

**REDESAIN MESIN SURFACE GRINDING POLISHING PADA
PROSES METALOGRAFI MATERIAL TEKNIK**

SKRIPSI

BIDANG MATERIAL

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar sarjana Teknik



Oleh:

DEKY APRIADI

NIM: 171210804

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONTIANAK
2020**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
REDESAIN MESIN SURFACE GRINDING POLISHING PADA
PROSES METALOGRAFI MATERIAL TEKNIK**

SKRIPSI

BIDANG MATERIAL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik

DEKY APRIADI

NIM.171210804

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada tanggal

29 Desember 2020

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Dr.Doddy Irawan, ST.,M.Eng)

(Fuazen,ST.,MT)

NIDN. 11.2110.8001

NIDN. 11.2208.7301

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Gunarto, ST.,M.Eng)

(Eko Sarwono, ST., MT)

NIDN.00.0909.7301

NIDN. 00.1810.6901

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

(Fuazen,ST.,MT)

NIDN.11.2208.7301

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Dedy Apriadi

Nomor Induk Mahasiswa : 171210804

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini saya menyatakan bahwa Naskah Skripsi ini merupakan benar-benar hasil pemikiran dan karya sendiri, sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas dalam Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Serta belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah diterbitkan atau ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam sumber kutipan dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pontianak, 29 Desember 2020

DEKY APRIADI

171210804

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

JUDUL SKRIPSI :

REDESAIN MESIN SURFACE GRINDING POLISHING PADA PROSES METALOGRAFI MATERIAL TEKNIK

Nama Mahasiswa : Dedy Apriadi
Nomor Induk Mahasiswa : 171210804
Program Studi : Teknik Mesin

DOSEN PEMBIMBING

Dosen Pembimbing I : Dr.Doddy Irawan, ST.,M.Eng
Dosen Pembimbing II : Fuazen,ST.,MT

DOSEN PENGUJI

Dosen Penguji I : Gunarto, ST.,M.Eng
Dosen Penguji II : Eko Sarwono, ST., MT

Pontianak, 29 Desember 2020

Mengetetahui:

Dekan Fakultas Teknik

(Fuazen, ST., MT)

NIDN.11.2208.7301

ABSTRAK

Proses metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro suatu bahan, untuk itu ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Proses grinding dan polishing merupakan proses yang sangat penting untuk membuat permukaan sampel bahan menjadi benar-benar halus agar dapat dilakukan observasi. Mesin poles yang terdapat diluar memiliki harga yang sangat mahal, untuk itu tugas akhir kali ini bertujuan untuk mendapatkan mesin poles yang murah dan efisien. Mesin poles ini memiliki dua piringan logam yang berputar, digerakkan oleh motor listrik dan ditambahkan sistem sirkulasi air untuk menghemat penggunaan air. Sistem sirkulasi air dengan menggunakan kombinasi bahan penyaring, menghasilkan air yang lebih jernih.

Kata Kunci : *Metalografi, Grinding, Polishing, mesin Poles, Motor listrik.*

ABSTRACT

The metallographic process aims to see the microstructure of a material, for that there are several steps that must be done. The grinding and polishing processes are very important processes to make the surface of the sample material completely smooth so that it can be observed. The polishing machine that is outside has a very expensive price, so this final project aims to get a cheap and efficient polishing machine. This polishing machine has two rotating metal plates driven by an electric motor and an added water circulation system to save water usage. The water circulation system uses a combination of filter materials, resulting in clearer water.

Keywords: *Metallography, Grinding, Polishing, Polishing machine, Electric motor.*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah yang maha esa yang melimpahkan Rahmat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul Redesain Mesin Surface Grinding Polishing Pada Prose Metalografi Material Teknik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak.

Penelitian ini dinagkat sebagai upaya untuk mengajak serta memberikan informasi di Bidang Material. Penyelesain karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih serta penghargaan kepada:

1. Fuazen, ST., MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak yang telah memberi bimbingan dengan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan Skripsi ini.
2. Ir. Eko Julianto, ST., MT, IPM Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pontianak. Yang telah memberi masukan yang sangat berharga untuk menyelesaikan Skripsi ini.
3. Fuazen, ST., MT dan Dr. Doddy Irawan, ST., M.Eng. Dosen pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberin bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan dalam memberikan bahan yang sangat membantu penulisan Skripsi ini.
4. Orang tua, istri dan anak tersayang, yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan yang sangat membantu dalam penulisan Skripsi ini.
5. Saudara dan teman-teman mahasiswa yang selalu memberi semangat dan dukungan dan sangat membantu dalam penulisan karya ini.
6. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Pontianak, Khususnya Program Studi Teknik Mesin.

