

SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER*
BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS
PARAMETER DINAMIK**



ASYQAR PRANATAMA

03051281722027

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

SKRIPSI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER*
BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS
PARAMETER DINAMIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



Oleh

ASYQAR PRANATAMA

03051281722027

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER* BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS PARAMETER DINAMIK

SKRIPSI

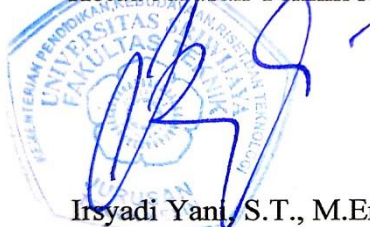
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

ASYQAR PRANATAMA

03051281722027

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI


NAMA : ASYQAR PRANATAMA
NIM : 03051281722027
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER* BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS PARAMETER DINAMIK
DIBUAT : MARET 2021
SELESAI : AGUSTUS 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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


HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Perancangan Dan Pembuatan *Impulse Hammer* Berbasis *Strain Gauge* Untuk Analisis Parameter Dinamik” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Juli 2022


Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi


Ketua:

1. Dipl-Ing. Ir. Amrifan S Mohruni, Ph.D. ()
NIP. 196409111999031002

Sekretaris:

2. Arie Yudha Budiman, S.T., M.T. ()
NIP. 1671041412780004

Anggota:

3. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T. ()
NIP. 1987113020119031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Isyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D..
NIP. 19711225 199702 1 001

Palembang, Agustus 2022
Memeriksa dan Menyetujui,
Pembimbing Skripsi



Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.
NIP. 19700228 199412 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis atas kehadiran Allah Swt. yang telah memberikan Rahmat, Nikmat, dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.

Skripsi yang berjudul “Perancangan dan Pembuatan *Impulse Hammer* Berbasis *Strain Gauge* untuk Analisis Parameter Dinamik”, disusun untuk melengkapi salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada:

- 1 Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
- 2 Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
- 3 Bapak Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan arahan dan masukan selama pembuatan proposal skripsi ini kepada penulis.
- 4 Bapak Dr. Ir. Irwin Bizzy, M.T. Sebagai Dosen Pembimbing Akademik penulis di jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
- 5 Kedua orangtua penulis yang selalu mendukung baik secara lahir maupun batin.
- 6 Teman-teman dan keluarga yang kerap memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini sekaligus sering berbagi ilmunya kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun untuk kelanjutan skripsi ini ke depannya akan sangat membantu. Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Palembang, Juni 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Asyqar Prnatama', with a horizontal line underneath.

Asyqar Prnatama
NIM. 03051281722047

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Asyqar Prnatama
NIM : 03051281722027
Judul : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER*
BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS
PARAMETER DINAMIK

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, Agustus 2022



Asyqar Prnatama
NIM. 03051281722047

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Asyqar Prnatama
NIM : 03051281722027
Judul : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER*
BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS
PARAMETER DINAMIK

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya 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 aturan yang berlaku.

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



Palembang, Agustus 2022



Asyqar Prnatama
NIM. 03051281722047

RINGKASAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *IMPULSE HAMMER* BERBASIS *STRAIN GAUGE* UNTUK ANALISIS PARAMETER DINAMIK

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, Agustus 2022

Asyqar Pranatama ; dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

Strain Gauge Based Impulse Hammer Design And For Dynamic Parameter Analysis

XXV + 52 halaman, 7 tabel, 34 gambar

Stability Lobe Diagram (SLD) seringkali digunakan untuk memprediksi dan menghindari *chatter* pada proses permesinan *milling*. Untuk itu, pengujian tap (sering juga disebut *hammer test*) merupakan metode analisis modal secara eksperimental yang banyak diterapkan pada sistem *tools-machine* dengan tujuan untuk mengekstrak informasi harmonik struktur dari fungsi respons frekuensi atau FRF seperti frekuensi pribadi (*natural frequency*), massa modal, rasio redaman modal, dan bentuk modus getar. Sehingga penelitian tentang perancangan dan pembuatan *impulse hammer* dengan transduser gaya berbasis *strain gauge* dengan tingkat sensitivitas relatif rendah, yang berukuran sedang untuk pengujian *tap* pada mata pahat atau mata potong yang berukuran relatif besar. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan perancangan dan pembuatan *impulse hammer* Do-It-Yourself (DIY) dalam menentukan parameter dinamik (frekuensi pribadi dan modus getar) dari *cutting tool* dan benda kerja dalam analisis tentang sintesis *Stability Lobe Diagram* (SLD) untuk memprediksi *instability dynamics* akibat *chatter* regeneratif. Sehingga dapat diketahui prototipe *impulse hammer* dengan aspek *low-cost*, relatif mudah untuk dikembangkan. Hasil desain *impulse hammer* untuk keperluan pengujian statis dan dinamik dengan eksitasi impact, terutama pengujian analisis modal eksperimental yang melibatkan peralatan dan sistem akuisisi data (perangkat

