

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
DINAMOMETER UNTUK PENGUKURAN GAYA  
POTONG PADA PROSES BUBUT**



**FEBYO CAPELO**

**03051182025018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**



**SKRIPSI**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
DINAMOMETER UNTUK PENGUKURAN GAYA  
POTONG PADA PROSES BUBUT**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH  
FEBYO CAPELO  
03051182025018**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER  
UNTUK PENGUKURAN GAYA POTONG PADA PROSES  
BUBUT**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin  
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

**Oleh:**

**FEBYO CAPELO**

**03051182025018**

Palembang, 12 Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh

**Pembimbing**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Mesin**



**Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D.**


**NIP. 197909272003121004**

**Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.**

**NIP. 197002281994121001**



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 129/TM/AF/2024  
Diterima Tanggal : 30 DESEMBER 2024  
Paraf : 

## SKRIPSI

NAMA : FEBYO CAPELO  
NIM : 03051182025018  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL SKRIPSI : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
DINAMOMETER UNTUK PENGUKURAN  
GAYA POTONG PADA PROSES BUBUT  
DIBUAT PADA : 26 MEI 2023  
SELESAI PADA : 12 DESEMBER 2024

Palembang, 12 Desember 2024

Diperiksa dan disetujui oleh  
Pembimbing Skripsi

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin  
  
Prof. Andri Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D.  
NIP. 197909272003121004



Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.  
NIP. 197002281994121001





## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Dinamometer untuk Pengukuran Gaya Potong pada Proses Bubut” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 Desember 2024.

Palembang, 12 Desember 2024

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua Penguji :

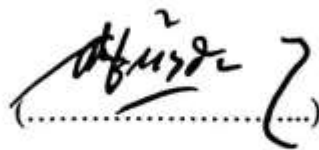
1. Akbar Teguh Prakoso, S.T., M.T.  
NIP. 199204122022031009



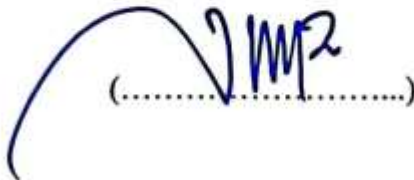
(.....)

Penguji :

1. Aneka Firdaus, S.T., M.T.  
NIP. 197502261999031001
2. M. A. Ade Saputra, S.T, M.T, M. Kom.  
NIP. 198711302019031006



(.....)



(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D.  
NIP. 197909272003121004

Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.  
NIP. 197002281994121001



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan Dinamometer untuk Pengukuran Gaya Potong pada Proses Bubut”. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Mesin Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberi dukungan dalam proses penyelesaian Skripsi ini. Terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua dan saudara saya yang selalu mendoakan, memberi semangat dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Amir Arifin, S.T., M.Eng. Ph.D. selaku selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Barlin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Muhammad Yanis, S.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing, mendidik, memotivasi serta banyak memberikan saran kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
5. Bapak Dr. Fajri Vidian, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik. Tambahkan teknisi lab
6. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh ketua Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya KBK Produksi.
8. Asisten laboratorium Produksi dan CNC Teknik Mesin Universitas Sriwijaya Kak Syailul dan Kak Irwanto.
9. Teman – teman Teknik Mesin 2020 yang telah setia menemani penulis dikala suka maupun duka.
10. Teman – teman KBK Produksi 2020 yang telah mendukung dan memotivasi dalam mengerjakan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, umumnya para pembaca dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Mesin.

Palembang, 12 Desember 2024



Febyo Capelo  
NIM. 03051182025018

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febyo Capelo

NIM : 03051182025018

Judul : Perancangan dan Pembuatan Dinamometer untuk Pengukuran  
Gaya Potong pada Proses Bubut

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 12 Desember 2024



Febyo Capelo

NIM. 03051182025018



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febyo Capelo

NIM : 03051182025018

Judul : Perancangan dan Pembuatan Dinamometer untuk Pengukuran Gaya Potong pada Proses Bubut