Pontianak, 29 Desember 2020

DEKY APRIADI

171210804

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan	4
1.6 Manfaat	5
1.7 Sistematika Penulisan	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.2 Metalografi	8
2.3 Proses Pengambilan Sampel	9
2.4 Polishing	13
2.5 Observasi	13
2.6 Mesin Poles.....	14
2.7 Motor Listrik.....	15
2.8 Logam Ferro	19
2.9. Logam Non Ferro	20
BAB III	21
METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	22
3.2 Peralatan Penelitian	22

3.3 Perencanaan Mesin Surface Polishing.....	24
3.4 Prinsip Kerja Mesin Surface Polishing.....	25
3.5 Renacana Analisi Data.....	25
3.6 Dasar perencanaan elemen mesin.....	25
BAB IV.....	29
ANALISIS DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Data Teknis	29
4.2 Perencanaan Piringan Polishing.....	30
4.3 Daya Motor Listrik	31
4.4 Analisa Kekuatan Poros Motor Penggerak.....	33
4.5 Perencanaan Poros Piringan Polishing	34
4.6 Perencanaan Bearing.....	38
4.7 Perencanaan Pasak.....	40
4.8 Uji Kinerja	42
BAB V	45
PENUTUP	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel. 4.1 Variabel putaran mesin surface polishing.....	40
Tabel 4.2 Daya yang akan ditransmisikan	43
Tabel 4.3 Faktor koreksi pembebanan	47
Tabel 4.4 Pembebanan lentur.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Proses Grinding Speciment.....	22
Gambar 2.2 <i>Bentuk Piringan Pengasah</i>	23
Gambar 2.3 <i>Proses Polishing</i>	24
Gambar 2.4 Proses Metalografi Mikroskop.....	25
Gambar 2.5 Mesin Polishing	25
Gambar 2.6 <i>Rangkaian motor kapasitor</i>	27
Gambar 2.7 <i>Bentuk motor jenis katub bayangan</i>	29
Gambar 2.8 <i>Motor jenis katub utama dan katub bayangan</i>	29
Gambar 3.1 Mesin Surface Polishing.....	35
Gambar 4.1 spesimen	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro suatu bahan, untuk itu ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Tahapan yang harus dilalui adalah mounting, grinding, polishing, etching dan setelah itu baru observasi menggunakan mikroskop. Dari keempat proses tersebut, proses grinding dan polishing merupakan proses yang sangat penting untuk membuat permukaan sampel bahan menjadi benar-benar halus agar dapat dilakukan observasi. Pada proses ini digunakan sebuah mesin poles yang memiliki komponen utama berupa motor penggerak, piringan logam, dan keran air. Pada perancangan kali ini digunakan sebuah motor penggerak berupa motor listrik yang akan berfungsi sebagai penggerak dua piringan logam. Posisi motor listrik akan diletakkan di bagian tengah mesin dan dihubungkan dengan dua piringan logam dengan menggunakan karet penggerak. Peletakan posisi motor listrik ini untuk menghasilkan mesin yang murah, aman dan efisien. Lebih murah karena jumlah motor yang digunakan dan penggunaan listrik juga tidak terlalu mahal dibandingkan dengan menggunakan dua motor. Lebih efisien karena menggunakan sistem sambungan penggerak dengan menggunakan rubber yang menjaga kestabilan putaran motor agar didapatkan hasil pemolesan sampel yang baik, penggunaan sistem sirkulasi air juga berdampak positif terhadap penghematan dalam penggunaan air.

Eksperimennya dilakukan untuk memverifikasi model prediksi yang dikembangkan dan interval parameter optimal global yang diperoleh. Hasil percobaan konfirmasi pemolesan menunjukkan bahwa interval optimal kualitas permukaan berorientasi parameter proses pemolesan bisa diandalkan (Chen *dkk.*, 2019) . Mengkilap setelah selesai dan dipoles.