keras dan lunak) yang berfungsi untuk merekam sinyal gaya impact (impuls) dari transducer gaya yang terpasang pada kepala *hammer* dan sebuah sensor akselerometer *single* atau *triple axis*. Pemilihan tipe sensor akselerometer yang untuk pengujian dalam riset ini adalah sensor analog berbasis MEMS ADXL335. Sensor ini dipilih karena sinyal keluarannya berupa sinyal tegangan analog yang merepresentasikan percepatan pada sumbu x, y, dan z (modul sensor memiliki tiga pin keluaran yang terpisah). Selain itu, data sinyal tegangan keluaran sensor ini digunakan dalam proses kalibrasi *impulse hammer* dengan alat gravimeterik. Penyusunan kode arduino untuk sensor analog ini, pada dasarnya, relatif sederhana, dibandingkan sensor akselerometer digital berbasis MEMS MPU6050 karena tidak diperlukan *library* khusus. Setelah melewati beberapa tahapan validasi dan kalibrasi, kode arduino untuk sensor ADXL335 ini telah berhasil dikompilasi dengan sensitivitas sensor sebesar 300 mV/g. Riset memasuki tahap pengujian prototipe *impulse hammer* yang memiliki dua tipe *hammer tip*, yaitu berbahan plastik keras dan yang berbahan *rubber*. Desain dari prototipe *impulse hammer* ini memang dirancang agar dapat mendukung pergantian beberapa tipe *hammer tips* yang memiliki tingkat kekerasan dan kekakuan bervariasi yang sangat tergantung dengan tipe bahan *hammer tips*. Pengujian *hammer tip* yang terbuat dari *plastik* memberikan hasil gaya impact puncak (F_{peak}) dengan harga gaya sebesar 6,89 N sampai 7,40 N. Pengujian *hammer tip* yang terbuat dari *rubber* memberikan hasil gaya impact puncak (F_{peak}) dengan harga minimum pada gaya sebesar 3,82 N sampai 6,43 N. Besar gaya impact dan lebar waktu dari sinyal impuls.

Kata Kunci : Impulse Hammer, Arduino, Strain Gauge

Kepustakaan : 13 (2000 – 2020)

SUMMARY

STRAIN GAUGE-BASED IMPULSE HAMMER DESIGN AND FOR DYNAMIC PARAMETER ANALYSIS

Scientific Writing in the form of a thesis, August 2022

Asyqar Prnatama ; supervised by Dr. Muhammad Yanis, S.T., M.T.

Perancangan Dan Pembuatan *Impulse Hammer* Berbasis *Strain Gauge* Untuk Analisis Parameter Dinamik

XXV + 52 pages, 7 tables, 34 images

Stability Lobe Diagram (SLD) is often used to predict and avoid chatter in milling machining processes. For this reason, tap testing (often also called hammer test) is an experimental modal analysis method that is widely applied to tools-machine systems with the aim of extracting structural harmonic information from frequency response functions or FRF such as natural frequency, modal mass, modal damping ratio, and the shape of the vibration mode. So research on the design and manufacture of impulse hammers with a strain gauge-based force transducer with a relatively low sensitivity level, which is of medium size for testing taps on relatively large chisels or cutting bits. This research was conducted by designing and manufacturing a Do-It-Yourself (DIY) impulse hammer in determining the dynamic parameters (personal frequency and vibration mode) of the cutting tool and workpiece in the analysis of the Stability Lobe Diagram (SLD) synthesis to predict instability dynamics due to regenerative chatter. So that it can be seen that the impulse hammer prototype with low-cost aspects is relatively easy to develop. The results of the impulse hammer design for the purposes of static and dynamic testing with impact excitation, especially experimental modal analysis tests involving equipment and data acquisition systems (hardware and software) that function to record the impact force signal (impulse) from the

