

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER PENGUKURAN GAYA TEKAN PADA MESIN GURDI

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



DONNY FAKHRUDIN

03051181722007

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2022

SKRIPSI

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER PENGUKURAN GAYA TEKANPADA MESIN GURDI

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



OLEH:

DONNY FAKHRUDIN

03051181722007

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER PENGUKURAN GAYA TEKANPADA MESIN GURDI

SKRIPSI

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

Oleh:
DONNY FAKHRUDIN
03051181722007

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Inderalaya, Juli 2022
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. :
Diterima Tanggal :
Paraf :

SKRIPSI

NAMA : DONNY FAKHRUDIN

NIM : 03051181722007

JURUSAN : TEKNIK MESIN

**JUDUL : PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER
PENGUKURAN GAYA TEKAN PADA MESIN GURDI**

DIBUAT : MEI 2021

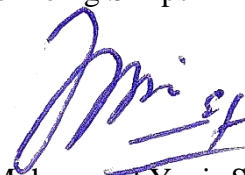
SELESAI : JULI 2022

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya,
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi



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

HALAMAN PERSETUJUAN

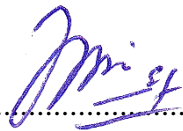
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Perancangan Dan Pembuatan Dinamometer Pengukuran Gaya Tekan Pada Mesin Gurdi” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 18 mei 2022.

Palembang, Agustus 2022

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

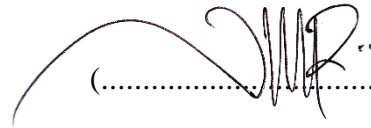
Ketua :

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

()

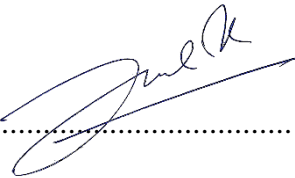
Sekretaris :

2. M. A. Ade Saputra, S.T., M.T.
NIP. 198711302019031006

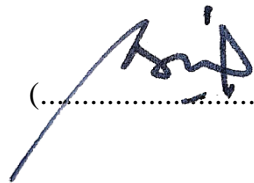
()

Anggota :

3. Dr. H. Ismail Thamrin, S.T., M.T.
NIP. 197209021997021001

()

4. Dipl-Ing Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D
NIP. 196409111999031002

()

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin

()

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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Donny Fakhrudin

NIM 03051181722007

Judul : Perancangan dan Pembuatan Dinamometer Pengukuran Gaya Potong Pada Proses Gurdi

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.

Indralaya,



Donny Fakhruddin

03051181722007

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Donny Fakhrudin

NIM 03051181722007

Judul : Perancangan dan Pembuatan Dinamometer Pengukuran Gaya Potong
Pada Proses Gurdi

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.



Indralaya,



Donny Fakhrudin

03051181722007

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang dengan limpahan rahmat dan karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir yang dibuat untuk memenuhi syarat Seminar dan Sidang Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Dinamometer Pengukuran Gaya Potong Pada Proses Gurdi”.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala macam bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama proses penyusunan skripsi ini kepada.

1. Kedua orang tua Narwoko dan Iin Roinah yang telah merawat dan membesarkan saya dengan sangat baik.
2. Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah banyak sekali memberikan arahan, saran serta nasihat dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
3. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Amir Arifin S.T., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Prof. Dr. Ir. Nukman, M.T. selaku pembimbing akademik.
6. Seluruh Dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan.
7. Seluruh Kerabat karib penulis baik dari internal kampus maupun eksternal kampus yang telah memberi dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak sekali kekurangan karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan

skripsi ini bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang di kemudian hari.