Perawatan permukaan dilakukan dengan menggunakan sistem pemolesan berlian untuk porselen (Diapol) diikuti dengan menerapkan pasta pemolesan berlian (Diapolisher) (Abu-Obaid *dkk.*, 2020), pendekatan elektrokimia baru untuk oksidasi permukaan GaN menggunakan padatan elektrolit polimer (SPE), yang memberikan perlakuan permukaan suhu-kamar bebas dari elektrolit cair dan Iradiasi UV (Murata, Nishiguchi, and Iwasaki 2018).

Proses finishing (Grinding dan Polishing), masih dilakukan secara manual, khususnya pada bagian permukaan yang bebas. Ini melibatkan serangkaian masalah yang tersisa, terutama terkait dengan bentuk geometris dari bagian jadi (Dieste *dkk.*, 2013). Berdasarkan Datum Flow Chain, struktur fisik produk dianalisis. Subassemblies fungsional diidentifikasi, dan sebuah analisis fungsional (Li *dkk.*, 2018).

M2C3 terbentuk selama sintering dan memiliki efek pinning pada batas antara SiC dan Mg. Baik SiC dan M2C3 (Li *dkk.*, 2020). Pemolesan cairan non-Newtonian adalah metode canggih yang diterapkan untuk pemesinan permukaan kompleks. Metode ini secara signifikan meningkatkan kualitas permukaan dan sifat mekanik material. Selain itu, juga mengurangi stres yang terkonsentrasi diakar gigi, sehingga resistensi kelelahan material meningkat (Nguyen *dkk.*, 2020). Dalam semua kondisi pengujian, Ketac N menunjukkan rata-rata nilai Ra tertinggi yang diharapkan untuk skala tangan / spesimen non-dipoles, di mana mereka tidak berbeda secara signifikan daripada Filtek Z350 sebagaimana dikonfirmasi oleh SEM (Abdel-Hamid and El-Nahass 2018). desain dan implementasi subsistem mesin modular yang memungkinkan berbagai proses pemesinan pada mesin penggilingan vertikal CNC yang sama, ditinjau. Penggilingan, penggilingan keramik dan stainless pemolesan baja dilakukan pada mesin yang sama, menggunakan subsistem modular yang dirancang (Shneor 2018). Hasil menunjukkan, transformasi Fe_2O_3 terikat dengan suhu penggilingan, ukuran butir Fe_2O_3 5-10nm, Fe_2O_3 dalam film oksida membentuk struktur membrane (Kuai and Zhang 2019).

Finishing permukaan dilakukan oleh EC polishing. Akurasi bentuk yang dihasilkan setelah pemolesan EC dievaluasi dengan mempertimbangkan proses pra-pemesinan (Döbberthin *dkk.*, 2020). Penawaran Polishing dengan proses peningkatan permukaan akhir, di mana lapisan atas bahan dimodifikasi dengan cara berbagai teknik seperti abrasi mekanik, etsa kimia, elektrolisis, dll(Nayak and Babu 2020).

Stuktur mikro akan dapat diamati dengan mikroskop yang selanjutnya memungkinkan untuk menghitung ukuran butiran, distribusi dari fasa-fasanya dan inklusi yang memiliki efek yang besar terhadap sifat logam (Mulyanto 2016). Proses metalografi bertujuan untuk melihat struktur mikro suatu bahan, untuk itu ada beberapa tahapan yang harus dilakukan. Proses grinding dan polishing merupakan proses yang sangat penting unruk membuat permukaan sampel bahan menjadi benar-benar halus agar dapat dilakukan observasi

Dari penelitian latar belakang diatas peneliti mendapatkan ide membuat alat atau mesin polishing yang dengan daya getar sangat halus dengan diberi potensio meter untuk mengatur putaran motor agar hasil dari grinding pada polishing pada proses metalografi mendapatkan permukaan yang halus serta dapat di terawang dengan mikroskop.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan dari latar belakang penelitian dapat diidentifikasi beberapa masalah, diantaranya:

1. Daya yang dibutuhkan untuk perancangan mesin surface polishing.
2. Sistim transmisi pada mesin surface polishing bergerak.
3. Dimensi mesin surface grinding polishing yang digunakan mengasah material.
4. Struktur rangka yang kokoh untuk menahan getaran motor.
5. Tingkat kehalusan dari mesin surface polishing.

