 mm/rev.



**Gambar 10.** Grafik pengaruh kedalaman potong terhadap gaya tangensial pada laju pemakanan 1mm/rev.



**Gambar 11.** Grafik pengaruh kedalaman potong terhadap gaya tangensial pada laju pemakanan 1.5 mm/rev.

Gambar 9, 10 dan 11 di atas menjelaskan tentang pengaruh variasi kedalaman potong terhadap besarnya gaya tangensial, dimana perubahan nilai kedalaman potong dan kecepatan spindle dapat meningkatkan gaya potong tangensial. Bagaimanapun dalam kondisi laju pemakanan yang sama ataupun kedalaman potong, gaya potong berubah sesuai dengan level masing-masing faktor. Besarnya gaya potong yang dihasilkan berbanding lurus dengan penambahan kedalaman potong. Jadi semakin naik tingkat kedalaman potong maka gaya yang dihasilkan semakin besar. Hal ini dapat dilihat pada setiap grafik bahwa gaya potong dengan nilai yang terkecil terdapat pada kedalaman potong 0.5 mm. Kemudian jika kedalaman potong ditingkatkan dari 0.5 mm menjadi 1 mm maka terjadi peningkatan nilai gaya potong yang cukup besar. Hal tersebut terjadi karena semakin besar kedalaman potong, maka tebal geram sebelum terpotong akan semakin besar atau bidang kontak antara pahat potong dan benda kerja menjadi lebih besar. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kedalaman potong dapat memberikan pengaruh terhadap gaya potong. Menurut Pawade et al [6] dikatakan bahwa besarnya gaya potong dengan perubahan kedalaman potong yang semakin meningkat maka gaya potong juga akan meningkat. Hal ini dikarenakan pada kedalaman yang lebih besar tingkat pemindahan material yang tinggi, tebal geram sebelum terpotong semakin besar, luas penampang bidang geser juga semakin besar dan menyebabkan gaya potong akan semakin besar.

### 1.3 Resultan Gaya

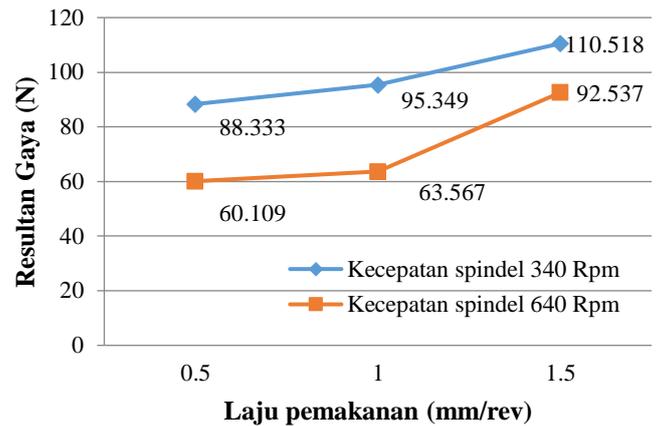
Pengukuran kedua gaya yang bekerja pada proses pemotongan seperti gaya longitudinal atau gaya yang dihasilkan pada arah laju pemakanan. Gaya tangensial atau gaya yang dihasilkan pada arah

kedalaman potong, kedua gaya pemotongan tersebut akan mendapatkan resultan gaya pemotongan pada pemesian bubut. Resultan gaya merupakan penjumlahan gaya-gaya yang bekerja pada suatu benda dengan arah kombinasi antara keduanya. Resultan total dari kedua gaya tersebut ditunjukkan pada Tabel 3.

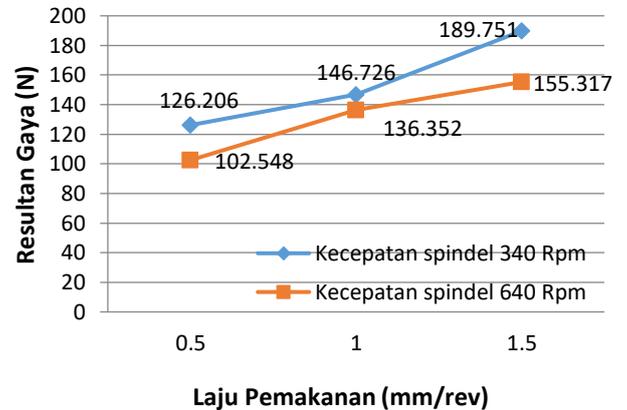
**Table 3.** Data gaya potong longitudinal dan tangensial hasil pengujian.