Penulis

Donny Fakhrudin

030511817220

RINGKASAN

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN DINAMOMETER PENGUKURAN GAYA TEKAN PADA MESIN GURDI

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Desember 2021

Donny Fakhruddin, dibimbing oleh Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T.

xxv + 55 Halaman, 4 Tabel, 40 Gambar

Dinamometer adalah alat pengukuran yang berfungsi untuk mengukur gaya pemotongan pada mesin gurdi. Gaya pemotongan merupakan salah satu parameter yang sangat penting. Kualitas yang dihasilkan mesin gurdi bergantung dengan mengatur kombinasi setting parameter seperti kecepatan potong, geometri pahat, gerak makan, dan kedalaman potong selain itu ada juga parameter momen puntir dan gaya tekan (Pringga, 2013). Mesin gurdi termasuk kedalam mesin yang sederhana yaitu membuat lubang bulat pada sebuah benda kerja menggunakan mata bor (twist drill). Untuk proses gurdi mata pahat gurdi harus ditekan dengan tekanan yang cukup besar agar pahat dapat menembus benda kerja. Penekanan ini berfungsi untuk melawan gaya ekstruksi yang cukup besar diujung gurdi serta untuk melawan gesekan pada bidang mayor bagi kedua mata potongnya (Muhajir, 2015). Perhitungan gaya potong secara teoritis tidak bisa mendapatkan hasil yang akurat, dikarenakan gaya potong teoritis hanya bisa mengukur gaya potong utama (F_c). Maka diperlukan dirancang dan dibuat sebuah alat yang bisa dipakai untuk membantu mengukur gaya potong yang terjadi, alat itu disebut sebagai dinamometer (Sam, 2014). Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat dinamometer untuk mengukur besaran gaya aksial (F_z) pada proses gurdi konvensional. Prosedur penelitian, perancangan dan pembuatan dynamometer untuk mesin gurdi dimulai dengan tahap studi literature kemudian perancangan

konsep dari dynamometer serta ditetapkan strain gauge sebagai jenis dynamometer yang dipakai. Secara garis besar, penelitian ini terdiri dari tahap perancangan desain dynamometer, persiapan alat dan bahan, pembuatan dynamometer, kalibrasi serta pengujian. Prinsip kerja dari dynamometer ini adalah load cell yang dipasang mengalami gaya tekan kebawah pada saat dilakukan proses penggurdian yang mengakibatkan strain gauge didalam load cell mengalami regangan. Load cell tersebut dihubungkan dengan amplifier HX711 dan arduino uno sebagai tempat input besaran gaya tekan kemudian output oleh software arduino sebagai media menampilkan besaran gaya tekan yang terjadi pada proses gurdi. Pada pengujian kali ini menggunakan putaran spindle 230, 360, 500 dan 900 dengan gerak makan 0,1 dan 0,16. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan bahwa semakin besar gaya makan maka semakin besar juga gaya tekan (F_z), hal tersebut dapat dilihat pada grafik pengujian diberbagai variasi putaran spindle mulai dari 230 rpm sampai dengan 900 rpm. Kemudian dapat dianalisa juga bahwa pengaruh putaran spindle yang tinggi juga berpengaruh terhadap lama proses pemesinan yang dibutuhkan, Semakin besar putaran spindle maka waktu yang dibutuhkan semakin sedikit. Hal ini disebabkan putaran spindle yang besar mengakibatkan penyayatan pada benda kerja semakin tinggi sehingga waktu proses pemesinan semakin cepat.

Kata Kunci : Dynamometer, Mesin Gurdi, Strain Gauge, ArduinoUno

Kepustakaan :

SUMMARY

DESIGN AND MANUFACTURE OF COMPRESSIVE FORCE MEASUREMENT DYNAMOMETERS ON DRILLING MACHINES

Scientific writing in the form of a thesis, December 2021

Dony Fakhruddin, supervised by Dr. Muhammad Yanis S.T., M.T

xxv + 55 pages, 4 tables, 40 images

A dynamometer is a measuring device that serves to measure the cutting force on a drilling machine. The cutting force is one of the very important parameters. The quality produced by the drilling machine depends on setting a combination of setting parameters such as cutting speed, tool geometry, feeding motion, and cutting depth, besides that there are also parameters of twisting moment and compressive force (Pringga, 2013). The drilling machine is included in a simple machine, which is to make a round hole in a workpiece using a drill bit (twist drill). For the process of drilling eye chisel drill must be pressed with a large enough pressure so that the chisel can penetrate the workpiece. This emphasis serves to counter the considerable extrusive force at the end of the drilling as well as to counter friction in the major plane for both eyes (Muhajir, 2015). The calculation of the cutting force theoretically cannot get an accurate result, because the theoretical cutting force can only measure the main cutting force (F_c). So it is necessary to design and make a tool that can be used to help measure the cutting force that occurs, the tool is referred to as a dynamometer (Sam, 2014). The purpose of this study is to design and make a dynamometer to measure the amount of axial force (F_z) in conventional drilling processes. The research procedure, design and manufacture of dynamometers for drilling machines begins with the stage of literature study then the design of the concept of the dynamometer and the strain gauge is determined as the type of dynamometer used. Broadly speaking, this research consists of the stages of designing the dynamometer design, preparation of