force transducer mounted on the hammerhead and a single or triple axis accelerometer sensor. The selection of type of accelerometer sensor for testing in this research is an analog sensor based on MEMS ADXL335. This sensor was chosen because the output signal is an analog voltage signal that represents acceleration on the x, y, and z axes (the sensor module has three separate output pins). In addition, this sensor output voltage signal data is used in the impulse hammer calibration process with a gravimeter. The compilation of Arduino code for this analog sensor is, in essence, relatively simple, compared to the MPU6050 MEMS-based digital accelerometer sensor because no special library is needed. After going through several validation and calibration stages, the Arduino code for the ADXL335 sensor has been successfully compiled with a sensor sensitivity of 300 mV/g. The research is entering the testing phase of the impulse hammer prototype which has two types of hammer tips, namely hard plastic and rubber. The design of this impulse hammer prototype is indeed designed to support the replacement of several types of hammer tips that have varying degrees of hardness and stiffness and are highly dependent on the type of hammer tip material. The hammer tip test made of plastic gave a peak impact force (F_{peak}) with a force value of 6.89 N to 7.40 N. The hammer tip test made of rubber gave a peak impact force (F_{peak}) with a minimum value at a force of 3.82 N to 6.43 N. The magnitude of the impact force and the time width of the impulse signal.

Keywords : Impulse Hammer, Arduino, Strain Gauge

Literature : 13 (2000 – 2020)

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| DAFTAR ISI | xxi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xxiii |
| DAFTAR TABEL | xxv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.1 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Getaran Chatter | 5 |
| 2.2 Fungsi Respon Frekuensi (FRF) | 6 |
| 2.3 Sensor Berat (<i>Load Cell</i>)..... | 9 |
| 2.3.1 Prinsip Kerja Sensor Berat (<i>Load Cell</i>) | 11 |
| 1.1.1 Modul Penguat HX711 | 13 |
| 2.4 State of the art: Impulse Hammer | 15 |
| 2.5 Arduino Mega 2560 | 18 |
| 2.5.1 Spesifikasi Arduino Mega 2560..... | 19 |
| 2.6 Alat Bantu Pengujian dan Kalibrasi | 19 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 21 |
| 3.1 Tahapan Penelitian | 21 |
| 3.2 Perancangan dengan Pemodelan Dinamik | 22 |
| 3.3 Alat dan Bahan | 23 |
| 3.3.1 Sistem Mekanikal..... | 24 |
| 3.3.2 Sistem Elektrikal | 24 |
| 3.3.3 Pengumpulan Data dari Proses Pengujian dan Kalibrasi | 25 |
| 3.4 Jadwal Pelaksanaan Pengujian | 26 |
| 3.5 Hasil Yang Diharapkan | 27 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1 Pengujian <i>Accelerometer</i> Analog ADXL335..... | 29 |