1.3 Batasan Masalah

Melihat identifikasi masalah diatas tidak semua komponen dibahas dalam tugas akhir ini, adapun batasan masalah dalam perancangan ini adalah :

1. Tidak ada sensor untuk mengetahui permukaan yang dihaluskan sudah sesuai yang diinginkan atau belum.
2. Tidak membahas sistem kelistrikan.
3. Tidak ada holder untuk sampel bahan

1.4 Rumusan Masalah

Dari batasan masalah yang ada, maka dalam tugas akhir ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa daya motor listrik dari piringan polishing.
2. Bagaimana metode desain mesin surface polishing.
3. Bagaimana desain alat disesuaikan dengan kecepatan yang akan digunakan pada mesin surface polishing.
4. Bagaimana alat surface grinding menghasilkan putaran tanpa getaran berlebih saat pengoperasian mesin tersebut.
5. bagaimana gaya abrasive dan hasil yang halus pada alat surface grinding.

1.5 Tujuan

Sesuai dengan rumusan masalah yang dihadapi, maka tujuan dari pembuatan mesin surface polishing ini adalah :

1. Mampu menentukan daya motor listrik yang diperlukan mesin.
2. Mampu menentukan metode mesin surface polishing yang tepat.
3. Dapat menentukan kecepatan maksimal pada mesin surface polishing agar dapat menghasilkan polesan yang halus pada material.
4. Desain mesin dapat menahan getaran yang berlebih pada mesin surface polishing.

5. Mengetahui gaya abrasif piringan polishing dan mengetahui hasil polishing yang baik dan efisien dari mesin surface polishing.

1.6 Manfaat

Manfaat yang di dapat dari penulisan penelitian ini yaitu:

1. Secara khusus memberikan pandangan terhadap ilmu pengetahuan dibidang material atau dalam bidang metalografi ini apabila digunakan pada peneliti selanjutnya .
2. Dapat mengetahui hasil grinding ini lebih baik atau tidak dibandingkan polishing sebelumnya atau yang sudah dibuat peneliti sebelumnya dibagian negara lain terutama Indonesia.
3. Dapat mengetahui pengertian uji material setelah di grinding polishing dalam proses metalografi.

1.7 Sistematika Penulisan

Laporan penulisan Tesis ini disusun dengan sistematika per-bab. BAB I berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan laporan. BAB II membahas tinjauan pustaka yang terdiri atas hasil penelitian-penelitian terdahulu, dan dasar-dasar teori yang digunakan. BAB III mencakup metodologi penelitian berisi tentang diagram alir, metode penelitian, serta alat yang digunakan dalam penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perancangan mesin surface polishing dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Spesifikasi mesin surface polishing dengan dua buah piringan polishing mempunyai dimensi panjang 64 cm x lebar 55 cm x tinggi 110 cm, menggunakan motor penggerak berupa motor listrik 150 watt, dengan putaran 1415 Rpm. Rangka menggunakan profil hollow 30x30x30x30 mm dan siku 30 x 30 x 30 mm.
2. Motor listrik yang digunakan yaitu bekas mesin cuci 1 fasa sebagai sumber utama tenaga penggerak dimana putarannya dari putaran 1415 Rpm dikontrol menggunakan dimmer menjadi putaran variabel dengan putaran 60, 70, 80, dan 100 Rpm. Sesuai dengan kebutuhan saat proses penghalusan.
3. Sistem kerja mekanik pada mesin surface polishing ini dapat bekerja dengan baik mulai dari putaran kedua piringan logam, poros penopang piringan dan motor listrik pada saat digunakan tidak terjadi getaran yang terlalu besar pada kerangka penyangga.
4. Sistem air pendingin polishing disirkulasikan
5. Hasil kinerja mesin surface polishing dengan spesimen plat baja ST 37 dan Kuningan yang telah dipreparasi menunjukkan permukaan sampel uji yang rata, halus dan mudah diamati dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 10x, 20x, 40x dan 100x.