tools and materials, making dynamometers, calibration and testing. The working principle of this dynamometer is that the load cell that is installed experiences a downward compressive force during the stirring process which results in the strain gauge in the load cell experiencing strain. The load cell is connected to the HX711 amplifier and arduino uno as a place to input the amount of compressive force then output by arduino software as a medium to display the amount of compressive force that occurs in the drilling process. In this test, it used spindle spindles of 230, 360, 500 and 900 with eating motions of 0.1 and 0.16. Based on the tests that have been carried out that the greater the feeding force, the greater the compressive force (F_z), this can be seen in the test graph in various spindle rotation variations ranging from 230 rpm to 900 rpm. Then it can also be analyzed that the influence of high spindle rotation also affects the length of the machining process needed, The greater the spindle rotation, the less time it takes. This is because the large spindle rotation results in higher compression on the workpiece so that the machining process time is faster.

Keywords : Dynamometer, Drilling Machine, Strain Gauge, Arduino Uno

Library :

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Klasifikasi Proses Pemesinan	5
2.2 Mesin Gurdi.....	7
2.2.1 <i>Bagian-bagian Utama Mesin Gurdi</i>	7
2.3 Proses Gurdi	8
2.4 Gaya Potong Proses Gurdi	10
2.5 Pengertian Dinamometer.....	13
2.5.1 Dinamometer Sensor Dial Indikator	13
2.5.2 Dinamometer Sensor Piezoelektrik	13
2.5.3 Dinamometer Strain Gauge	14
2.5.3.1 Prinsip Kerja Strain Gauge.....	15
2.5.3.2 Macam-macam Strain Gauge	15
2.6 Load Cell.....	16
2.7 Amplifier HX711	17
2.8 Mikrokontroler Arduino	18
2.9 Cara Kerja Dinamometer Pengukur Gaya Pemesinan.....	19
2.10 Material Pahat.....	20
2.10.1 Pahat High Speed Steels (<i>HSS</i>)	20
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	23
3.2 Teori Perancangan	24
3.2.1 Skema Perancangan Dinamometer	24

3.3	Prinsip Kerja deteksi Gaya Menggunakan Strain Gauge.....	26
3.4	Perancangan Dinamometer	29
3.5	Kalibrasi.....	33
3.6	Alat dan Bahan.....	36
3.6.1	Mesin Gurdi	36
3.6.2	Dinamometer.....	38
3.6.3	Load Cell.....	38
3.6.4	Amplifier HX711	39
3.6.5	Perangkat Arduino.....	40
3.6.6	Benda Kerja.....	40
3.6.7	Pahat <i>High Speed Steel</i>	41
3.6.8	Penyangga Benda Kerja.....	41
3.7	Proses Pembuatan Dinamometer.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Perancangan dan Pembuatan.....	43
4.2	Hasil Pengujian	46
4.3	Analisa Pengaruh Variasi Gerak makan (f) terhadap Gaya Tekan (F_z).....	48
4.4	Pembahasan.....	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR RUJUKAN.....		
LAMPIRAN.....		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi Proses Pemesinan (Rochim, 2007)	5
Gambar 2.2 Mesin Gurdi (Kemendikbud.go)	8
Gambar 2.3 Proses Gurdi (Rahdiyanta, 2010)	9
Gambar 2.4 Proses Gurdi (Rochim, 2007)	11
Gambar 2.5 Dinamometer Dial Indikator (Kurniawan,2008).....	13
Gambar 2.6 Dinamometer Piezoelektrik (Kistler, 2016).....	14
Gambar 2.7 Dinamometer Strain Gauge (Kharagagpur, n.d).....	14
Gambar 2.8 Bounded Strain Gauge (Fraden, 2004).....	15
Gambar 2.9 Unbounded Strain Gauge.....	16
Gambar 2.10 Load Cell (Wahyudi dkk, 2017)	17
Gambar 2.11 Amplifier HX711 (Wahyudi dkk, 2017)	18
Gambar 2.12 Konsep Kantilever.....	19
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	23
Gambar 3.2 Skematik Perancangan Dinamometer	24
Gambar 3.3 Ilustrasi strain gauge pada load cell (Samrasyid.com, 2020).....	26
Gambar 3.4 Strain Gauge yang mengalami Regangan.....	26
Gambar 3.5 Jembatan Wheatstone Tanpa Beban.....	28
Gambar 3.6 Dimensi Meja Alat	30
Gambar 3.7 Dimensi Pemegang Benda Kerja	31
Gambar 3.8 Dimensi Penjepit Benda Kerja.....	32
Gambar 3.9 Rancangan Dinamometer	32
Gambar 3.10 Dinamometer yang Terpasang di Meja Gurdi	33
Gambar 3.11 Peletakkan Benda Yang Diketahui Beratnya Pada Dinamometer	34
Gambar 3.12 Grafik Hubungan Berat Benda (Kg) Terhadap Konstanta Kalibrasi.....	35
Gambar 3.13 Nilai Konstanta Kalibrasi Di Inputkan Ke Software.....	36
Gambar 3.14 Mesin Gurdi	37