| | | |
|---|--|-----------|
| 4.1.1 | Antarmuka Sensor | 30 |
| 4.1.2 | Desain <i>Coding</i> untuk Pengukuran <i>Raw Data</i> | 33 |
| 4.1.3 | Hasil Kalibrasi dan Validasi <i>Coding</i> | 37 |
| 4.2 | Pengujian Impulse Hammer | 39 |
| 4.2.1 | Pengaturan <i>Testing Rig</i> | 40 |
| 4.2.2 | Pengujian Gaya Impak untuk Plastik Keras (<i>Hard Plastic Tip</i>) | 41 |
| 4.2.3 | Pengujian Gaya Impak untuk <i>Rubber Tip</i> | 43 |
| 4.3 | Analisis Domain Frekuensi | 45 |
| 4.4 | Pembahasan | 49 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | | 52 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 52 |
| 5.2 | Saran..... | 53 |
| DAFTAR RUJUKAN | | i |
| LAMPIRAN..... | | i |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Dampak Chatter Problem Dalam Proses Metalcutting..... | 6 |
| Gambar 2.2 Model Sistem MDOF | 7 |
| Gambar 2.3 Proses sintesis <i>Stability Lobe Diagram</i> (SLD)..... | 9 |
| Gambar 2.4 Bentuk fisik load cell..... | 10 |
| Gambar 2.5 Konfigurasi Kabel Sensor Load Cell..... | 11 |
| Gambar 2.6 Rangkaian Jembatan Wheatstone tanpa beban..... | 11 |
| Gambar 2.7 Rangkaian <i>Load Cell</i> tanpa beban..... | 13 |
| Gambar 2.8 Rangkaian Load Cell diberi beban | 13 |
| Gambar 2.9 Modul Penguat HX711 | 14 |
| Gambar 2.10 Metode tap dengan impulse hammer..... | 15 |
| Gambar 2.11 Pengaruh pemilihan ujung dan massa tambahan pada perubahan besar gaya impuls respon frekuensi-nya | 16 |
| Gambar 2.12 (a) Anatomi impulse hammer, dan (b) Komparasi produk Produk impulse hammer PCB® dan KISTLER | 17 |
| Gambar 2.13 Sistem kalibrasi sensor secara gravimetrik..... | 20 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir..... | 21 |
| Gambar 3.2 Pemodelan transduser gaya (load cell) | 22 |
| Gambar 3.3 Konsep desain dan prototipe <i>impulse hammer</i> | 24 |
| Gambar 3.4 Diagram blok sistem elektrik..... | 25 |
| Gambar 3.5 Diagram akuisisi data untuk pengujian dan kalibrasi | 26 |
| Gambar 3.6 Hasil yang diharapkan dari pengujian dan kalibrasi dari purwarupa impact hammer..... | 28 |
| Gambar 4.1 Sensor ADXL335 pada break-out modul GY-61 | 30 |
| Gambar 4.2 Antarmuka dan pinout sensor | 31 |
| Gambar 4.3 Koneksi antara sensor modul via pin ADC | 32 |
| Gambar 4.4 Hasil kalibrasi ADXL335 (lanjut.) | 38 |
| Gambar 4.5 Desain impulse hammer beserta komponen pendukungnya | 39 |
| Gambar 4.6 Pengaturan eksperimen dan testing rig..... | 41 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.7 Gaya impak 0,703 g | 42 |
| Gambar 4.8 Gaya impak 0,755 g | 43 |
| Gambar 4.9 Gaya impak 0,497 g | 44 |
| Gambar 4.10 Gaya impak 0,6549 g | 45 |
| Gambar 4.11 Power spectrum dari impuls dengan gaya impak 0,703 g | 46 |
| Gambar 4.12 Power spectrum dari impuls dengan gaya impak 0,755 g | 46 |
| Gambar 4.13 Power spectrum dari impuls dengan gaya impak 0,6549 g | 47 |
| Gambar 4.14 Power spectrum dari impuls dengan gaya impak 0,497 g | 48 |
| Gambar 4.15 Power spectrum dari impuls dengan gaya impak 0,389 g | 49 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor load cell..... | 10 |
| Tabel 2.2 Spesifikasi HX711..... | 14 |
| Tabel 2.3 Sensitivitas impulse hammer PCB | 18 |
| Tabel 3.1 Alat dan Bahan Selama Pengujian | 23 |
| Tabel 3.2 Uraian Kegiatan Selama Pelaksanaan Pengumpulan Data dan penelitian..... | 26 |
| Tabel 4.1 Gaya impak dan lebar waktu pulsa dari hammer tip plastik | 50 |
| Tabel 4.2 Gaya impak dan lebar waktu pulsa dari hammer tip rubber | 51 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stability Lobe Diagram (SLD) seringkali digunakan untuk memprediksi dan menghindari *chatter* pada proses permesinan *milling* (Dikshit et al., 2017;).

Untuk itu, pengujian tap (sering juga disebut *hammer test*) merupakan metode analisis modal secara eksperimental yang banyak diterapkan pada sistem *tools-machine* dengan tujuan untuk mengekstrak informasi harmonik struktur dari fungsi respons frekuensi atau FRF (Carrella and Ewins, 2011; Ewins, 2000), seperti frekuensi pribadi (*natural frequency*), massa modal, rasio redaman modal, dan bentuk modus getar (Automation Laboratories Inc, 2013).

Berdasarkan latar belakang diatas maka pada skripsi ini akan melakukan penelitian tentang perancangan dan pembuatan *impulse hammer* dengan transduser gaya berbasis *strain gauge* dengan tingkat sensitivitas relatif rendah, yang berukuran sedang untuk pengujian tap pada mata pahat atau mata potong yang berukuran relatif besar.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah penelitian dalam tugas akhir ini adalah :

1. Bagaimana merancang bangun transduser gaya berbasis strain gauge untuk prototipe *impulse hammer* dengan aspek *low-cost*, relatif mudah untuk dikembangkan.
2. Bagaimana prosedur dan metode pengujian serta kalibrasi untuk menentukan berapa besar gaya impact dan rentang frekuensi respon dari transduser gaya tersebut.

3. Bagaimana cara mengidentifikasi parameter modal (frekuensi resonansi serta kekakuan internal dari sensor) berdasarkan pemodelan dinamik dari sistem mekanikal transduser gaya impak dan hasil pengujian purwarupa *impulse hammer*.