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 12 Desember 2024



Febyo Capelo

NIM. 03051182025018





## RINGKASAN

### PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER UNTUK PENGUKURAN GAYA POTONG PADA PROSES BUBUT

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 12 Desember 2024

Febyo Capelo, dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.

xxviii + 65 halaman, 7 tabel, 51 gambar, 11 lampiran

#### RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat dinamometer berbasis strain gauge sebagai alat pengukur gaya potong pada proses pemesinan bubut. Dinamometer dirancang dengan konsep cantilever yang dilengkapi dengan strain gauge sebagai sensor utama. Strain gauge berfungsi untuk mendeteksi regangan yang terjadi pada cantilever akibat gaya pemotongan yang dihasilkan selama proses pemesinan. Data regangan ini dikonversi menjadi sinyal listrik menggunakan amplifier, kemudian diolah oleh mikrokontroler Arduino UNO sebelum divisualisasikan melalui perangkat lunak komputer. Alat ini dirancang untuk mesin bubut konvensional dan mampu memberikan pengukuran yang presisi pada berbagai parameter pemesinan, seperti kecepatan spindle, feed rate, dan depth of cut.

Proses pembuatan dinamometer dimulai dengan desain mekanis dan pemilihan bahan yang sesuai untuk komponen utama seperti cantilever dan penumpu. Desain cantilever disesuaikan dengan kebutuhan pengukuran gaya potong pada mesin bubut, sedangkan penumpu dirancang agar dapat menggantikan tool post pada mesin. Pemrograman Arduino juga dilakukan untuk memproses data dari strain gauge dan mengubahnya menjadi informasi digital yang dapat ditampilkan dalam bentuk grafik pada perangkat lunak. Proses pembuatan dan perakitan alat dilakukan dengan memperhatikan tingkat ketelitian tinggi agar dinamometer mampu bekerja dengan baik dan memberikan hasil pengukuran yang akurat.

Tahap kalibrasi dilakukan untuk memastikan keakuratan pengukuran alat. Kalibrasi dilakukan dengan membebani cantilever secara statis menggunakan beban bertahap dari 0 hingga 30 kg, dan sebaliknya, dari 30 hingga 0 kg. Data tegangan listrik yang dihasilkan strain gauge diukur dan digunakan untuk menentukan faktor pengubah yang menghubungkan voltase dengan gaya dalam satuan Newton. Proses ini memastikan bahwa dinamometer dapat memberikan hasil pengukuran yang konsisten dan dapat diandalkan. Kalibrasi menunjukkan bahwa alat ini memiliki sensitivitas yang cukup tinggi untuk mendeteksi perubahan gaya potong pada berbagai kondisi pemesinan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dinamometer ini dapat mencatat hubungan antara parameter pemesinan dengan gaya potong secara akurat. Peningkatan feed rate dan depth of cut menyebabkan gaya potong meningkat, sedangkan peningkatan kecepatan spindle menurunkan gaya potong. Grafik hasil pengujian menunjukkan pola yang konsisten dengan penelitian sebelumnya, sehingga membuktikan keandalan dinamometer dalam mengukur gaya potong. Alat ini berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan solusi pengukuran gaya potong yang ekonomis namun tetap akurat. Selain itu, dinamometer ini dapat digunakan untuk mendukung penelitian lebih lanjut dalam optimasi proses pemesinan, seperti mengidentifikasi parameter optimal untuk meningkatkan kualitas produk.

Kesimpulannya, dinamometer yang dirancang berhasil memenuhi kebutuhan untuk mengukur gaya potong pada proses bubut dengan tingkat akurasi yang tinggi. Alat ini mampu memberikan pengukuran yang andal terhadap hubungan antara parameter pemesinan dan gaya potong. Dengan biaya pembuatan yang lebih rendah dibandingkan alat komersial, seperti dinamometer piezoelektrik, alat ini menawarkan alternatif ekonomis bagi para peneliti dan praktisi industri. Dinamometer ini juga memberikan kontribusi dalam mengatasi tantangan pengukuran gaya potong secara langsung dan presisi dalam proses pemesinan, yang penting untuk optimasi parameter dan kualitas produksi.