5.2 Saran

Adapun saran dari perancangan dan pengujian mesin surface polishing adalah:

1. Mesin surface polishing ini diharapkan dapat dikembangkan selanjutnya dengan teknologi holder yang berfungsi untuk meletakkan sampel pada proses polishing yang dapat digerakkan secara otomatis
2. Memperhatikan proses pembuatan sampel yang lebih teliti sesuai dengan prosedur yang ada.
3. peralatan yang digunakan harus dalam keadaan baik dan sempurna.
4. Selalu mengindahkan keselamatan, kesehatan kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Hamid, Dalia Mohamed, and Hani El-Nahass. 2018. "Effect of Routine Scaling and Prophylactic Polishing on the Surface Roughness of Nano-Filled Restorative Materials: In Vitro Study." *Future Dental Journal* 4(1): 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.fdj.2017.11.001>.
- Abu-Obaid, Ala'a, Amjad AlMawash, Noura Alyabis, and Nouf Alzaaqui. 2020. "An in Vitro Evaluation of the Effect of Polishing on the Stainability of Different CAD/CAM Ceramic Materials." *Saudi Dental Journal* 32(3): 135–41. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.08.005>.
- Bordatchev, Evgueni, Srdjan Cvijanovic, and O. Remus Tutunea-Fatan. 2019. "Effect of Initial Surface Topography during Laser Polishing Process: Statistical Analysis." *Procedia Manufacturing* 34: 269–74. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.150>.
- Chen, Zhen et al. 2019. "Analysis and Optimization of Process Parameter Intervals for Surface Quality in Polishing Ti-6Al-4V Blisk Blade." *Results in Physics* 12(September 2018): 870–77. <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2018.12.056>.
- Dieste, J. A. et al. 2013. "Automatic Grinding and Polishing Using Spherical Robot." *Procedia Engineering* 63: 938–46. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.221>.
- Döbberthin, Christin et al. 2020. "Experimental Analysis of the Shape Accuracy in Electrochemical Polishing of Femoral Heads for Hip Endoprosthesis." *Procedia Manufacturing* 47(2019): 719–24. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.222>.
- Kuai, Jicai, and Huali Zhang. 2019. "Research on Generation and Polishing Mechanisms of Nano Grain A-Fe₂O₃ in Precision Electrolytic in Process Dressing (ELID) Grinding." *Procedia Manufacturing* 37: 425–30. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.12.069>.
- Li, Jingkun, Xueping Ren, Yanling Zhang, and Hongliang Hou. 2020. "Porous Process and Its Effects on the Microstructure and Properties of SiC Ceramics

- Sintered with Mg Additive.” *Journal of Materials Research and Technology* 9(1): 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.10.026>.
- Li, Min et al. 2018. “Surface Integrity of Bearing Steel Element with a New High-Efficiency Shear Thickening Polishing Technique.” *Procedia CIRP* 71: 313–16. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.05.030>.
- Majanasastra, R. 2016. “Analisis Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Hasil Proses Hydroforming Pada Material Tembaga (Cu) C84800 Dan Aluminium Al 6063.” *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unisma “45” Bekasi* 4(2): 98318.
- Mulyanto, Tri. 2016. “Rancang Bangun Mesin Amplas Dan Poles Untuk Proses Metalografi.”
- Murata, Junji, Yoshito Nishiguchi, and Takeshi Iwasaki. 2018. “Liquid Electrolyte-Free Electrochemical Oxidation of GaN Surface Using a Solid Polymer Electrolyte toward Electrochemical Mechanical Polishing.” *Electrochemistry Communications* 97(November): 110–13. <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2018.11.006>.
- Nayak, Bedamati, and N. Ramesh Babu. 2020. “A Mechanistic Approach to Predict the Material Removal Rate in Ice Bonded Abrasive Polishing (IBAP).” *Procedia Manufacturing* 48(2019): 302–10. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.051>.
- Nguyen, Duc Nam et al. 2020. “Machining Parameter Optimization in Shear Thickening Polishing of Gear Surfaces.” *Journal of Materials Research and Technology* 9(3): 5112–26. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.03.028>.
- Shneor, Yair. 2018. “Reconfigurable Machine Tool: CNC Machine for Milling, Grinding and Polishing.” *Procedia Manufacturing* 21(2017): 221–27. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.114>.

LAMPIRAN

a. Alat uji specimen surface grinding