| Gaya Longitudinal | Gaya Tangensial | Resultan Gaya |
|-------------------|-----------------|---------------|
| 82,440            | 31,726          | 88,333        |
| 86,574            | 39,955          | 95,349        |
| 98,740            | 49,646          | 110,518       |
| 115,630           | 50,575          | 126,206       |
| 131,456           | 65,177          | 146,726       |
| 174,921           | 73,540          | 189,751       |
| 336,732           | 138,053         | 363,932       |
| 382,205           | 146,947         | 409,480       |
| 430,630           | 166,062         | 461,539       |
| 58,937            | 11,814          | 60,109        |
| 61,181            | 17,256          | 63,567        |
| 86,929            | 31,725          | 92,537        |
| 95,315            | 37,832          | 102,548       |
| 124,133           | 56,416          | 136,352       |
| 144,449           | 57,079          | 155,317       |
| 146,929           | 57,610          | 157,819       |
| 161,811           | 60,265          | 172,669       |
| 192,283           | 72,212          | 205,395       |

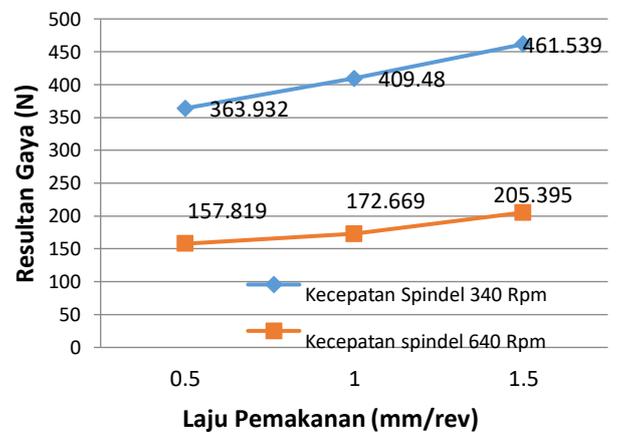
Data hasil perhitungan resultan gaya yang terjadi selama proses pemesian Inconel 718 sebagai akibat dari kedua gaya potong, baik gaya longitudinal ataupun tangensial secara bersama-sama. Dapat terlihat dengan jelas bahwa besarnya nilai resultan gaya, sepenuhnya dipengaruhi oleh kedua komponen gaya pemotongan baik gaya longitudinal ataupun gaya tangensial. Selanjutnya, untuk mendapatkan hubungan yang lebih detail dilakukan analisa tentang pengaruh masing-masing faktor terhadap gaya yang dihasilkan.



**Gambar 12.** Pengaruh factor laju pemakanan terhadap resultan gaya pada kedalaman potong 0,5 mm.



**Gambar 13.** Pengaruh factor laju pemakanan terhadap resultan gaya pada kedalaman potong 0,75 mm.



**Gambar 14.** Pengaruh factor laju pemakanan terhadap resultan gaya pada kedalaman potong 1 mm.

Gambar 12, 13 dan 14 menunjukkan resultan gaya yang terbentuk akibat kedua gaya longitudinal dan tangensial. Pada ketiga grafik di atas menunjukkan bahwa kecenderungan laju pemakanan terhadap resultan gaya terus meningkat seiring dengan penambahan laju pemakanan. Nilai resultan gaya untuk kedua kondisi kecepatan spindel, secara umum menunjukkan peningkatan jika laju pemakanan ditingkatkan. Ini menunjukkan bahwa laju pemakanan memberikan kontribusi terhadap besarnya gaya potong. Pada kecepatan spindel 640 rpm, resultan gaya terbesar adalah sebesar 205.394 N sedangkan resultan gaya terkecil sebesar 60.109 N. Sedangkan pemesinan pada kecepatan spindel 340 rpm, relutan gaya terbesar sebesar 461.539 N dan nilai terkecil sebesar 88.333 N. Dari ketiga grafik untuk masing laju pemakanan menunjukkan bahwa nilai resultan gaya menunjukkan adanya peningkatan. Nilai resultan gaya meningkat dengan penambahan laju pemakanan, baik pada saat laju pemakanan 0.5 mm/rev ataupun pada laju pemakanan 1.5 mm/rev. Di samping itu juga bahwa resultan gaya semakin bertambah besar seiring dengan meningkatnya kedua gaya pemotongan. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu [2] mengatakan bahwa dengan meningkatnya gaya pemotongan selama proses pemotongan maka hasil resultan gaya akan bertambah besar. Bagaimanapun juga gaya resultan dihasilkan dari kontribusi gaya longitudinal secara dominan.