Kata Kunci : Dinamometer, Gaya Potong, Strain Gauge, Proses Bubut.

Kepustakaan : 21

## SUMMARY

### DESIGN AND DEVELOPMENT OF A DYNAMOMETER FOR MEASURING CUTTING FORCE IN THE TURNING PROCESS

Scholarship Writing in the Form of a Dissertation, 12 December 2024

Febyo Capelo, supervised of Dr. Muhammad Yanis., S.T., M.T.

xxviii + 65 pages, 7 tables, 51 figures, 11 appendices

#### SUMMARY

This research aims to design and develop a strain gauge-based dynamometer as a tool to measure cutting forces during the turning process. The dynamometer is designed with a cantilever concept equipped with a strain gauge as the primary sensor. The strain gauge functions to detect the strain occurring on the cantilever due to the cutting forces generated during machining. This strain data is converted into electrical signals using an amplifier, processed by an Arduino UNO microcontroller, and visualized through computer software. The device is designed for conventional lathes and can provide precise measurements for various machining parameters, such as spindle speed, feed rate, and depth of cut.

The development process began with mechanical design and the selection of appropriate materials for the main components, such as the cantilever and the support. The cantilever was tailored to meet the needs of cutting force measurement in turning, while the support was designed to replace the tool post on the lathe. Arduino programming was also carried out to process data from the strain gauge and convert it into digital information that can be displayed graphically through the software. The assembly process was conducted with high precision to ensure the dynamometer operates effectively and delivers accurate measurement results.

The calibration stage was performed to ensure the measurement accuracy of the device. Calibration involved statically loading the cantilever with incremental weights from 0 to 30 kg and vice versa, from 30 to 0 kg. The electrical voltage data produced by the strain gauge was measured and used to determine a conversion factor that correlates voltage to force in Newtons. This process ensures that the

dynamometer provides consistent and reliable measurement results. Calibration results showed that the device possesses sufficient sensitivity to detect changes in cutting force under various machining conditions.

Testing results revealed that the dynamometer could accurately record the relationship between machining parameters and cutting forces. Increasing feed rate and depth of cut led to higher cutting forces, whereas increasing spindle speed reduced cutting forces. The testing graphs displayed patterns consistent with previous research, confirming the dynamometer's reliability in measuring cutting forces. This device successfully meets the research objective of providing an economical yet accurate cutting force measurement solution. Additionally, the dynamometer can support further research in machining process optimization, such as identifying optimal parameters to improve product quality.

In conclusion, the designed dynamometer effectively meets the need for measuring cutting forces in turning processes with a high level of accuracy. The device reliably measures the relationship between machining parameters and cutting forces. With lower production costs compared to commercial devices like piezoelectric dynamometers, this tool offers an economical alternative for researchers and industrial practitioners. Furthermore, this dynamometer addresses the challenges of direct and precise cutting force measurement in machining processes, which are crucial for parameter optimization and production quality.

*Keywords: Dynamometer, Cutting Force, Strain Gauge, Turning Process*

References: 21

## DAFTAR ISI

|  |       |
|--|-------|
| SKRIPSI.....   | iii   |
| HALAMAN PENGESAHAN.....                              | v     |
| HALAMAN PERSETUJUAN.....                             | ix    |
| KATA PENGANTAR .....                                 | xi    |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....        | xiii  |
| RINGKASAN .....                                      | xvii  |
| SUMMARY .....  | xix   |
| DAFTAR ISI.....                                      | xxi   |
| DAFTAR GAMBAR .....                                  | xxiii |
| DAFTAR TABEL.....                                    | xxv   |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                | xxvii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                              | 1     |
| 1.1    Latar Belakang .....                          | 1     |
| 1.2    Rumusan Masalah.....                          | 3     |
| 1.3    Ruang Lingkup Penelitian .....                | 3     |
| 1.4    Tujuan Penelitian .....                       | 3     |
| 1.5    Manfaat Penelitian .....                      | 3     |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....                         | 5     |
| 2.1    Tinjauan Pustaka.....                         | 5     |
| 2.2    Klasifikasi Proses Pemesinan .....            | 6     |
| 2.3    Mesin Bubut.....                              | 9     |
| 2.3.1  Bagian Utama Mesin Bubut .....                | 9     |
| 2.4    Proses Bubut .....                            | 11    |
| 2.5    Gaya Potong Proses Bubut .....                | 13    |
| 2.5.1  Gaya Potong Empirik Proses Bubut.....         | 14    |
| 2.6    Pengertian Dinamometer .....                  | 15    |
| 2.6.1  Dinamometer dengan Sensor Dial Indikator..... | 16    |
| 2.6.2  Dinamometer dengan Sensor Piezoelectric.....  | 17    |
| 2.6.3  Dinamometer dengan Sensor Strain Gauge .....  | 17    |
| 2.7    Strain gauge .....                            | 18    |