1.3 Batasan Masalah

Selama berjalannya pengujian ini akan menimbulkan pembahasan yang akan di kaji, maka dari itu di perlukan batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam pengujian ini adalah :

1. Desain dan pemodelan dibantu program CAD *Solidworks Simulation*.
2. Fabrikasi purwarupa dari pengujian *impulse hammer* masih menggunakan sambungan las dan baut.
3. *Load cell* yang digunakan adalah tipe balok dengan *strain gauges (full bridge)* dengan *rated output* 1 kg dan 5 kg.
4. Menggunakan mikrokontroler Arduino UNO dengan komunikasi serial via USB.
5. Menggunakan sensor *accelerometer* dan gyro (6-axis) MPU6050 yang mendukung konektivitas I2C.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah perancangan dan pembuatan *impulse hammer Do-It-Yourself (DIY)* dalam menentukan parameter dinamik (frekuensi pribadi dan modus getar) dari *cutting tool* dan benda kerja dalam analisis tentang sintesis *Stability Lobe Diagram (SLD)* untuk memprediksi *instability dynamics* akibat *chatter* regeneratif.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan dalam pengujian kali ini adalah

1. Dapat memahami tentang perancangan dan pembuatan *impulse hammer*.
2. Dapat menjadi solusi pembelajaran dan pengkajian dinamika pemesinan terutama di bidang analisis modal secara eksperimental.
3. Sebagai pengujian yang bersifat akademis serta mengurangi pengeluaran biaya yang lebih tinggi.
4. Diharapkan dapat menjadi referensi penelitian sejenisnya dalam rangka pengembangan ilmu.

DAFTAR RUJUKAN

- Automation Laboratories Inc ., 2013. Fundamentals of Machining Start to Finish Guide Manufacturing. 88.
- Carrella, A., Ewins, D.J., 2011. Identifying and quantifying structural nonlinearities in engineering applications from measured frequency response functions. *Mech. Syst. Signal Process.* <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2010.09.011>
- Dikshit, M.K., Puri, A.B., Maity, A., 2017. Chatter and dynamic cutting force prediction in high-speed ball end milling. *Mach. Sci. Technol.* 21, 291–312. <https://doi.org/10.1080/10910344.2017.1284560>
- Ewins, D.J., 2000. Basics and state-of-the-art of modal testing. *Sadhana* 25, 207–220. <https://doi.org/10.1007/BF02703540>
- Jun-Hong Zhou, Chee Khiang Pang, Lewis, F.L., Zhao-Wei Zhong, 2009. Intelligent Diagnosis and Prognosis of Tool Wear Using Dominant Feature Identification. *IEEE Trans. Ind. Informatics* 5, 454–464. <https://doi.org/10.1109/TII.2009.2023318>
- Kobusch, M., Eichstädt, S., Klaus, L., Bruns, T., 2015. Investigations for the model-based dynamic calibration of force transducers by using shock excitation. *Acta IMEKO* 4, 45–51. https://doi.org/10.21014/acta_imeko.v4i2.214
- Lamraoui, M., El Badaoui, M., Guilleti, F., 2016. Chatter stability prediction for CNC machine tool in operating condition through operational modal analysis. *Mech. Ind.* 17. <https://doi.org/10.1051/meca/2015038>
- Munoa, J., Beudaert, X., Dombovari, Z., Altintas, Y., Budak, E., Brecher, C., Stepan, G., 2016. Chatter suppression techniques in metal cutting. *CIRP Ann. - Manuf. Technol.* 65, 785–808. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2016.06.004>

- Paliwal, V., Ramesh Babu, N., 2020. Prediction of stability lobe diagrams in high-speed milling by operational modal analysis. *Procedia Manuf.* 48, 283–293. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.049>
- Quang, T.M., Chung, C., n.d. A study on creating stability lobe diagram based on tool tip dynamics 176, 65–70.
- Quintana, G., Ciurana, J., 2011. Chatter in machining processes: A review. *Int. J. Mach. Tools Manuf.* 51, 363–376. <https://doi.org/10.1016/j.ijmachtools.2011.01.001>
- YUE, C., GAO, H., LIU, X., LIANG, S.Y., WANG, L., 2019. A review of chatter vibration research in milling. *Chinese J. Aeronaut.* 32, 215–242. <https://doi.org/10.1016/j.cja.2018.11.007>
- Zhu, L., Liu, C., 2020. Recent progress of chatter prediction, detection and suppression in milling. *Mech. Syst. Signal Process.* 143, 106840. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2020.106840>