Gambar 3.15 Dinamometer	38
Gambar 3.16 <i>Load Cell</i>	39
Gambar 3.17 Amplifier HX711.....	39
Gambar 3.18 Arduino uno.....	40
Gambar 3.19 Benda Kerja Aluminium	40
Gambar 3.20 Pahat <i>High speed Steel</i>	41
Gambar 3.21 Penyangga Benda Kerja.....	41
Gambar 4.1 Skematik cara pengujian	44
Gambar 4.2 Dinamometer Terpasang Di Meja Gurdi	44
Gambar 4.3 Rangkaian Dinamometer.....	45
Gambar 4.4 Grafik Gaya Tekan Di RPM 230 Terhadap Waktu.	46
Gambar 4.5 Grafik Gaya Tekan Di RPM 360 Terhadap Waktu	46
Gambar 4.6 Grafik Gaya Tekan Di RPM 500 Terhadap Waktu	47
Gambar 4.7 Grafik Gaya tekan Di RPM 900 terhadap waktu.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Proses Pemesinan (Rochim, 2007)	6
Tabel 2.2 Data Pemesinan untuk Mesin Gurdi (Rochim, 2007)	12
Tabel 3.1 Hasil Kalibrasi	34
Tabel 3.2 Proses Pembuatan Dinamometer	42

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses gurdi adalah proses membuat lubang pada sebuah benda kerja, Pada proses gurdi ini ada beberapa parameter yang mempengaruhi kualitas dari hasil pelubangan, seperti kecepatan potong, geometri pahat, gerak makan, dan kedalaman potong selain itu ada juga parameter gaya tekan dan momen puntir yang berpengaruh pada proses gurdi, Kualitas dihasilkan dengan mengatur kombinasi setting parameter tersebut (Pringga, 2013).

Penentuan gaya potong ini sangatlah mempengaruhi hasil akhir, karena untuk meningkatkan kualitas proses pemesinan dibutuhkan ketelitian yang sangat tinggi. Gaya potong yang terjadi pada saat proses pemesinan berlangsung akan menimbulkan lenturan. Meskipun lenturan itu sangatlah kecil, lenturan ini dapat menjadi penyebab kesalahan geometri produk (Rochim, 2007).

Pada proses gurdi ini terdapat gaya potong (cutting force) terdapat 2 macam yaitu F_v dan F_z , dimana F_v adalah gaya potong searah dengan kecepatan potong sedangkan F_z adalah gaya makan searah kecepatan makan. Untuk proses gurdi maka pahat gurdi harus ditekan dengan tekanan yang cukup besar agar pahat dapat menembus benda kerja. Penekanan ini berfungsi untuk melawan gaya ekstruksi yang cukup besar diujung gurdi serta untuk melawan gesekan pada bidang mayor bagi kedua mata potongnya (Muhajir, 2015).