|                                   |   |    |
|-----------------------------------|---|----|
| 2.7.1                             | Prinsip kerja Strain Gauge .....                          | 19 |
| 2.8                               | Mikrokontroller Arduino UNO .....                         | 19 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN ..... |   | 21 |
| 3.1                               | Diagram Alir Penelitian .....                             | 21 |
| 3.2                               | Perancangan Dinamometer .....                             | 22 |
| 3.2.1                             | Skema Perancangan Dinamometer .....                       | 22 |
| 3.2.2                             | Perancangan Konsep Cantilever Dinamometer .....           | 23 |
| 3.2.3                             | Perancangan Penumpu Cantilever Dinamometer .....          | 27 |
| 3.3                               | Alat dan Bahan .....                                      | 30 |
| 3.3.1                             | Mesin Bubut .....   | 31 |
| 3.3.2                             | Perangkat Arduino .....                                   | 31 |
| 3.3.3                             | Amplifier .....   | 33 |
| 3.3.4                             | Alat ukur .....   | 33 |
| 3.3.5                             | Strain Gauge Kyowa .....                                  | 34 |
| 3.3.6                             | Benda kerja .....   | 35 |
| 3.3.7                             | Pahat .....   | 36 |
| 3.4                               | Pembuatan Dinamometer .....                               | 37 |
| 3.4.1                             | Proses Pembuatan Penumpu dan cantilever Dinamometer ..... | 37 |
| 3.5                               | Pemrograman Arduino .....                                 | 40 |
| 3.5.1                             | Pemrograman Sensor Strain Gauge .....                     | 40 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....  |   | 43 |
| 4.1                               | Hasil Perancangan dan Pembuatan .....                     | 43 |
| 4.2                               | Penentuan Faktor Pengubah (Kalibrasi) .....               | 47 |
| 4.2.1                             | Cara Kalibrasi .....                                      | 48 |
| 4.2.2                             | Pembebanan Kalibrasi .....                                | 48 |
| 4.3                               | Pengujian Unjuk Kerja Dinamometer .....                   | 50 |
| 4.4                               | Pembahasan .....  | 52 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....  |   | 55 |
| 5.1                               | Kesimpulan .....  | 55 |
| 5.2                               | Saran .....   | 56 |
| DAFTAR PUSTAKA .....              |   | 57 |
| LAMPIRAN .....                    |   | 59 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Klasifikasi Proses Pemesinan.....                          | 7  |
| Gambar 2. 2 Bagian-bagian Mesin Bubut.....                             | 9  |
| Gambar 2. 3 Dimensi Utama Mesin Bubut .....                            | 10 |
| Gambar 2. 4 Parameter Mesin Bubut.....                                 | 11 |
| Gambar 2. 5 Gaya Pemotongan .....                                      | 13 |
| Gambar 2. 6 Lingkaran Gaya Pemotongan.....                             | 13 |
| Gambar 2. 7 Dinamometer Dipasangkan Ke Mesin Bubut.....                | 15 |
| Gambar 2. 8 Bagian Elastik Pada Dinamometer.....                       | 16 |
| Gambar 2. 9 Dinamometer Strain Gauge .....                             | 18 |
| Gambar 2. 10 Strain Gauge.....   | 18 |
| Gambar 2. 11 Arduino UNO.....  | 19 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....                              | 21 |
| Gambar 3. 2 Skema Penggunaan Dinamometer Pada Proses Bubut .....       | 22 |
| Gambar 3. 3 Konsep Cantilever .....                                    | 23 |
| Gambar 3. 4 Rangkaian Wheatstone Bridge .....                          | 25 |
| Gambar 3. 5 Letak Bagian Sensitif Strain Gauge .....                   | 26 |
| Gambar 3. 6 Desain Cantilever .....                                    | 27 |
| Gambar 3. 7 Bentuk 3D Cantilever Dengan Strain Gauge Terpasang.....    | 27 |
| Gambar 3. 8 Tool Post Mesin Bubut Konvensional .....                   | 28 |
| Gambar 3. 9 Dimensi Penjepit Penumpu Dinamometer .....                 | 28 |
| Gambar 3. 10 Dimensi Penumpu Dinamometer .....                         | 29 |
| Gambar 3. 11 Assembly Dinamometer.....                                 | 30 |
| Gambar 3. 12 Mesin Bubut Konvensional Lab. Produksi Teknik Mesin ..... | 31 |
| Gambar 3. 13 Arduino UNO.....  | 32 |
| Gambar 3. 14 Aplikasi Arduino IDE .....                                | 32 |
| Gambar 3. 15 Amplifier Strain Gauge .....                              | 33 |
| Gambar 3. 16 Jangka Sorong .....                                       | 33 |
| Gambar 3. 17 Clamp Meter Digital.....                                  | 34 |
| Gambar 3. 18 Strain Gauge Kyowa .....                                  | 34 |