#### **4. Kesimpulan (Times New Roman 12, bold, kapital huruf awal)**

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kedalaman potong dan laju pemakanan masing-masing mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap gaya pemotongan yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman potong dan laju pemakanan secara individu menghasilkan gaya pemotongan yang

berbeda. Gaya pemotongan longitudinal lebih besar dari pada nilai gaya pemotongan arah tangensial dengan parameter pemesinan yang sama. Nilai gaya pemotongan longitudinal terbesar 430.630 N dan gaya pemotongan tangensial terbesar 166.062 N. Sedangkan gaya pemotongan longitudinal terbesar sebesar 58.937 N dan gaya tangensial yang terkecil sebesar 11.814 N.

Besarnya laju pemakanan dan kedalaman potong berbanding lurus dengan gaya pemotongan. Semakin besar laju pemakanan maka gaya potong arah longitudinal akan semakin besar. Sementara itu, semakin besar kedalaman potong maka gaya potong arah tangensial akan semakin besar. Nilai resultan gaya seiring meningkat dengan penambahan laju pemakanan dari 0.5 hingga ke 1.5 mm/rev.

#### **Ucapan Terimakasih**

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Jurusan Teknik Mesin dan Lembaga Peneliti Universitas Lampung yang telah memberikan fasilitas penggunaan peralatan dan bantuan pembiayaan.

#### **Daftar pustaka**

- Devillez, A., Coz, G. L., Dominiak, S., & Dudzinski, D. 2011. Dry Machining of Inconel 718 Workpiece Surface Integrity. *Journal of Materials Processing Technology*. 1590-1598
- Ibrahim, G. A., Hamni, A., & Akmal, J. 2016. Keausan Mata Pahat Karbida pada Pemesinan Inconel 718 Menggunakan Pelumas Berkwantitas Minimum. *Teknik Mesin*. Universitas Lampung. Bandar Lampung .
- Mall, V. K., Kumar, P., & Singh, B. 2014. A Review of Optimization of

- Surface Roughness of Inconel 718 in End Milling using Taguchi Method. *Journal of Engineering Research and Applications*, 103-109.
- Rahman, M. 1997. The Machinability of Inconel 718. *Journal of Materials Processing Technology* , 199-204.
- Thakur, D. G., Ramamoorthy, B., & Vijayaraghavan, L. 2008. Study on the Machinability Characteristics of Superalloy Inconel 718. *Manufacturing Engineering Section, Mechanical Engineering Department, IIT-Madras, Chennai 600 036, Tamilnadu, India.*
- Pawade, R. S., Joshi, S. S., Brahmkar, P. K., & Rahman, M. 2017. An Investigation of Cutting Forces and Surface Damage in High-Speed Turning of Inconel 718. *Journal of Materials Processing Technology*. 139-146.
- Sutrisno, A. G. 2018. Pembuatan dan Pengujian Perangkat Ukur Gaya Potong Pemesinan Bubut. *Teknik Mesin. Universitas Lampung. Bandar Lampung.*
- Mishra, G., Srivastava, A., Verma, A. S., & Niranjan, R. S. 2018. Optimization of Cutting Force, Feed Force and Material Removal Rate (MRR) in Turning of Inconel 718. *International Journal of Science and Research (IJSR).*
- Donara, G., & Yohanes. 2018. Pengembangan dan Pengujian Dinamometer Berbasis Strain Gauge Dengan Batang Regang Tipe Four Square Stalk Untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut. *Jom FTEKNIK* , Vol 5 edisi 1 pages1-7.