Perhitungan gaya potong secara teoritis tidak bisa mendapatkan hasil yang akurat, dikarenakan terdapat beberapa kelemahan perhitungan gaya potong secara teoritis, maka diperlukan dirancang dan dibuat sebuah alat yang bisa dipakai untuk membantu mengukur gaya potong yang terjadi, alat itu disebut sebagai dinamometer (Sam, 2014).

Prinsip dari perancangan dinamometer yang diinginkan ini adalah kepekaan sehingga gaya potong yang bekerja dapat dibaca. Mahalnya dinamometer yang dijual dipasaran menjadi masalah membuat dinamometer dengan harga yang lebih terjangkau. Berdasarkan masalah yang telah diuraikan diatas maka penelitian ini akan dilakukan **“Perancangan dan Pembuatan Dinamometer Pengukuran Gaya Tekan Pada Mesin Gurdi”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang didapatkan rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu untuk mengoptimalkan parameter pemotongan terhadap gaya potong dengan merancang dan membuat dinamometer.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

8. Mesin gurdi yang digunakan adalah mesin gurdi konvensional.
9. Gaya yang diukur adalah gaya aksial (F_z) pada proses gurdi.
10. Dinamometer dibuat sesuai dengan dimensi meja gurdi.
11. Sensor yang digunakan adalah sensor strain gauge.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merancang dan membuat dinamometer untuk mengukur besaran gaya aksial (F_z) pada proses gurdi konvensional.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dibuat sebuah alat yang dapat mengukur besaran gaya aksial (F_z) pada proses gurdi yang akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Fraden, j., 2004. Handbook of Modern Sensors.
- Hanif, M.I., Aamir, M., Muhammad, R., Ahmed, N., and Maqsood, S., 2016. Design and Development of Low Cost Compact Force Dynamometer for Cutting Design and Development of Low Cost Compact Force Dynamometer for Cutting Forces Measurement and Process Parameters Optimization in Turning Applications 305-316.
- Kemendikbud. (2013). Teknik Pemesinan Bubut. *Kemendikbud, 1*, 78. PUSPA SWARA.
- Kharagpur, n.d Dynamometers for measuring cutting force. *Mechanic of Machining version 2*, 14.
- Kistler, 2016. Kistler – Your partner for efficiency and quality. Kistler Product Catalogue.
- Korkut, I ., and Boy, M ., 2008. Experimental examination of main cutting force and surface roughness depending on cutting parameters. *Strojniski vetsnik/journal of mechanical engineering 54*, 531-538.
- Kosaraju, S., 2011. Effect of Rake Angle and Feet Rate on Cutting Force in an Orthogonal Turning Procces. *International Conference on Trends in Mechanical and Industrial Engineering 150-154*.
- Kurniawan, F., 2008 Study tentang cutting force mesin bubut (desain dynamometer sederhana).
- Liao, Y. S., Chen, Y. C., & Lin, H. M., 2007. “Feasibility study of the ultrasonic vibration assisted drilling of Inconel superalloy. “*Int. J. Mach. Tools & Manuf.*, Vol. 47, pp. 1988-1996.
- Rahdiyanta, Dwi, 2010. *Proses Gurdi (Drilling)*. Fakultas teknik Universitas Negri Yogyakarta
- Rochim, 2007a. Klasifikasi Proses gaya dan daya pemesinan.
- Rochim, 2007b. Perkakas dan Sistem Pemerkakasan Umur Pahat.
- Sam, G., Djoko, D., & Arifin, Z. (2014). Rancang Bangun Dynamometer Untuk Pengukuran Gaya Potong Mesin Bubut. *Mekanika, 12*, 94–100.
- S. Kalpakjian and S. R. Schmid, “Manufacturing engineering and technology,” *Manuf. Eng. Technol.*, 2014.
- T. Rochim. Teori dan Teknologi Proses Pemesinan. Higher Education Development Support Project, FTI-ITB, 1993.

WAHYUDI, W., RAHMAN, A., & NAWAWI, M. (2018). Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi dan Teknik Elektronika*,5(2),207.

Zainudin, M., 2017 SENSOR L OA.