|  |    |
|--|----|
| Gambar 3. 19 Benda Kerja .....                                   | 35 |
| Gambar 3. 20 Pahat Sisipan Karbida.....                          | 36 |
| Gambar 3. 21 Gambar Kerja Penumpu Dinamometer .....              | 37 |
| Gambar 3. 22 Gambar Kerja Bagian Elastis Dinamometer.....        | 39 |
| Gambar 3. 23 Skema Penggunaan Dinamometer Pada Proses Bubut..... | 40 |
| Gambar 3. 24 Letak Kode Program Modul Strain Gauge .....         | 40 |
| Gambar 4. 1 Dinamometer .....                                    | 43 |
| Gambar 4. 2 Penumpu Dinamometer .....                            | 43 |
| Gambar 4. 3 Bagian Elastis (Cantilever).....                     | 44 |
| Gambar 4. 4 Strain Gauge .....                                   | 44 |
| Gambar 4. 5 Pahat Karbida Sisipan.....                           | 45 |
| Gambar 4. 6 Adaptor .....  | 45 |
| Gambar 4. 7 Dinamometer Terpasang Pada Mesin Bubut.....          | 46 |
| Gambar 4. 8 Instalasi Dinamometer .....                          | 46 |
| Gambar 4. 9 Proses Kalibrasi Dinamometer .....                   | 47 |
| Gambar 4. 10 Penambahan Beban Kalibrasi .....                    | 48 |
| Gambar 4. 11 Grafik Pembebanan Kalibrasi.....                    | 49 |
| Gambar 4. 12 Pengujian Dinamometer di Mesin Bubut .....          | 50 |
| Gambar 4. 13 Grafik Pengujian.....                               | 51 |
| Gambar 4. 14 Perbandingan gaya potong terhadap rpm .....         | 52 |
| Gambar 4. 15 Perbandingan gaya potong terhadap feeding .....     | 53 |
| Gambar 4. 16 Perbandingan gaya potong terhadap Depth of cut..... | 53 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Klasifikasi Proses Pemesinan .....                | 8  |
| Tabel 3. 1 Standar Umum Kecepatan Potong .....               | 36 |
| Tabel 3. 2 Standar Umum Gerak Makan .....                    | 36 |
| Tabel 3. 3 Proses Pembuatan Penumpu Dinamometer .....        | 38 |
| Tabel 3. 4 Proses Pembuatan Bagian Elastis Dinamometer ..... | 39 |
| Tabel 4. 1 Pembebanan gaya tangensial .....                  | 49 |
| Tabel 4. 2 Pengujian Dinamometer Terhadap Gaya Potong.....   | 51 |



## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1 Form Formulir Konsultasi Tugas Akhir .....               | 59 |
| Lampiran 2 Cek Similaritas (Turnitin).....                          | 60 |
| Lampiran 3 Surat Keterangan Pengecekan Similarity .....             | 61 |
| Lampiran 4 Surat Pernyataan Bebas Plagiarisme .....                 | 62 |
| Lampiran 5 Perhitungan Perancangan Bagian Elastis Dinamometer ..... | 63 |
| Lampiran 6 Grafik Pengujian Gaya Potong ( $F_v$ ).....              | 66 |
| Lampiran 7 Kalibrasi Dinamometer.....                               | 67 |
| Lampiran 8 Pengujian Dinamometer .....                              | 68 |
| Lampiran 9 Tabel Variabel Pengujian .....                           | 69 |
| Lampiran 10 Respon Perbaikan Ujian Akhir Sidang Sarjana .....       | 70 |
| Lampiran 11 Form Pengecekan Formaat Skripsi.....                    | 71 |



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Proses pemesinan termasuk dalam kategori proses pemotongan logam, yang merupakan metode yang umum digunakan untuk mengubah bentuk produk logam (komponen mesin) melalui pemotongan, pengupasan, atau pemisahan material (Rochim, 2007). Salah satu teknik pemotongan logam yang banyak diterapkan dalam industri manufaktur adalah proses pembubutan (Rizal dkk., 2018). Proses ini sering diaplikasikan dalam pembuatan elemen mesin, terutama di sektor industri seperti dirgantara, otomotif, dan perkapalan. Pemotongan logam sendiri merupakan teknik untuk mengubah bentuk produk logam, seperti komponen mesin perkakas, dengan cara memotong. Selain menjadi salah satu aktivitas utama dalam industri manufaktur, proses ini memungkinkan pembuatan komponen dengan bentuk kompleks serta tingkat akurasi geometri yang tinggi (Tarmizi dkk., 2019).

Dalam proses pembubutan, terdapat sejumlah parameter penting yang perlu diperhatikan untuk memastikan hasil yang optimal. Beberapa parameter tersebut meliputi kecepatan pemakanan, kecepatan pemotongan, kedalaman pemotongan, dan geometri pahat. Masing-masing parameter ini memiliki peran yang signifikan dalam menentukan kualitas hasil akhir dari proses pembubutan, baik dari segi kekasaran permukaan maupun akurasi geometri produk yang dihasilkan. Kecepatan pemakanan, misalnya, berpengaruh pada efisiensi waktu dan hasil permukaan, sementara kecepatan pemotongan berkaitan dengan daya potong serta umur pahat. Kedalaman pemotongan akan memengaruhi jumlah material yang dapat dihilangkan dalam satu kali proses, sedangkan geometri pahat menentukan kemampuan alat untuk menghasilkan bentuk yang presisi. Oleh karena itu, kualitas hasil pembubutan dapat dicapai dengan melakukan pengaturan kombinasi parameter-parameter tersebut secara cermat, sehingga diperoleh hasil yang memenuhi standar dan kebutuhan aplikasi (Tubagus dkk., 2018). Gaya potong yang diterapkan pada pahat dan benda kerja akan menyebabkan lenturan. Meskipun

lenturan tersebut kecil, namun sudah cukup untuk menyebabkan ketidakakuratan geometri pada produk (Rochim, 2007). Dalam proses pembubutan terdapat tiga jenis gaya potong yang dihasilkan, yaitu gaya tangensial, aksial, dan radial. Gaya tangensial terjadi pada sepanjang arah kecepatan potong, sementara gaya aksial terbentuk sepanjang arah pergerakan makan. Sedangkan gaya radial menunjuk ke arah normal terhadap bidang kecepatan potong (Satyanarayana dkk., 2011a).

Menurut Sam dkk., 2014 Penelitian tentang gaya potong sangat penting, dikarenakan banyaknya parameter yang mempengaruhi besarnya gaya potong. Perhitungan gaya potong teoritis tidak dapat mencapai tingkat ketetapan yang akurat, karena perhitungan gaya potong secara teoritis memiliki beberapa kelemahan, sebagai solusi dirancang dan dibuatlah dinamometer untuk membantu dalam pengukuran besarnya gaya potong yang terjadi.

Untuk mendapatkan informasi tentang arah dan besar gaya total ( $F$ ), pembuatan dinamometer menjadi penting, terutama dalam konteks optimasi hasil pembubutan yang memerlukan perhitungan yang tepat mengenai gaya pemotongan. Dengan menggunakan dinamometer, gaya pemotongan yang akurat dapat dihasilkan melalui pengukuran langsung. Dinamometer akan dipasang pada pahat potong pada saat proses pembubutan berlangsung, regangan yang dihasilkan oleh pahat saat memotong benda kerja dapat terdeteksi oleh *strain gauge*. Data regangan ini kemudian diperkuat oleh *amplifier* (penguat sinyal) sebelum ditampilkan oleh perangkat pc/komputer. Prinsip perancangan dinamometer yang diinginkan adalah memiliki sensitivitas yang sangat tinggi sehingga gaya yang bekerja dapat terbaca dengan tepat. Meskipun dinamometer tipe piezoelektrik dari merek terkenal seperti Kistler dapat memberikan hasil yang optimal, namun harganya mahal mencapai ratusan juta rupiah, menjadi kendala dalam hal ketersediaan dan biaya (Scheffer & Heyns, 2004). Oleh karena itu, tantangan utama adalah bagaimana merancang dinamometer dengan kualitas yang baik namun tetap terjangkau secara finansial.

Bedasarkan permasalahan tersebutlah pada penelitian ini akan dilakukan “Perancangan Dan Pembuatan Dinamometer Untuk Pengukuran Gaya Potong Pada Proses Bubut”

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengoptimalkan parameter pemotongan terhadap gaya potong pada proses bubut dengan merancang dan membuat dinamometer .

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin bubut yang digunakan adalah mesin bubut konvensional
2. Gaya yang diukur merupakan gaya potong terhadap kecepatan potong ( $F_v$ ) pada proses bubut
3. Dinamometer dibuat disesuaikan dengan dimensi ruang kerja pada mesin bubut
4. Sensor yang digunakan adalah *strain gauge*
5. Proses bubut yang dilakukan pada benda kerja adalah proses bubut silindrik.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat dinamometer serta menguji untuk mendapatkan besaran nilai gaya potong ( $F_v$ ) pada proses bubut.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah dibuat sebuah alat untuk membaca besaran gaya potong pada mesin bubut yang akurat, serta diharapkan dapat digunakan untuk penelitian-penelitian proses pemesinan lainnya.





## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar Khairul, & Yohanes. (2016). Rancang Bangun Dinamometer Berbasiskan Strain Gauge Dengan Batang Sensor Tipe Four Square Stalk Untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut. *Jom FTEKNIK* 3(2), 1–7.
- Bharilya, R., Patidar, L., R.K.Gurjard, & Dr.A.K.Jhae. (2015). Study of Optimised Process Parameters in Turning Operation Through Force Dynamometer on CNC Machine. *Materials Today: Proceedings*, 2, 2300 – 2305. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2015.07.268>
- Dian Ayu, H., Jufriadi, A., Budi Pranata, K., & Suweni Muntini, M. (2017). Strain Gauge Sensor Of Mass Measurement Using A Brass Cantilever. *Jurnal*, 9(2), 52–59. <https://doi.org/10.18860/neu.v9i1.4138>
- Fraden, J. (2016). Handbook of modern sensors: Physics, designs, and applications. Dalam *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19303-8>
- Geoffrey, B., & Winston, A. K. (1989). *Fundamentals of Metal Machining and Machine Tools, Third Edition* (Winston A. Knight & Geoffrey Boothroyd, Ed.; 3, revised ed.). CRC Press, 2005. [https://books.google.co.id/books?id=Y0cRCFalmekC&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.co.id/books?id=Y0cRCFalmekC&source=gbs_navlinks_s)
- Husni Tarmizi, Asmadi, Pusvyta Yeny, & Hidayat Taufik. (2019). Pengaruh Jenis Pahat Dan Kedalaman Pemakanan Pada Proses Pembubutanterhadap Kekasaran Permukaan Aisi 4340. *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, 6(2), 119–133. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35449/teknika.v6i2.110>
- Korkut, M. B. I. (2008). *Experimental Examination of Main Cutting Force and Surface Roughness Depending on Cutting Parameters*. SROJNISKI VESTNIK-Journal of Mechanical Engineering, 54
- Luo, M., Chong, Z., & Liu, D. (2018). Cutting forces measurement for milling process by using working tables with integrated PVDF thin-film sensors. *Sensors (Switzerland)*, 18(11), 2–13. <https://doi.org/10.3390/s18114031>
- Mustafa, H. R. (2016). *Perancangan Tool Dynamometer Pada Mesin Frais Konvensional Untuk Mengukur Gaya Potong*.
- Rizal, M., Ghani, J. A., Husni, & Husaini. (2018). Design And Construction Of A Strain Gauge-Based Dynamometer For A 3-Axis Cutting Force Measurement In Turning Process. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*, 12(4), 4072–4087. <https://doi.org/10.15282/jmes.12.4.2018.07.0353>
- Rochim Taufiq. (2007a). Klasifikasi Proses, Gaya & Daya Pemesinan. *Machining & Machine Tools Laboratory. Mechanical & Production Engineering (MPE), FTI-ITB* (1 ed.). ITB.

- Rochim Taufiq. (2007b). *Perkakas dan Sistem Pemerkakasan umur pahat, cairan pendingin pemesinan* (2 ed.). Bandung : Ganesha, 2007.
- Rudi Nasution, A., & Septiawan Damanik, W. (t.t.). Analisa Gaya Potong Pada Proses Pemesinan Turning Menggunakan Bahan Politetrafluoroetilena (PTFE). *SiNTESa CERED Seminar Nasional Teknologi Edukasi dan Humaniora, 2021*, 1.
- Sam, G., Didik, D. S., & Arifin, Z. (2014). Rancang Bangun Dynamometer Untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut. Dalam *MEKANIKA* (Vol. 12).
- Satyanarayana, K., Venu Gopal, A., & Rao, G. (2011a). Effect of rake angle and feed rate on cutting forces in an orthogonal turning process. *Proceedings of the International Conference on Trends in Mechanical and Industrial Engineering*, 4(4), 150–154.
- Satyanarayana, K., Venu Gopal, A., & Rao, G. (2011b). Effect of rake angle and feed rate on cutting forces in an orthogonal turning process. *Proceedings of the International Conference on Trends in Mechanical and Industrial Engineering*, 4(4), 150–154.
- Scheffer, C., & Heyns, P. S. (2004). An industrial tool wear monitoring system for interrupted turning. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 18(5), 1219–1242. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2003.09.001](https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2003.09.001)
- Tubagus Aditya, M., Junaidi Usman, W., & Taufik Qurohman. (2018). *Pengaruh Kecepatan Spindel Terhadap Hasil Pembubutan Oblique Dan Orthogonal Material Tembaga Diameter 32 Pada Mesin Bubut Konvensional*. 3(5), 1–4.
- Wan, M., Yin, W., & Zhang, W. (2016). Study on the Correction of Cutting Force Measurement with Table Dynamometer. *Procedia CIRP*, 56, 119–123. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.10.035>
- Yaldiz, S., Ünsaçar, F., Sağlam, H., & Işık, H. (2007). Design, development and testing of a four-component milling dynamometer for the measurement of cutting force and torque. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 21(3), 1499–1511. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2006.06.005>
- Yohan. (1999). Perancangan dan Pembuatan Dinanometer untuk Pengukuran Gaya Potong dan Gaya Pemahanan pada Mesin Bubut Konvensional dengan Menggunakan Strain Gauge. *Faculty of Engineering > Department of Manufacturing Engineering*.